

BOOK OF ABSTRACTS

Compendium of PhD Research Abstracts

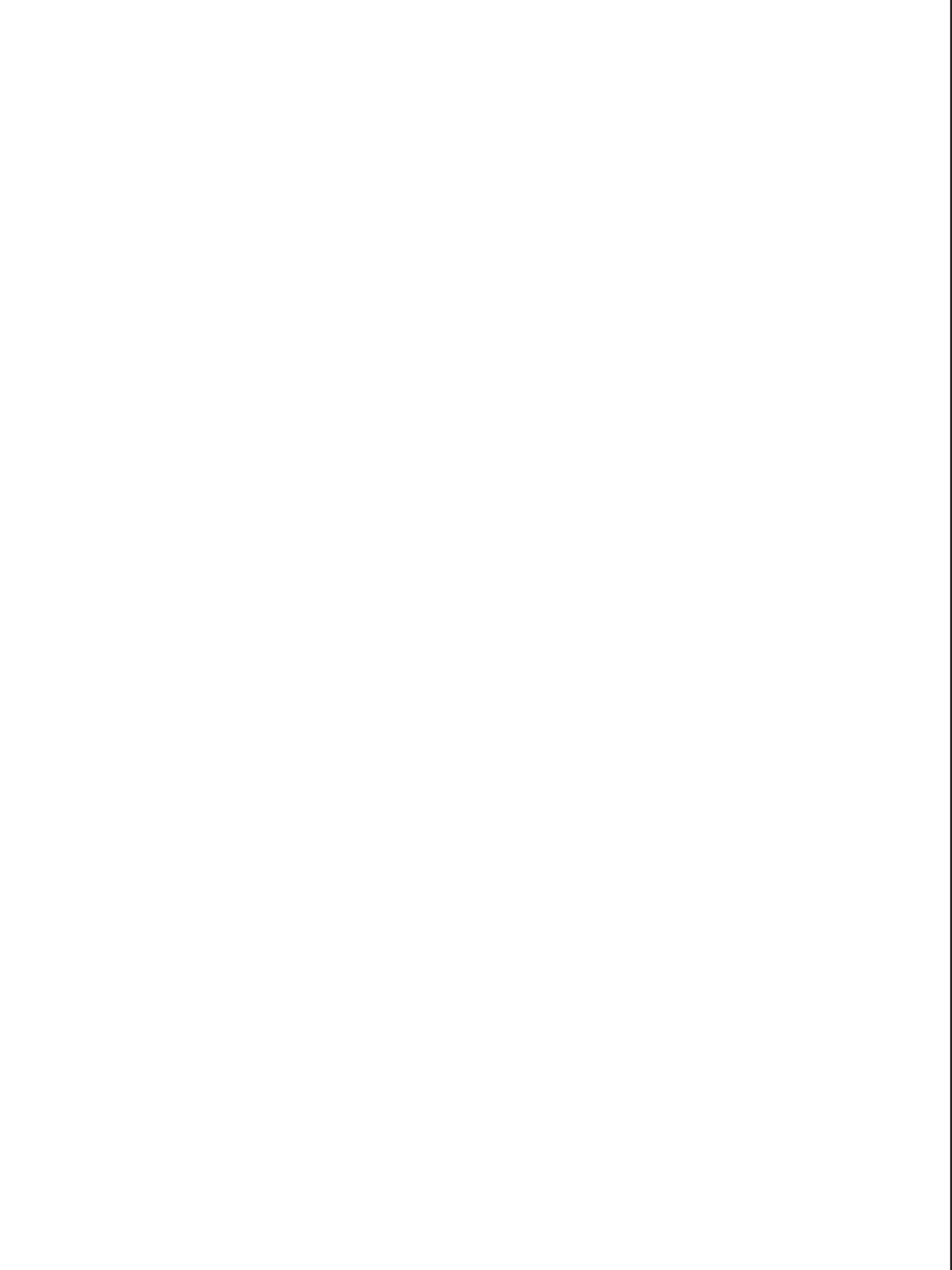


AGRICULTURE AND FORESTRY UNIVERSITY
Directorate of Postgraduate Program

Rampur, Chitwan, Nepal

Phone : +977-56-591514

Website : www.afu.edu.np



BOOK OF ABSTRACTS

Compendium of PhD Research Abstracts



AGRICULTURE AND FORESTRY UNIVERSITY

Directorate of Postgraduate Program

Rampur, Chitwan, Nepal

Phone : +977-56-591514

Website : www.afu.edu.np



कृषि तथा वन विज्ञान विश्वविद्यालय
उपकुलपतिको कार्यालय
Agriculture and Forestry University
Office of the Vice Chancellor
Rampur, Chitwan, Nepal

Ref. No.

Date: 2083.02.31
June 14, 2026

Message from the Vice-Chancellor

It is with great pleasure and pride that I present this **Compilation of PhD Dissertation Abstracts** published by the Directorate of Postgraduate Studies, Agriculture and Forestry University (AFU), Nepal. This volume reflects the University's enduring commitment to academic excellence, research innovation, and the generation of knowledge that contributes to national development and global sustainability.

The doctoral research showcased in this publication demonstrates the dedication and scholarly excellence of our PhD graduates in addressing critical challenges across agriculture, veterinary science, forestry, animal science, fisheries, and natural resource management. The studies provide valuable evidence-based insights into sustainable production systems, climate resilience, biodiversity conservation, animal health, food safety, value chain development, digital innovation, and the socio-economic advancement of rural communities.

Beyond advancing scientific knowledge, these research contributions offer practical solutions and policy-relevant evidence to support informed decision-making and strengthen Nepal's agricultural and natural resource sectors. The inclusion of abstracts in both English and Nepali reflects our commitment to enhancing the accessibility and wider dissemination of research findings.

I extend my heartfelt congratulations to all the PhD graduates whose work is featured in this volume and express my sincere appreciation to their supervisors, faculty members, researchers, and the Directorate of Postgraduate Studies for their invaluable contributions to fostering a vibrant research culture at AFU.

I hope this compilation serves as a valuable resource for researchers, policymakers, development practitioners, and students, inspiring continued innovation and collaboration for the sustainable transformation of Nepal's agriculture, forestry, veterinary, and fisheries sectors.

Prof. Hom Bahadur Basnet, PhD
Vice-Chancellor

Foreword

It is with great pride and satisfaction that I present this inaugural Book of Abstracts, a compilation of doctoral research undertaken by the PhD scholars at Agriculture and Forestry University (AFU), Rampur, Chitwan. As the first publication of its kind from the Directorate of Postgraduate Program (DPGP), this volume marks a significant milestone in our commitment to advancing research, innovation, and academic excellence. The abstracts presented herein reflect the intellectual rigor, originality, and dedication of doctoral students, whose scholarly contributions address critical issues in agriculture, livestock, veterinary science, fisheries, forestry, natural resources, and related fields that are central to national progress.

As an agricultural university in Nepal, we recognize the pivotal role of research in supporting the sustainable transformation of the national economy. Agriculture remains a cornerstone of livelihoods, food security, and economic development in our country. In this context, doctoral research serves as a vital source of scientific evidence, innovative technologies, and policy insights that can help address emerging challenges such as climate change, resource degradation, agricultural productivity, market competitiveness, and rural prosperity. The content featured in this volume demonstrates the potential of advanced research to contribute to resilient farming systems and the sustainable development of Nepal's agricultural sector.

This Book of Abstracts serves as a valuable platform for disseminating contemporary research, promoting knowledge exchange, and identifying priorities for future scientific inquiry. It also provides policymakers with concise, evidence-based insights that can guide strategic planning, resource allocation, and the formulation of effective policies for sustainable development. By bringing together the work of our PhD scholars, we aim to showcase the breadth and depth of doctoral studies at AFU while fostering interdisciplinary collaboration among researchers, educators, policymakers, and development practitioners.

I extend my sincere appreciation to the PhD scholars for their perseverance and commitment, and to the advisors, faculty members, and DPGP team whose guidance and support made this publication possible. I hope that this Book of Abstracts will inspire further inquiry, strengthen our research culture, and become a valued annual tradition that highlights the contributions of doctoral research to agricultural advancement and national development.



.....
Prof. Santosh Marahatta, PhD
Director
Directorate of Postgraduate Program
Agriculture and Forestry University

Compendium of PhD Research Abstracts

Effect of Altitude and Various Pre and Postharvest Factors on Quality and Shelf Life of Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco)

Pradeep Raj Rokaya (HRT-01P-2012), PhD 2017

Department of Horticulture

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Dilli Ram Baral, PhD)

Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco), a premier fruit crop in Nepal, suffers from low productivity, inferior quality, and higher postharvest losses. This research work on “Effect of altitude and various pre and postharvest factors on quality and shelf life of mandarin (*Citrus reticulata* Blanco)” was carried out during 2013-2015 to assess the effect of pre and postharvest factors and techniques to improve the quality and shelf life of mandarin. Maturity and quality attributes of mandarin at 1300, 1000, and 700 masl altitudes in Lamjung district from 11th October to 30th November at 10 days interval were examined. Fruits at 100% green, 25% yellow, 50% yellow, 75% yellow, and 100% yellow colour stage were harvested and evaluated regarding the quality and shelf life for four weeks at ambient conditions. Pre-harvest spray of urea at 2% and micronutrient (Agromin) at 0.4%, as well as a combination of both in May and September, was done to see their effect on fruit quality. GA₃ at 10, 20, and 30 ppm concentrations were applied 20 and 35 days before harvest, and the fruit were harvested on November 20, December 5, and December 20, and subsequently stored in ambient conditions for 15 days and in the cellar for 90 days. Fruits harvested by stick, direct pulling, twisting and pulling, and clipping were stored in the Cellar store for 90 days. Fruit packed in bamboo baskets, wooden boxes, CFB boxes, plastic crates, along with the loosely kept, were transported from Lamjung to Kathmandu (200 km) and then stored in a room for four weeks to assess quality and shelf life. Fruits were treated with wax at 10%, Bavistin at 0.1%, wax at 10% with Bavistin at 0.1%, calcium chloride at 1%, and *Jeevatu* at 5% to see their performance on postharvest quality for four weeks in room conditions. Results showed that maturity was advanced at lower altitude with a higher TSS/acid ratio (8.96); however, higher altitude retained the continuous increase in TSS/acid ratio on later stage of maturity with superior quality. Fruit weight and juice content were increased up to 10th November at lower altitude and up to 20th November at higher altitude, and beyond this date, the fruit weight and juice were found in a decreasing trend. The fruit weight (104.9 g) and juice percentage (55.23) were retained at maximum at 1000 masl on 20th November. The altitude of 1000-1300 masl was found as the best, and 10th-20th November as the optimum maturity stage regarding quality attributes. Maturity stages at 50% yellow peel coloured fruit exhibited the minimum PLW (7.75%) and decay loss (2.45%), but higher in firmness (3.15 kg/cm²) and juice recovery (46.84%) at ambient conditions. Combined application of urea at 2% and micronutrients (Agromin) at 0.4% resulted in the highest

number of fruits (489.55), yield (51.82 kg/tree), fruit weight (105.56 g), juice content (55.77%), and ascorbic acid (35.67 mg/100 ml). Fruit treated with GA₃ at 20 ppm retained higher fruit weight (128.6 g), more firmness (3.54 kg/cm²), better juice recovery (57.75%), and greater TSS/acid ratio (21.24), and then could be kept on-tree up to one month beyond the normal harvesting. PLW and decay loss were minimal with GA₃ at 30 ppm in both ambient (5.17, 1.02%) and Cellar (6.69, 8.21%) conditions. Fruit harvested by clipper recorded the minimum PLW (3.15%), decay loss (8.33%), along with higher fruit firmness (3.30 kg/cm²), juice percentage (49.69%), and vitamin C (25.50 mg/100 ml) under Cellar condition, and can be stored safely up to three months. CFB boxes resulted in minimum transportation loss (1.17%), PLW (7.08%), and decay loss (3.83%), with higher firmness (3.54 kg/cm²) and juice recovery (46.37%) at ambient storage. Wax alone and in combination with Bavistin was the most effective treatment in reducing the PLW (9.81%), decay loss (0.7%), and retaining maximum firmness (3.03 kg/cm²), juice percentage (43.81%), and vitamin C content (64.65 mg/100 ml) up to four weeks of ambient storage.

सुन्तला नेपालको प्रमुख फलफूल वाली भए तापनि कम उत्पादकत्व, कमसल गुणस्तर र वालीउपान्त हुने अत्यधिक क्षितिहरु जस्ता विद्यमान समस्याहरुबाट ग्रसित छ । तसर्थ, वाली टिपाइअधि तथा पश्चिका विविध तत्वहरुको असरहरु र फलको गुणस्तर तथा भण्डारण आयुको क्षमतामा सुधार गर्न सकिने प्रविधिहरुमाथि अध्ययन गर्न सन्त २०१३ देखि २०१५ सम्म यो अनुसन्धानात्मक कार्य सम्पन्न गरिएको थियो । लमजुङ जिल्लाका १३०० मी., १००० मी. र ७०० मी. उच्चाइमा अवस्थित बगैचाहरुमा ११ अक्टोबरदेखि ३० नोभेम्बरसम्म १० दिनको फरकमा फलको परिपक्वता र गुणस्तरसम्बन्धी अध्ययन गरिएको थियो । पूर्ण हरियो, २५ प्रतिशत पहेलो, ५० प्रतिशत पहेलो, ७५ प्रतिशत पहेलो र पूर्ण पहेलो रडको आधारमा फललाई विभाजन गरी चार हप्ताको भण्डारण अवधिमा गुणस्तर अध्ययन गरिएको थियो । मेर सेप्टेम्बर महिनामा दुईपटक २% यूरिया र ०.४% प्रतिशत सूक्ष्म खाद्यतत्व (एग्रोमिन) छुट्टाछुट्टै र सम्मिश्रण रुपमा बोटमा छक्केर उत्पादकत्व र फलको गुणस्तरमा पर्ने असरसम्बन्धी अध्ययन गरिएको थियो । वाली टिपुभन्दा २० र ३५ दिनअधि १०, २० र ३० पी.पी.एम. जिब्रेलिक एसिड बोटमा छक्केर फलको गुणस्तरमा परीक्षण गर्नुकोसाथै नोभेम्बर २०, डिसेम्बर ५ र डिसेम्बर २० मा वाली टिपेर १५ दिनसम्म कोठामा तथा ९० दिनसम्म शीत घरमा भण्डारणगरी गुणस्तर तथा भण्डारण आयुको क्षमतामा सम्बन्धी अध्ययन गरिएको थियो । लौरिको प्रयोग, फललाई सिधै हातले तानेर, फललाई बटारेर तथा कैचीको प्रयोग गरी फल टिपेर शीत घरमा ९० दिनसम्म भण्डारण गरी फलको गुणस्तर अध्ययन गरिएको थियो । लमजुङ जिल्लाबाट विविध प्याकेजिङ सामग्रीहरु बाँसको टोकरी, काठको बाकस, काटुन र केटमा सुन्तला प्याकेजिङ गरी काठमाण्डौसम्म दुवानी र त्यसपछिको भण्डारणमा हुने क्षति र गुणस्तरको तुलनात्मक मूल्याङकन गरिएको थियो । सुन्तलाको फललाई मैनाको भोल (१०%), बेविस्टिन (०.१%), मैनाको भोल र बेविस्टिनको सम्मिश्रण, क्याल्सियम क्लोरोईड (१%) र जिवातु (५%) को भोलद्वारा उपचार गरेर चार हप्ता कोठामा भण्डारण गरी गुणस्तर अध्ययन गरिएको थियो । अनुसन्धानको नतिजाअनुसार उचाई र वाली लिने समयको विविधताले फलको परिपक्वता र गुणस्तरमा असर पारेको थियो । जसअनुसार, ७०० मी. को उच्चाइमा अवस्थित बगैचामा फलको परिपक्वता छिटो हुनुको साथै गुलियो र अभिलय पनाको अनुपात धेरै (८.९६) देखिए पनि माथिल्लो क्षेत्रमा (१००० र १३०० मी.उचाई) मा गुलियो पना र अम्लीय पनाको अनुपात बिस्तारै बढ्दै जानुकासाथै समग्र गुणस्तर अब्बल पाईएको

थियो । फलको तौल र रसको बृद्धि तल्लो क्षेत्रमा १० नोभेम्बरसम्म र त्यो भन्दा माथि भने २० नोभेम्बरसम्म हुने र त्यसपछि विस्तारै घट्दैगएको पाइएको थियो । सबैभन्दा बढी फलको तौल (१०४.९ ग्रा.) र धेरै रसको मात्रा (१५.२३ प्र.) नोभेम्बर २० मा १००० मी. उच्चाइमा अवस्थित बगैचामा पाइएको थियो । गुणस्तरीय फलकालागि १००० देखि १३०० मी. उचाई र फलको परिपक्वताको हिसाबले १० देखि २० नोभेम्बर उपयुक्त देखिएको थियो । पचास प्रतिशत पहेले रडका फलमा कम वजन क्षति (७.७५%) र दुसरीजन्य क्षति (२.४५%), उच्चतम दुक्रता (३.१५%) के जी. / से.मी.), र सबभन्दा बढी रसको प्रतिशत (४६.८४%) पाइएको थियो। मे र सेप्टेम्बर महिनामा दुर्घटक २४% यूरिया र ०.४% सुक्ष्म खाद्यतत्व छुट्टाछुट्टी र मिश्रण गरी बोटमा छक्के हेर्दा यूरिया र सुक्ष्मखाद्य तत्वको सिम्मश्रणले सबैभन्दा बढी फल संख्या (४८९.५५% / प्रति बोट), फलको तौल (१०५.५६ ग्र.मी.), अधिकतम रसको प्रतिशत (५५.८७%), र उच्चतम भिटामिन सी (३५.६७ मि.ग्र./१०० एम.एल.) पाइएको थियो। बाली टिपाई अघि १०, २० र ३० पि.पि.एम.को परिमाणमा जिबेलिक एसिड छक्के हेर्दा २० पी.पी.एम.को प्रयोगले फलको तौल उच्चतम (१२८.६ ग्र.मी.), बढी दुक्रता (३.५४ के.जी. / से.मी.), अधिकतम रसको प्रतिशत (५७.७५%) र सबभन्दा बढी गुलियो र अम्लीय पनाको अनुपात (२१.२४%) पाइएको थियो। तर ३० पी.पी.एम. को प्रयोगले तौल र दुसरीजन्य क्षति दुबै भण्डारण अवस्थामा कमशः कोठा (५.१७% र १.०२%) र शीत घरमा (६.६९% र ८.२१%) तुलनात्मक रूपमा कम पाइएको थियो। टिपाइका तरिकाहरु कमशः तौलको प्रयोग गरेर, फललाई सिधा हातले तानेर, फललाई बटारेर तथा कैचीको प्रयोगले फल टिपी ९० दिनसम्म शीत घरमा भण्डारण गरेर हेर्दा कैचीको प्रयोगले टिपेको फलमा तौल कम घटेको (३.१५%) र कम कुहिएको (८.३३%), धेरै दुक्रता (३.३ के.जी. / से.मी.), रसको मात्रा बढी (४९.६९%) र धेरै भिटामिन सी (२५.५० मि.ग्र./१०० एम.एल.) पाइएको थियो। लमजुड जिल्लाबाट विविध प्याकेजिड सामग्रीहरु जस्तै बाँसको टोकरी, काठको बाकस, काटुन र केटमा सुन्दरता प्याकेजिड गरी काठमाण्डौंसम्म २०० कि.मी.को दूरीमा दुवानी गर्दा काटुनमा प्याकेजिड गरिएको सुन्दरता फलमा कम क्षति (१.१७%) देखिएको थियो र त्यसपछिको चार हप्ता भण्डारण अवधिभित्र काटुनमा प्याकेजिड गरिएको सुन्दरता फलमा भौतिक (७.०८%) तथा दुसरीजन्य क्षति (३.८३%) धेरै कम पाइएको थियो भने अन्य भौतिक तथा रासायनिक सूचाङ्कहरु दुक्रता (३.४५ के.जी. / व.से.मी.) र रसको मात्रा (४६.३७%), अम्लीय पना (०.९७%), भिटामिन सी (२६.७४ मि.ग्र./१०० एम.एल.) र इन्द्रिय मूल्याङ्कन (४.५१) उच्चतम भेटिएको थियो भने गुलियोको मात्रा (१०.७% “ब्रिक्स”) कम पाइएको थियो। सुन्दरता फललाई मैनको भोल (१०%), बेबिस्टिन (०.१%), मैनको भोल र बेबिस्टिनको सिम्मश्रण, क्याल्सियम क्लोराईड (१%) र जिवातु (५%) को भोलद्वारा उपचारपरिचालन कठोरता भण्डारण गर्दा फलको गुलस्तरमा प्रभावकारी सुधार आएको थियो। खासगरी मैनको भोल छुट्टी र बेबिस्टिनसंग मिश्रण गरी उपचार गर्दा भौतिक तथा दुसरीजन्य क्षति धेरै कम हुनुका साथै फलको दुक्रता (३.०३ के.जी. / व.से.मी.), रसको मात्रा (४३.८१%) र भिटामिन सी (२४.६५ मि.ग्र./१०० एम.एल.) सबभन्दा बढी पाइएको थियो। उपचार गरेको फलमा सामान्य भण्डारण भन्दा थप दुर्घट हप्ता भण्डारण आयु बृद्धि भएको पाइएको थियो ।

Survey and Management of Maize Weevil (*Sitophilus Zeamais* Motschulsky) in the Mid Hills of Nepal

Ram Babu Paneru (ENT-02P-2014), PhD 2018

Department of Entomology

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Resham Bahadur Thapa, PhD)

Maize is the second most important cereal crop after rice in Nepal. This crop suffers even after harvest in storage. Therefore, farmers' field survey, varietal screening, and botanical evaluation with different containers were carried out to identify farmers' practices, development of post-harvest technology, and its verification in farmers' storage conditions for the management of maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky). The survey was conducted in the mid and far western mid-hills of Nepal, purposively sampling 120 household heads. Thirty-two maize genotypes were screened against *S. zeamais* in no-choice and free-choice conditions, then rhizome dust or flake and leaves of botanicals, i.e. i) *Corcuma domestica* (Valot) rhizome flakes, ii) *C. domestica* rhizome dust, iii) *Acorus calamus* (Hamilt) stolen dust, iv) *Zingiber officinale* (Roscoe) rhizome flakes, v) *Azadirachta indica* (A. Juss) leaf dust, vi) *Citrus limon* (Burmam) leaf dust, vii) *Juglans nigra* (L.) leaf dust, viii) *Debregeasia saeneb* (Forssk) leaf dust, ix) cattle dung ash, x) *Oryza sativa* (L.) husk ash, xi) *Agave americana* (L.) leaf ash, and xii) untreated control, and storage containers, i.e., aluminum bin, earthen pot, polythene pot and jute bag, each with botanicals (*A. calamus* dust, *A. indica* leaf dust and *O. sativa* husk ash) evaluated against *S. zeamais* with 3 replications at laboratory conditions (Maximum 24-32°C and Minimum 18-27°C). Farmers' survey estimated post-harvest maize loss of 20% caused by pests, of which the maize weevil (*S. zeamais*) was the first priority serious pest of economic importance. An ordinary least squares regression (OLS) used to identify the parameters associated with post-harvest maize losses due to pests. Finding showed that farmers who harvested maize cobs before the first week of September and stored shelled grains in jute bags (katto) suffered grains loss by 14% and 5%, respectively. The findings clearly indicated 8%, 6%, 4% and 2% reduction of postharvest losses by growing and storing maize below 800 masl, households with farming occupation, storing de-husked cobs in bamboo basket (dokko) and storing husked cobs in vertical/horizontal wooden or bamboo frames (thakro), respectively. The genotype screening results showed that the maize genotypes had different response to maize weevil damage, ranging from susceptible to tolerant. The genotypes Manakamana-3, Lumle White POP Corn, and Ganesh-2 showed their tolerance to *S. zeamais* as evidenced by a lower number of weevil emerged/attracted, lower amount of grain debris release, and lower proportion of bored grains, while the genotype ZM-627 was the most susceptible to weevil damage in both tests. Botanicals and storage containers studies revealed that the extent of

grain damage varied depending upon types of botanicals and storage containers. *A. calamus* dust @ 25g/kg was effective against *S. zeamais* for 230 days, which was 16 times better than control in terms of bored grains. Regarding the storage containers with botanicals, aluminum container with *A. calamus* treatment was 28 times better than the jute bag without botanical treatment (82.5%) in term of grain damage. The effect of maize variety was prominent against the maize weevil damage in farmers' condition. The Manakamana-3 maize was superior to Poshilo Makai-1 in all 3 containers. Hence, the storing of maize grains like Manakamana-3 in An aluminum container with *A. calamus* rhizome dust treatment @ 25 g/kg grains can be recommended under the farmers store condition for the storage of maize under mid-hill condition. The findings are useful to aware farmers about the appropriate harvesting time, storage structures and post-harvest handling practices to reduce pest loss in maize storage to improve grain protection in storage and the varietal improvement/release program.

नेपालमा मकै, धानपछिको दोस्रो महत्वपूर्ण खाद्यान्न बाली हो। यो बालीको उत्पादनोपरान्त भण्डारमा पनि उल्लेखनीय क्षति हुन्छ। अतः घुन व्यवस्थापन प्रविधि विकास गर्ने उद्देश्यले मकै भण्डारण व्यवस्थापन सम्बन्धित कृषकहरूको ज्ञान र तौरतिरिका थाहा पाउन, उपयुक्त भण्डारण प्रविधि विकास गरी कृषकको भण्डारमा प्रमाणिकरण गर्नको लागि कृषकको भण्डार सर्वेक्षण, कीरा अवरोधी मकैको जातीय छनौट, विभिन्न भण्डारण उपकरणमा बनस्पतिक पदार्थहरूको प्रभावकारिता परिक्षण गरिएको थियो। नेपालको मध्य तथा सुदूर पश्चिम भेगको मध्येपहाडी क्षेत्रका १२० घरधुरी उद्देश्यमुलक तरिकाले छनौटगरी सर्वेक्षण गरिएको थियो। घुनको स्वतन्त्र रोजाई र बिना रोजाई अवस्थामा ३२ वटा मकैका जातहरू (उन्मोचित, उन्मोचनमुख) को घुन अवरोधीपन छनौट गरिएको थियो। विभिन्न बनस्पतिको गानाको धुलो तथा टुक्रा तथा पातको धुलो, जस्तै: १) हलेदो गानाको टुक्रा, २) हलेदो गानाको धुलो, ३) बोभो गानाको धुलो, ४) अदुवा गानाको टुक्रा, ५) निम्न पातको धुलो, ६) निवृत्ति पातको धुलो, ७) हाडेओखर पातको धुलो, ८) तुषारो पातको धुलो, ९) गाइवस्तु गोबरको खरानी, १०) धान भुसको खरानी, ११) केतुक पातको खरानी, १२) कन्ट्रोल, र भण्डारण उपकरणहरू जस्तै: १) आल्मुनियम बिन, २) माटोको ध्याप्तो, ३) प्लास्टिकको भाडो, ३) बासको टोकरी र ४) जुटको थैलो हरेकमा बनस्पतिक पदार्थ (बोफो गानाको धुलो, धान भुसको खरानी, निम्न पातको धुलो) सहित प्रयोगशालामा (अधिकतम तापक्रम: २४ देखि ३२° से.प्रे. र न्यूनतम तापक्रम: १८ देखि २७° से.प्रे.) ३ पटक दोहोराई मकैको घुन विरुद्ध प्रभावकारिता मुल्याकन गरिएको थियो। कृषक सर्वेक्षणले उत्पादनोपरान्त मकै भण्डारमा शत्रुजीवले २०% मकै क्षति हुने गरेको देखिएको छ, साथै आर्थिक महत्वको दृष्टिकोणले प्राथमिकताको आधारमा शत्रुजीवमध्ये मकैको घुन मुख्य शत्रुजीव भएको पुष्टि गरेको छ। शत्रुजीवद्वारा उत्पादनोपरान्त मकै क्षतिमा घटबढ गर्ने विभिन्न कारकतत्वहरूको अन्तर्निहित सम्बन्धित पत्ता लगाउन तथ्याङ्क विश्लेषण गरियो। कृषकहरू, जसले सेप्टेम्बर पहिलो हप्ता अगावै मकै भाची थन्काउने गर्छन् र मकै छोडाएर जुटको थैलोमा राख्छन् उन्नहरूको मकै क्षति क्रमसः १४% र ५% बढि हुने व्यहोरा नतिजाले देखाएको छ। यस विश्लेषणले, ८०० मिटर उच्च भन्दा तल मकै लगाइ भण्डार गर्दा, कृषि पेशामा अनुभवी घरमुलीकोमा, खोस्टा निकालिएका घोगा डोकोमा भण्डार गर्दा र खोस्टा लगायतको घोगा थाकोमा राख्दा क्रमसः ८%, ६%, ४% र २% मकै क्षति क्रम हुने प्रष्ट आकडा देखिएको छ। मकै अनुजातले घुन विरुद्ध सहनसिलदेखि अवरोधिसम्मको फरक फरक अवरोधस्तर देखाएको पाईयो। परिक्षण गरिएको मकैमा विकसित घुन प्रजातिको संख्या,

आकर्षित घुनको संख्या, भरेको पिठोको मात्रा र प्वालपरेको दानाको संख्या आधारमा मनकामना-३, लुम्ले सेतो पपकर्न र गणेश-२ मकै घुनको आक्रमणमा सहनसिल पाईए भने मकै अनुजात जेड एम ६२७ सर्वेभन्दा बढि संवेदनसिल देखियो । परिक्षण गरिएको मकैमा घुनको क्षति प्रयोग भएका वनस्पतिक पदार्थ र भण्डारण उपकरणको विकसिम अनुसार फरक फरक पाईयो । बोभो गानाको धुलो २५ ग्राम प्रति के.जी. मकैका दरले उपचारगरी बासको टोकरीमा भण्डार गर्दा २३० दिनसम्म घुन विरुद्ध प्रभावकारी पाईयो, जुनकि बिना उपचार राखिएको मकै भन्दा १६ गुना बढि प्रभावकारी थियो । बोभो गानाको धुलोले उपचार गरेको मकै अल्मुनियम बीनमा भण्डार गर्दा बिना उपचार जुट थैलोमा भण्डार गरेको भन्दा २८ गुना बढि घुन विरुद्ध प्रभावकारी पाईयो । कृषकको भण्डारमा गरिएको परिक्षणमा घुन आक्रमण विरुद्ध मकै जातको प्रभाव ३ वटै उपकरणहरु (आल्मुनियम बीन, प्लास्टिक भाडो र जुट बोरा) मा प्रष्ट देखिएको पाईयो । घुन आक्रमण विरुद्ध मनकामना-३ मकै पोलिसलो मकै-१ भन्दा उत्कृष्ट पाईयो । यसकारण, मध्य पहाडी क्षेत्रको कृषक भण्डारणमा घुनबाट हुने क्षति न्यून गर्नको लागि मकैलाई अल्मुनियम बीनमा बोभोको गानाको धुलो २५ ग्रा. प्रति के.जी.मकैका दरले उपचार गरि भण्डार गर्न कृषकहरुलाई सिफारिस गरिन्छ । मकै भण्डारणमा घुनबाट हुने क्षति न्यून गर्न मकै भान्ने उपयुक्त अवस्था, उपयुक्त भण्डारण उपकरण तथा क्रियाकलाप, घुन विरुद्ध मकैको जातिय छनौट गर्न अध्ययनबाट प्राप्त नतिजाहरु कृषकका लागि उपयोगि छन् ।

Exploring End Uses of Commercially Important Medicinal Plant Species in Nepal

Gandhiv Kafle (COE-03P-2015), PhD 2019

Department of Agri-Botany and Conservation Ecology

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Indira Bhattarai Sharma, PhD)

Knowledge of end products of medicinal plants and their consumption can be useful for predicting future demand and planning for sustainability. *Neopicrorhiza scrophulariiflora* (Pennell) D. Y. Hong of the Scrophulariaceae family (hereinafter referred to as *N. scrophulariiflora*) has medicinally important rhizomes with high levels of trade. *Ophiocordyceps sinensis* (Berk.) G. H. Sung, J. M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora (syn. *Cordyceps sinensis* Berk.) (hereinafter referred to as *O. sinensis*) is a medicinal plant found in subalpine and alpine Himalayan pastures, consisting of the fruiting body of a parasitic fungus and its host caterpillar, the alpine ghost moth of the genus *Thitarodes*. *Aconitum spicatum* (Bruhl) Stapf (hereinafter referred to as *A. spicatum*), belonging to the family Ranunculaceae, is a poisonous herb with tubers of medicinal value that grows in moisture-retentive but well-draining soils of mountain meadows. This research was carried out from July 2016 to July 2017 to explore the industrial demand of *N. scrophulariiflora*, *A. spicatum*, and *O. sinensis*, the manufacturing of their end products, legal provisions for trade, and conservation of *N. scrophulariiflora* and the consumption of its end products in Nepal. A telephone interview was conducted with representatives of herbal manufacturing industries using a structured questionnaire and checklist in November 2016 to find out the industries that process *N. scrophulariiflora*, *A. spicatum*, and *O. sinensis*. A total of 2313 herbal products were surveyed for *N. scrophulariiflora*, *A. spicatum*, and *O. sinensis* as ingredients in 38 retail shops of Bharatpur and Kathmandu cities of Nepal to find out the end products containing these species and their manufacturers. Then, processing industries of these species in Nepal were interviewed using a structured questionnaire and a checklist. A consumer survey was conducted among purchasers and consumers (patients) of end products (Ayurvedic medicines) containing *N. scrophulariiflora* (n=513) in five different cities of Nepal using a structured questionnaire and checklist to explore characteristics of consumers and consumption of its end products. An online survey (n=58) was also administered using structured questionnaires to explore reasons for choosing to consume Ayurvedic medicines by consumers in Nepal. It was found that four industries processed ten kg *O. sinensis* in a year (2015/16) and produced four types of end products, such as Ayurvedic tonic, food supplement, alcoholic beverage, and sex stimulant tea. The end products containing *O. sinensis* were reported to have multiple benefits to the human body, including enhancing immunity power, boosting stamina, inducing relaxation, providing energy and mental

freshness, and healing several health disorders. There were 23 herbal industries manufacturing 45 types of Ayurvedic medicines as end products containing *N. scrophulariiflora*. The volume and value of annual demand of its dry rhizomes in Nepal were found to be 6076 kg and NRs 8573236 (USD 83235.30) respectively in 2015/16, with an average of 264.17 kg/industry and NRs 1410.87 (USD 13.69) per kg. No herbal manufacturing industries were found processing *A. spicatum* to produce end products in Nepal in 2015/16. The utilization of Ayurvedic medicines containing *N. scrophulariiflora* for the treatment of health disorders of human is prevalent in Nepal. Men and women consumers of diverse ages and with different socio-economic profiles were found to consume Ayurvedic medicines containing *N. scrophulariiflora* to treat health disorders associated with different organ systems of the body. The consumers receiving Ayurvedic medicines containing this species were children, adults, and elders ranging from 1 to 98 years old (average 37.6 years). Employed and unemployed, educated and illiterate consumers were found to consume Ayurvedic medicines containing *N. scrophulariiflora* to treat their health disorders in Nepal. Consumers receiving those medicines were from households having diverse annual cash income levels. The purchase and consumption of Ayurvedic medicine containing *N. scrophulariiflora* was most often guided by a doctor's prescription. Most of the respondents believed that the prices of those Ayurvedic medicines were fairer than other types of medicines. Ayurvedic medicines are believed to bring harmony and balance in the mind, body, spiritual well-being, and social welfare of humans. The reasons for the preference for these medicines are of great interest for exploration. Fewer or no side effects, preference to the natural way of healing, belief regarding the healing of disease, ease of access (availability and cost), and advertisement and recommendation from others were the major reasons that the consumers chose to consume Ayurvedic medicines for their own's healing. In case of Ayurvedic medicines containing *N. scrophulariiflora*, the majority of the consumers believed that these medicines have fewer or no side effects, can cure illness, particularly for long-term chronic diseases, are cheaper than allopathic medicines, are easily available to purchase, and are recommended by family members. Healing was not successful in the past with allopathic and other types of medicines for the majority of consumers who preferred to consume Ayurvedic medicines containing *N. scrophulariiflora*. Despite changing legal regulations, trade and consumption of *N. scrophulariiflora* exist in Nepal. The domestic industrial consumption of *N. scrophulariiflora* and *O. sinensis* was found to be insignificant in comparison to their harvested volume in trade, and should not be considered a major threat to this species. Diversification of end products of the *N. scrophulariiflora* and *O. sinensis* is recommended to contribute to the national economy while promoting consumer healthcare in Nepal. Similar studies are recommended in other countries like India and China, where the *N. scrophulariiflora* and *O. sinensis* are used from Nepal. Further scientific studies and interventions are recommended for concerned health

authorities and nursing practitioners of Nepal to test and validate the safety and effectiveness of the consumption of Ayurvedic medicines.

भविष्यको मागको आकलन र सङ्कलनको दिगोपनको लागि योजना बनाउनको लागि जडिबुटिवाट बनाईएका अन्तिम उपभोग्य सामानहरू र तिनीहरूको उपभोगको ज्ञान महत्वपूर्ण हुन सक्दछ । नेपालको हिमाली क्षेत्रमा पाईने स्कोफुलारीएसि परिवारको कुटुकी जडिबुटिको औषधिजन्य जराहरू हुन्छन् जुनको व्यापार उच्च स्तरको छ । नेपालको हिमाली क्षेत्रमा पाईने यासागुम्बा जडिबुटिको पनि व्यापार उच्च स्तरको छ । रानुकूलेसि परिवारको विष नेपालको हिमाली क्षेत्रमा पाईने एक विषालु जडिबुटि हो र यसको पनि औषधिजन्य जराहरू हुन्छन् जुनको व्यापार उच्च स्तरको छ । नेपालमा कुटुकी, विष र यासागुम्बाको औषधोपयोगिक माग, यिनीहरूको अन्तिम उपभोग्य सामानहरूको उत्पादन, कुटुकीको व्यापार र संरक्षणको लागि कानुनी प्रावधानहरू र यसका अन्तिम उपभोग्य सामानहरूको उपभोगको अन्वेषण गर्न सन् २०१६ को अगस्तबाट सन् २०१७ को जुलाई सम्म यो अनुसन्धान गरिएको थियो । कुटुकी, विष र यासागुम्बाको प्रशोधन गरि अन्तिम उपभोग्य सामानहरूको उत्पादन गर्न उद्योगहरूको पहिचान गर्न नेपालका हर्बल उत्पादक उद्योगहरूको प्रतिनिधीहरूसँग प्रश्नावली र चेकलिस्टको प्रयोग गरि नोभेम्बर २०१६ मा टेलिफोन अन्तर्वार्ता लिइयो । कुटुकी, विष र यासागुम्बाको प्रशोधन गरि बनाइएका अन्तिम उपभोग्य सामानहरू र ति सामानहरूको उत्पादन गर्न उद्योगहरूको पहिचान गर्न नेपालका काठमाण्डौ र भरतपुर शहरहरूको ३८ किराना पसलहरूमा जम्मा २३१३ हर्बल सामानहरूको सर्वेक्षण गरियो । त्यसपछि प्रश्नावली र चेकलिस्टको प्रयोग गरि कुटुकी, विष र यासागुम्बाको प्रशोधन गर्न उद्योगहरूको प्रतिनिधीहरूसँग अन्तर्वार्ता लिइयो । कुटुकी, विष र यासागुम्बाको प्रशोधन गरि बनाइएका अन्तिम उपभोग्य सामानहरूको उपभोक्ताहरूको गुणहरू र चेकलिफ्टको प्रयोग गरि ति सामानहरूको ५१३ जना क्रेता र उपभोक्ताहरूसँग नेपालका पाँच विभिन्न शहरहरूमा प्रश्नावली र चेकलिस्टको प्रयोग गरि उपभोक्ता सर्वेक्षण गरियो । नेपालमा उपभोक्ताहरूले आयुर्वेदिक औषधिकारको उपभोग गर्न रोज्नुका कारणहरू पत्ता लगाउन प्रश्नावलीको प्रयोग गरि १८ जना उपभोक्ताहरूको एक अनलाइन सर्वेक्षण पनि गरियो । यो पत्ता लगाइको कि नेपालका चार वटा मात्रै उपभोक्ताहरूले सन् २०१५/०१६ मा जम्मा दश किलोग्राम यात्रागुच्चाको प्रशोधन गरि जम्मा चार भरिका अन्तिम उपभोग गरि सामानहरूको उत्पादन गरे । ति सामानहरू आयुर्वेदिक टोलिक, साथ सच्चिमेण्ड, अल्कोलजन्य पेय पदार्थ र यौनवर्धक रहेका थिए । यासागुम्बाजन्य अन्तिम उपभोग गरि सामानहरूको मानव शरीरलाई धेरै फाइदाहरू रहेको पाइयो । ति फाइदाहरू यस प्रकार रहेका छन् : रोग प्रतिरोधात्मक क्षमतामा बृद्धि, यौन दुर्बलता घटाउने, आराम दिने, शक्तिवर्धक, मानसिक ताजगी प्रदान गर्ने, र विभिन्न रोगहरू निको पार्ने । नेपालमा जम्मा २३ उपभोक्ताहरूले कुटुकीजन्य आयुर्वेदिक औषधिकारको उत्पादन गरेको पाइएको छ । नेपालमा सन् २०१५/०१६ मा कुटुकीका सुकेका जराहरूको औषधिक मागको परिमाण र मूल्य क्रमशः ६०७६ किलोग्राम र ने.रु. ८५७३२३६ (अमेरिकी डलर ८३२३५.३०) रहेको पाइयो । नेपालमा उपभोक्ताहरूको कुटुकीको औसत मागको परिमाण २६४.१७ किलोग्राम र प्रति कि ने.रु. १४१०.८७ (अमेरिकी डलर १३.६९) रहेको पाइयो । नेपालका कुनै पनि हर्बल उत्पादक उपभोक्ताहरूले सन् २०१५/०१६ मा उपभोग गरि सामानहरूको उत्पादन गर्न विषयको प्रशोधन गरेको भेटिएन । नेपालमा मानवका स्वास्थ्य समस्याहरूको उपचारको लागि कुटुकीजन्य आयुर्वेदिक औषधिकारको उपयोग भएको पाइयो । विविध उमेरका र विभिन्न सामाजिक-आर्थिक तहका पुरुष र महिला उपभोक्ताहरूले शरिका विभिन्न अङ्ग प्रणालीहरूसँग सम्बन्धित स्वास्थ्य समस्याहरूको उपचार गर्न कुटुकीजन्य आयुर्वेदिक औषधिकारको उपभोग गरेको पाइयो । यी

औपाधिकार प्राप्त गर्ने उपभोक्ताहरू एक वर्ष देखि ९८ वर्ष उमेर सम्मका बच्चावच्ची, बयस्कहरू र वृद्धहरू थिए, यिनीहरूको औषत् उमेर ३७.६ वर्ष रहेको पाइयो। जागिरे र बेरोजगार, साक्षर र निरक्षर उपभोक्ताहरूले स्वास्थ्य समस्याहरूको उपचार गर्न कुटुंबीजन्य आयुर्वेदिक औपाधिकारको उपभोग गरेको पाइयो। ति औपाधिकार प्राप्त गर्ने उपभोक्ताहरू विविध वार्षिक नगद आम्दानीको स्तर भएका घरधुरीहरूबाट रहेका पाइयो। कुटुंबीजन्य आयुर्वेदिक औपाधिकारको खरिद र उपभोग डाक्टरको सिफारिसले धेरैजसो निर्देशित गरेको पाइयो। धेरैजसो उपभोक्ताहरूका कुटुंबीजन्य आयुर्वेदिक औपाधिकारको मूल्य अन्य खालका औपाधिकार भन्दा सस्तो रहेको भन्ने विषयास थियो। आयुर्वेदिक औपाधिकारले मानवको मन, शरीर, आध्यात्मिक तनुस्कृति र सामाजिक कल्याणमा सामञ्जस्य र सन्तुलन ल्याउने विश्वास रहिआएको छ। नेपालमा उपभोक्ताहरूले यी आयुर्वेदिक औपाधिकार रोज्नुको कारणहरू अन्त्येपणको लागि ठूलो चासोको विषय रहेको छ। यो अनुसन्धानबाट यो पत्ता लगाइएको छ कि कम या शून्य अतिरिक्त असरहरू, प्राकृतिक तरिकाबाट स्वास्थ्योपचार गर्ने रोजाइ, रोग निको पाछि भन्ने विषयास, सहज पाईच (उपलब्धता र मूल्य), र विज्ञापन र अरुवाट सिफारिस गरिनु उपभोक्ताहरूले आफ्नो स्वास्थ्योपचारको लागि आयुर्वेदिक औपाधिकरणको उपभोग गर्न रोज्नुका मुख्य कारणहरू रहेको थिए। कुटुंबीजन्य आयुर्वेदिक औपाधिकरणको हकमा, धेरैजसो उपभोक्ताहरूमा तिर औपाधिकरणको कम या शून्य अतिरिक्त असरहरू हुने, दिई रोगहरू निर्मूल पार्ने, एलोपेथिक औपाधिकरण भन्दा सस्तो रहेको, खरिद गर्न सजिलै उपलब्ध रहेको भन्ने विषयास रहेको र परिवारका सदस्यहरूबाट सिफारिस गरिएको पाइयो। धेरैजसो उपभोक्ताहरूमा विगतमा एलोपेथिक र अरु खालका औपाधिकरणको रोग सन्चो नभएको पाइयो। नेपालमा कानुनी प्रावधानहरूमा भइरहेका परिवर्तनहरूबाट संकलन गरिएका कुटुंबीको व्यापार र उपभोग कायम रहेको पाइयो। प्राकृतिक बासस्थानहरूबाट संकलन गरिएका कुटुंबी र यासंगुम्बाको परिमाणको तुलनामा नेपालमा यि जटिवृद्धिहरूको औधोभिगक खपत न्युन रहेको थियो र यो खपतलाई यि जडिवृद्धिहरूको लागि मुख्य खतरा मान्नु हुँदैन। उपभोक्ताको स्वास्थ्यको हेरचाहलाई प्रवर्धन गर्दै राष्ट्रिय अर्थतन्त्रमा योगदान पुऱ्याउन कुटुंबी र यासंगुम्बाजन्य अन्तिम उपभोग्य सामानहरूको विविधता गर्नपर्ने देखिन्छ। नेपालबाट कुटुंबी र यासंगुम्बाको निकासी हुने अन्य देशहरू जस्तै र भारत र चीन मा पनि यस्तै खालका अध्ययनहरूको सिफारिस गरिएको छ। आयुर्वेदिक औपाधिकरणको उपभोगको सुरक्षा र प्रभावकारीताको परिक्षण र प्रमाणिकरण गर्न सम्बन्धित स्वास्थ्य निकायहरू र निर्वर्ग व्यवसायीहरूले यप वैज्ञानिक अध्ययनहरू र कदमहरू चाल्नको लागि सिफारिस गरिएको छ।

Value Chain Analysis of Maize Seed in Western Nepal

Rajendra Prasad Mishra (AEC-01P-2014), PhD 2019

Department of Agriculture Economics and Agribusiness Management
(Chairperson of the Advisory Committee: Ganesh Raj Joshi, PhD)

Maize is the second staple crop and focused by Agriculture Development Strategy to increase production and productivity for meeting increasing domestic demand in Nepal. The availability of improved quality seed in sufficient quantity at the right time in accessible places with sufficient varietal options can greatly contribute to higher production and productivity of the crop in the country. In this context, this study was conducted in western Nepal to analyze the value chain of maize seed with special focus on structure, conduct, and performance; adoption of improved varieties of maize seed production; and to assess farmers' willingness to pay for improved varieties of maize seed. Field and market survey, review, and participatory discussion approaches were used to accomplish the objectives of the study. A total of 200 seed producers, 200 grain producers, and 200 seed users were randomly selected using simple random sampling techniques for collecting primary data relevant to the study from Dadeldhura, Doti, Dailekh, and Surkhet. Group discussions and key informants' interviews were conducted among seed collectors, processors, dealers, source seed producers, government, and non-government organizations for validating the primary information and collecting the information required for the study. Logistic regression analysis; structure, conduct and performance analysis, learner index, Herfindhal index, producers' share, marketing efficiency, gross margin, return on investment and Tobit model were employed using Microsoft Excel, SPSS and Stata for getting the outputs of the study. The net return per hectare from seed production was three times higher than that of grain producers in spite of 12 percent higher cost incurred on seed production. The benefit-cost ratio for seed producer farmers was found 1.45 in comparison to 1.11 for grain producers. The results from logistic regression revealed that the distance from road head and nearest market center, households with higher off farm income and larger land holding size limits the adoption of improved variety maize seed production; and the female headed households, household with higher number of full time farm workers and households regularly participating in village collective actions, contact with extension worker, linkage with seed processor and availability of source seed were more likely to adopt improved variety maize seed production. The findings from structure, conduct, and performance have shown that structurally maize seed value chain was operating in a competitive environment (Lerner index 0.37), a low level of market concentration for the overall chain (Herfindahl index 0.44), and a high level of market concentration for source seed production. The characteristics found in the maize seed value chain were cooperative to captive, independent ownership among value streams, lack of any entry and exit barriers with few legal and technical requirements, fragmented business, and a low level of market orientation and information flow among actors. Analysis of conduct indicators showed price determination by market forces, a low level of product diversification, a

low investment in promotion, a primary focus of actors in individual gain, no embedded services and risk-sharing mechanism, poor horizontal linkages, and strong vertical linkages. The level of trust was an important glue for the smooth functioning of the value chain, which was found to be low among chain actors. The maize seed value chain was found performing well against set objectives of food security, poverty reduction, social inclusion, local value addition, and distribution of income among actors. The income from seed production was largely concentrated among small producers, with a large proportion of value addition concentrated among farmers and a more or less equitable distribution of net margin among value streams (Ginni Index 0.74). Farmers in the study region preferred low soil fertility exhausting, low shading effect creating, and white gain maize varieties to fit their cropping pattern and food habits. The results from the Tobit analysis showed that the educational level of the household head, cultivated land holding size, availability of agriculture training, frequency of contact with extension agent, and awareness about the market price of the product were positively and significantly contributing to the probability of willingness to pay for improved seed, whereas availability of farm workers and distance from the nearest road head had a negative effect. To sum up, the current Structure, Conduct, and Performance of open-pollinated maize varieties' seed value chain was comparatively less competitive against the imported hybrid maize seed value chain with respect to market orientation, information flow, and product diversification. The increasing competition with external, more competent, coordinated, and highly efficient integrated value chains demands upgrading programs for the current maize seed value chain with respect to market orientation, product diversification, and development of a cooperative and collaborative structure in place of a fragmented one. High concentration of the source seed market needs higher participation of other agencies in source seed production and distribution, equipped with enough room for participation of private seed enterprises. There is still a need to develop a non-profit community-based seed production and distribution system, along with a price subsidy on improved variety maize seed. Designing the policy and programs for the development of new, improved varieties of maize with an aggressive and farmer-friendly marketing strategy, and private sector involvement can reap the benefits of improved maize varieties for food security, import substitution, and livelihood promotion of different value chain actors in the country.

नेपालको दोश्रो प्रमुख खाद्यान्न वाली मकैको आन्तरिक मागलाई परिपूर्ति गर्न कृषि विकास रणनीतिले यसको उत्पादन तथा उत्पादकत्व बढाउने कुरालाई लक्षित गरेको छ। कृषकहरूले मन पराएका उन्नत जातको मकैको गुणस्तरिय विउको प्रयाप्त परिमाण, उपयुक्त समय र सुलभ ठाउँमा उपलब्धताले देशमा मकैको उत्पादन तथा उत्पादकत्व बढाउन महत्वपूर्ण योगदान गर्न सक्छ। यस सन्दर्भमा पश्चिम नेपालमा मकैको मुख्य श्रृंखलाको संरचना, संचालन आचरण तथा कार्यसंपादन, कृषकहरूले उन्नतजातको मकैको विउ उत्पादनको अनुशरण तथा विउ खरिदकर्ता कृषकहरूको विउको मुल्य तिरन इच्छुकताको विश्लेषण गर्न यो अध्ययन गरिएको हो। उल्लेखित उद्देश्य परिपूर्ति गर्नको लागि स्थान विशेषको सर्वेक्षण, पुनरावलोकन र सहभागीतात्मक छलफल पद्दतीहरू अपनाइएको थियो। डडेलधुरा, डोटी, दैलेख, सुर्खेत जिल्लाका २०० मकैको विउ उत्पादक, २०० साधारण मकै उत्पादक, २०० मकैको विउ प्रयोगकर्ता कृषकहरू जो कोही पर्न सक्ने नमुना संकलन पद्दतीबाट छनौट गरि सर्वेक्षण गरिएको थियो। प्राप्त सुचनाहरूको

प्रमाणीकरण र सुचना संकलनकोलागी विउ संकलन कर्ता, प्रयोग कर्ता, थोक तथा खुद्रा बिक्रेता, प्रशोधनकर्ता, स्रोत विउ उत्पादक, सरकारी, गैरसरकारी संघ संस्था माझ समुह छलफल र मुख्य सूचना दाता विधिको प्रयोग गरिएको थियो । यसरीसंकलित सुचनाहरूको माइक्रोसफ्ट इक्सेल, स्टाटा, एसपिएएसएस सफ्टवेयरको प्रयोगगरी, टोविट मोडल, लजिट मोडल, मुख्य श्रृंखलाको संरचना, संचालन आचार तथा कार्यसंपादनको विश्लेषण, हरफिण्डाल इन्डेक्स, लर्नर इन्डेक्स, लगानी प्रतिफल, बजार दक्षता, विभिन्न सरोकारवालाहरूको उपभोगता मूल्यमा हिस्सेदारीको विश्लेषण गरिएको थियो । विउ उत्पादक कृषकको प्रति हे. लगानी १२ प्रतिशतले बढी भएपनि खुद नाफा साधारण मकै उत्पादक कृषकहरूको भन्दा तिन गुणा बढी र विउ उत्पादक र साधारण मकै उत्पादक कृषकहरूको लाभ लागत अनुपात क्रमशः १.४५ र १.११ रहेको पाइयो । लजिस्टिक रिग्रेसनको परिणाम अनुसार सडक र बजार केन्द्रबाट दुरी, गैर खेतीबाट हुने उच्च आय, जमिनको स्वामित्वको ठुलो आकारले विउ उत्पादन अनुशरणलाई नकारात्मक र घरधुरीमा महिलाको नेतृत्व, खेतीमा काम गर्ने परिवार सदस्य संख्या, कृषक परिवारको सामुहिक कार्यमा निरन्तर सहभागी हुने प्रवृत्ती, प्रसार कार्यकर्ता संगको सम्पर्क, विउ प्रशोधनकर्ता संगको सम्बन्ध र स्रोत विउको उपलब्धताले सकारात्मक असर पारेको पाईयो मूल्य श्रृंखलाको संरचना संचालन आचार तथा कार्यसंपादनको विश्लेषण परिणाम अनुसार मूल्य श्रृंखला प्रतिस्पर्धात्मक वातावरणमा संचालन भएको (लर्नर इन्डेक्स ०.३४), न्यून केन्द्रकृत भएको (हरफिण्डाल इन्डेक्स ०.४४) तर स्रोत विउको बजारमात्र केन्द्रित भएको पाइयो । मूल्य श्रृंखलाका मुख्य विशेषताहरूमा सहकारिता, क्यापिटिभ, टुक्रिएको संरचना, स्वतन्त्र स्वामित्व, न्यून बजार अभिमुखीकरण तथा सूचनाको आदान प्रदान, प्रवेश गर्न र बाहिरिन सिमित कानुनी र प्राविधिक बाधाहरू रहेको पाइयो । मूल्य श्रृंखला संचालनका आचारहरूको विश्लेषण गर्दा बजारले मूल्य निर्धारण गर्ने, उत्पादनको न्यून विविधिकरण, बजार प्रवर्द्धनमा न्यून लगानी, आफ्नो व्यवसाय केन्द्रित सोच, न्यून जोडिएका सेवाहरू, जोखिममा साभेदारी नभएको, कमजोर तेर्सो सम्बन्ध र बलियो ठाडो सम्बन्ध रहेको पाईयो । मूल्य श्रृंखलाको सफल संचालनको लागि महत्वपूर्ण व्यवसायहरू तथा सरोकारवाला विचको विश्वास न्यून रहेको पाइयो । यि समग्र अवस्थाको बावजुद मकैको मूल्य श्रृंखला खाद्य सुरक्षा प्रवर्धन, गरिवी न्युनीकरण, सामाजिक समावेशीकरण, स्थानीय मूल्य अभिवृद्धी, आयको वितरण जस्ता कार्यसंपादनमा सफल रहेको छ । विउ उत्पादनको आयको मुख्य हिस्सा साना कृषक माझ गएको र खुद नाफाको वितरण मूल्य श्रृंखलामा आवद्ध व्यवसाय विच समतामुलक तवरले भएको पाइयो (जिनी इन्डेक्स ०.७४) । अध्ययन क्षेत्रका कृषकहरूले माटोको उर्वराशक्तिको कम क्षय गर्ने, कम छाया पार्ने, सेतो दानाको रंग भएको, स्थानीय वाली प्रणाली र खाने वानीमा उपयुक्त मकैको जातहरू मन पराएको पाईयो । टोविट मोडेलको परिणामले देखाए अनुसार घरमुलीको शैक्षिकस्तर, जमिनको स्वामित्वको आकार, कृषिमा तालिमको प्राप्ती, कृषक प्रसार कार्यकर्ता सँगको भेटघाट, र उत्पादनको बजार मूल्य सम्बन्धि जानकारीले कृषकले विउको उच्च मूल्य तिर्न सक्ने इच्छुकता बढाउने देखियो भने घरपरिवारमा काम गर्न मजदुरको उपलब्धता र सडक र बजार देखीको दुरीले यस्मा नकारात्मक असर पार्ने देखियो । समग्रमा वर्तमान पश्चिम नेपालमा, संचालन रहेको खुला सेचित मकैका जातहरूको विउको मूल्य श्रृंखला आयातीत वर्णसंकर जातहरूको विउको मूल्य श्रृंखला तुलनामा बजार अभिमुखीकरण, सूचनाको आदान प्रदान, उत्पादनको विविधीकरणको क्षेत्रमा कम प्रतिस्पर्धी रहेको पाइयो । प्रतिस्पर्धी क्षमता बढाउनको लागि उपरोक्त कमजोर क्षेत्रहरूको सुधारका साथै सहकारी तथा सहकार्य मुखी संरचनाको विकास गर्नु आवश्यक रहेको छ । त्यस्तै स्रोत विउको उत्पादन तथा बिक्री वितरणमा निजी क्षेत्रको सहकार्य बढाउनु आवश्यक रहेको छ । अझै पनि साना कृषक माझ पुग्नको लागि समुदायमा आधारीत गैर नाफा मुलक, विउ उत्पादन तथा वितरण र विउको मूल्यमा अनुदानको आवश्यकता रहेको छ । मकैमा उन्नत जातको विकास सँगै कृषक केन्द्रित बजारीकरणको प्रभावकारी रणनीतिलाई केन्द्रित गरि नीती तथा कार्यक्रमहरू ल्याउन सकेमा मकैका उन्नत जातहरूको विकासमा गरिएको लगानीको प्रतिफल प्राप्त हुनुका साथै देशको खाद्य सुरक्षामा सुधार तथा मकैको आयातलाई कम गर्न सकिने अवस्था रहेको छ ।

Trade and Conservation of Medical Plants, Fungi, and Lichens in Nepal: An Application of Global Production Network Theory

Dipesh Pyakurel (COE-01P-2014), PhD 2020

Department of Agri-Botany and Conservation Ecology

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Indira Bhattarai Sharma, PhD)

Trade in Nepalese medicinal plants (including fungi and lichens) is a millennial-old practice and is huge, yet there is limited information on several traded medicinal plants, their altitudinal distribution, and vulnerability, impeding the development of appropriate conservation and management interventions. These medicinal plants are traded in a well-organized production network of harvesters, traders, and wholesalers, without visible lead firms. This thesis contributes to the body of knowledge on trade and conservation of medicinal plants and enhances understanding of the application of global production network theory in a sector without visible lead firms. The study has four specific objectives: (i) enumerate the traded Nepalese medicinal plant species, analyse their distribution pattern, and assess their vulnerability; (ii) quantify the annual volume and value of traded medicinal plant species from far-western Nepal and its contribution to household-level total cash income; (iii) analyse and explain the dynamics of the medicinal plant production network over time, and identify the drivers of change; and (iv) analyse the production network of yarsagumba (*Ophiocordyceps sinensis*) in far-western Nepal as well as its role in providing a pathway out of poverty. The research was conducted in Darchula, Baitadi, and Kailali Districts of the far-western development region (now Sudurpaschim Province). The survey data for the fiscal year 2014–15 (17th July 2014 to 16th July 2015) was collected from September 2015 to January 2017. A total of 246 quantitative data sets (83 harvesters, 117 traders, 25 central wholesalers, and 21 regional wholesalers) and 115 individual qualitative interviews (78 traders, 25 central wholesalers, and 12 regional wholesalers) were undertaken. Online databases and published documents were referred to for secondary information. A total of 300 species of medicinal plants, fungi, lichen, and shilajeet were traded in and from Nepal, almost double that of previous estimates. Most of the high-value and high-volume medicinal plants are concentrated in upper sub-tropical to lower temperate regions, indicating an economic potential for increased cultivation and domestication at middle altitudes. About 39% of commercial species are formally protected, including bans on the collection and trade of certain species, but this approach does not appear to protect species from commercial harvesting, driven by increasing demand and higher prices. The high-altitude species Jatamansi (*Nardostachys jatamansi*), Padamchal (*Rheum australe*), and Kutki (*Picrorhiza scrophulariiflora*) are the most vulnerable traded species, warranting the development of alternative protection mechanisms, e.g., transferring management rights to local communities. A total of 1284 tons of medicinal plants worth NPR 587 million (US\$ 5.9 million) were traded from the three survey districts in FY 2014–15. Rittha (*Sapindus mukorossi*) and Tejpat (*Cinnamomum tamala*) were respectively traded in 420.0 tons and 388.5 tons from

the three survey districts, showing that cultivated products are important to meet international demand. In Darchula, the top five products constituted 95.3% in terms of cumulative trade value and are wild harvested from mid and highlands (> 2000 m), showing the trade pressure on selected highland products, leading to serious conservation implications, further strengthening the need for community management systems in highlands. Medicinal plants are substantially contributing to total cash income in the far-western development region, ranging from almost 10% in the mid-hills regions to 52% in the mountainous regions. A 2.3-fold increase in volume and a 17.2-fold increase in the value of the medicinal plants trade were recorded from FY 1997–98 to FY 2014–15 in Darchula District. Twelve products were traded in both periods, while seven disappeared, and 11 products entered the trade. The three main drivers of change are: (i) rising incomes in China and India expressed through demand for new products; (ii) expanding infrastructure (roads and communications); and (iii) government interventions causing the disappearance of some products from trade. Over the observed time period, harvesters and traders increased their margins at the cost of central wholesalers, indicating that market changes favoured lower-tier actors, eroding the previously identified passive central wholesaler oligopsony in Nepal. Average annual cash income from Yarsagumba was US\$ 2174/household, compared to an overall cash income of USD 2123 ± 1308/household in Darchula District. With a collector value of approximately US\$ 4.7 million (from 384.1 kg), Yarsagumba made up almost 80% of the cumulative medicinal plant trade value from Darchula District. The Yarsagumba production network is operated by actors establishing trust-based relationships that allow them to respond to market signals, enabling the flow of rural and remote environmental resources to urban centres. This research successfully applies the global production network theory and its three components— value, power, and embeddedness in the trade of Nepalese medicinal plants. Value is created by harvesters, enhanced through primary and secondary processing and product development, and captured by different firms (e.g., through net margins) and non-firm actors (e.g., formal and informal taxes) in the production network. Territorial embeddedness is described in relation to the location of actors, e.g., at road heads, and network embeddedness refers to factors tying an actor to a particular network position, e.g., the functions of a trader. Finally, bargaining power is described in relation to direct power exercised between actors (e.g., the relationship between regional and central wholesalers), and institutional power refers to the direct power exercised by formally organized collectives, such as government administrative bodies (e.g. the Department of Customs, District Forest Office) or traders' associations. With the successful application of global production network theory to the trade of Nepalese medicinal plants, this research opens a new perspective for the application of the theory to sectors without visible lead firms. It also allows researchers around the globe to apply the theory to the trade of environmental products, thereby helping to broaden the scope of the global production network. The present research was only focused on generic suppliers. Future studies should look at other actors (lead firms, strategic partners, specialized suppliers, and customers) to further enhance the understanding of the application of global production network theory.

ग्लोबल प्रडक्सन नेटवर्क सिद्धान्त एकभन्दा धेरै राष्ट्रबाट कच्चा पदार्थ अथवा विशिष्ट भाग आयात गरी बनाइने उत्पादन र यसको व्यापारमा ठुला उद्योग अथवा फर्मको प्रभावकारी भूमिका रहने अवधारणामा आधारित छ। नेपालबाट बर्षेनी अत्यधिक परिमाणमा जडीबुटीको निर्यात हुने भएपनि नेपाली जडीबुटीको अन्तराष्ट्रिय व्यापारमा ठुलो उद्योग प्रत्यक्ष रूपमा देखिएको छैन। यस अध्ययनको उद्देश्य नेपाली जडीबुटीको व्यापारजस्तै ठुलो उद्योगको प्रत्यक्ष प्रभाव नदेखिने क्षेत्रमा पनि ग्लोबल प्रडक्सन नेटवर्क सिद्धान्त लागू गर्न सकिन्छ भनी नयाँ अवधारणा प्रस्तुत गर्न हो। यस अध्ययनका निम्न विशिष्ट उद्देश्यहरू रहेका छन्: (१) नेपालमा पाईने व्यापारमा रहेको जडीबुटीहरूको पहिचान, तिनको वितरणको विश्लेषण र जोखिमको आकलन, (२) सुदुर पश्चिमबाट व्यापार हुने जडीबुटीहरूको परिमाण, मूल्य र तिनको नगद आम्दानीमा योगदान, (३) यासांगुम्बाको प्रडक्सन नेटवर्कको विश्लेषण तथा गरिवीनिवारणमा यसको भूमिका, र (४) समयक्रममा जडीबुटीको व्यापारमा देखापर्ने परिवर्तनका कारणहरूको पहिचान र विश्लेषण। यो अध्ययन सुदुर पश्चिमको दार्चला, बैतडी र कैलाली जिल्लाहरूमा भाद्र २०७२ देखि पौष २०७३ सम्म गरिएको थियो। अध्ययनका क्रममा जडीबुटी संकलक र कृषक, गाउँ र सदरमुकामका व्यापारी तथा निर्यातकर्ता र भारतीय आयातकर्ताहरूसँग २४६ संख्यात्मक र ११५ गुणात्मक प्रश्नहरूमाफत आर्थिक वर्ष २०७१-२०७२ मा जडीबुटी व्यापारको परिमाण, मूल्य लगायत व्यापारका विभिन्न पक्षहरूको बारेमा जानकारी र तथ्यांक लिइएको थियो। साथै, व्यापारसँग सम्बन्धित विभिन्न सन्दर्भ सामग्रीहरूको समेत समीक्षा गरिएको थियो। यस अध्ययनले नेपालबाट ३०० जडीबुटी प्रजातिहरूको व्यापार हुने गरेको देखाएको छ, जुन अगाडी अनुमान गरिएकोभन्दा लगभग दोब्बर बढी हो। उपोष्ण र समशितोष्ण जलवायु भएका क्षेत्रहरूमा सबैभन्दा बढी व्यापारिक महत्वका जडीबुटीका प्रजातिहरू पाइयो, जसले नेपालका ति क्षेत्रहरूमा खेती र घरेलुकरणबाट हुन सक्ने आर्थिक सम्भावनालाई संकेत गर्दछ। व्यापारका लागि गरिने अति र समयअगावैको संकलनले विशेषगरी उच्च हिमाली भेगमा पाइने जटामसी, पदमचाल र कुट्की सबैभन्दा बढी जोखिममा रहेको पाइनुले वैकल्पिक संरक्षण विधिको विकास— जस्तै जडीबुटीको व्यवस्थापन अधिकार स्थानीय तह र समुदायलाई नै हस्तान्तरण गर्न पर्ने औचित्यको पुष्टि गर्दछ। आर्थिक वर्ष २०७१-२०७२ मा सुदुर पश्चिमका तीन जिल्लाहरूबाट १२८४ टन बराबरको रु ५८ करोड ७० लाख बराबरको जडीबुटीको व्यापार भएको थियो जसमध्ये रिठ्ठा र तेजपात परिमाणका हिसाबमा सबैभन्दा बढी व्यापार भएका थिए। सुदुर पश्चिमको पहाडी र हिमाली भेगका वासिन्दाको कुल नगद आम्दानीको क्रमश १०५ र ५२५ आम्दानीमा जडीबुटीको योगदान दिएको पाइयो। त्यस्तै, दार्चला जिल्लाका वासिन्दाको कुल आय रु २१०८०० ± १२८००० प्रति घरधुरी भएकोमा रु २१५८०० यासांगुम्बाको मात्र भएको पाइयो। जडीबुटीको व्यापारलाई असर पार्ने तीन कारणहरूमा (१) आयात गर्ने राष्ट्रको प्रति व्यक्ति आयमा भएको बृद्धिले गर्दा उनीहरूको हर्बल उत्पादनतर्फको झुकाव, (२) नेपालमा भौतिक संरचामा भएको विकासले गर्दा जडीबुटीको व्यापारमा आएको व्यापकता, र (३) नीति नियममा भएको फेरबदल रहेको पहिचान गरियो। यो अध्ययनले ग्लोबल प्रडक्सन नेटवर्क सिद्धान्त र यसका तीन अवधारणा: भ्यालु, इम्बेडनेस र पावरलाई नेपाली जडीबुटीको व्यापारमा सफल रूपमा लागू गरेको छ। संकलकले जडीबुटीको भ्यालु क्रिएट गर्छन्, संकलक / प्रशोधनकर्ताले इनहान्स गर्छन् र फर्म र गैर फर्म एक्टरहरूले क्याप्चर गर्छन्। टेरीटोरीयल इम्बेडनेसले एक्टरहरूको निश्चित स्थानमा रहेको पकडको बारेमा र नेटवर्क इम्बेडनेसले एक्टरहरूको व्यापार सञ्जालका हुने पकडको बारेमा व्याख्या गरिएको छ। त्यस्तै, दुई तहका एक्टरबीच हुने मूल्य निर्धारण प्रकृत्यालाई बागेनिड पावर र गैर फर्म एक्टरहरूले जडीबुटी व्यापारका क्रममा देखाउने संस्थागत प्रभावलाई ईन्टीच्युसनल पावरको हिसाबमा वर्णन गरीएको छ। ग्लोबल प्रडक्सन नेटवर्क सिद्धान्तको नेपाली जडीबुटी व्यापारमा सफल प्रयोगले यस सिद्धान्तलाई अन्य वातावरणीय उत्पादनको व्यापारमा लागू गर्नका लागि मार्ग प्रशस्त गरेको छ। अन्त्यमा, ग्लोबल प्रडक्सन नेटवर्क सिद्धान्तका धेरै पक्षहरूमध्ये यस अध्ययनले आपूर्ति पक्षमात्र विश्लेषण गरेकोले आगामी अध्ययनहरू जडीबुटी व्यापारमा संलग्न ठुला फर्म, रणनीतिक साभेदार, विशिष्ट साभेदार र उपभोक्ताहरूमा गर्न सकेमा यस सिद्धान्तलाई वातावरणीय उत्पादनको व्यापारको हिसाबमा समष्टिगत रूपमा बुझ्न सहयोग पुग्नेछ।

Dynamics of Red Bloom Algae in Fish Ponds and Management for Mitigation

Ram Bhajan Mandal (AQU-01P-2014), PhD 2020

Department of Aquaculture

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Sunila Rai, PhD)

The present study was carried out to understand the overall phenomenon of red bloom in carp ponds, its impacts on water quality, plankton, carp's growth and production, and gross margin, and to assess appropriate mitigation measures, from July 2015 to June 2018. The study consisted of a field survey in the eastern, central, and western regions in Nepal and three experiments at the Agriculture and Forestry University. In the field survey, carp farmers in Morang, Chitwan, and Rupendehi districts were interviewed using a structured questionnaire to assess farmers' perception of red bloom and water quality, soil, and plankton from their ponds. Farmer's response was mixed; around 28% respondents reported fish mortality, and 33% respondents observed gasping in red bloom ponds. Red bloom was found in ponds where *Euglena sanguinea* was abundant, and its population varied seasonally depending on temperature and nutrient content. Water quality parameters such as total phosphorus (TP), total Kjeldal nitrogen (TKN), total dissolved solids (TDS), and conductivity were significantly higher ($p < 0.05$) in red bloom ponds than in non-red bloom ponds indicated that red bloom algae have a direct relationship with nutrients in pond water. Dissolved oxygen (DO) was found to be lower ($p < 0.05$) in red bloom ponds, probably due to the non-photosynthetic activity of *E. sanguinea*. The first experiment was conducted to assess the dynamics of red bloom algae in ponds without fish. The experiment included three treatments, i) non-red bloom pond with sunlight, ii), red bloom pond with sunlight and iii) red bloom pond without sunlight (black plastic sheet covered the red bloom pond to check sunlight) and two factors i) two different water depths (10 cm and 50 cm) and ii) three different time periods: morning (6.00 to 7.00 h), afternoon (13:00 to 14:00 h) and evening (17:00 to 18:00 h). Result showed that the density of euglenophytes, including *E. sanguinea*, was significantly higher ($p < 0.05$) in the red bloom pond with sunlight than in the non-red bloom pond and red bloom pond without sunlight. Light intensity and nutrient enrichment played an important role in the blooming of *E. sanguinea*. Higher density of *E. sanguinea* in the afternoon and lower density in the evening at 10 cm showed that it exhibits surface and downward migration with sunlight intensity. The maximum red blooming was observed during 12.00 to 13.00 hours, when light intensity was higher (1928 Lux to 1988 Lux). The second experiment was conducted to assess the effects of red bloom algae on growth and production of carps using two treatments with three replicates: i) carp polyculture in a non-red bloom pond and ii) carp polyculture in a red bloom pond. Result showed that red bloom algae did

not affect ($p>0.05$) the overall production of carp. However, survival of rohu ($85\pm 1\%$), bighead ($95\pm 1\%$), and mrigal ($88\pm 8\%$) was significantly ($p<0.05$) higher in non-red bloom ponds than red bloom ponds, which could be due to low DO. The third experiment was conducted to evaluate the effectiveness of mitigation measures for red bloom algae in carp ponds. The experiment included four treatments with three replicates: i) no mitigation (control), ii) skimming, iii) fertilization with urea and DAP, and iv) liming. Results showed that urea, DAP, and agricultural lime decreased the density of *E. sanguinea* significantly ($p<0.05$) and maintained DO optimal, but could not improve carp production. Gut content analysis showed that all carps ate *E. sanguinea*, but its density was higher in the guts of silver carp and rohu than in other carps. There were no differences ($p>0.05$) in gross margin among treatments in the second and third experiments due to similar fish production in all treatments. Intense red bloom needs mitigation for achieving better fish production by using urea and DAP with an N:P ratio of 4:1, while a modest red bloom is acceptable and does not need mitigation. The present study clears up the concept of farmers on red bloom and guides them to culture carp in red bloom pond confidently. However, farmers should be able to differentiate the source of red colour of water because water becomes red not only by *E. sanguinea* but also due to iron content and soil run off.

कार्प जातको माछा पोखरीमा रातो ब्लुमको समग्र प्रक्रिया, कार्पको वृद्धि, उत्पादन र कुल मुनाफामा त्यसका प्रभावहरु बुझ्न र उक्त प्रभावहरुका न्यूनीकरण गर्ने ऊपयुक्त ऊपायहरु पहिचानका लागि मिति २०७२ असार देखि २०७५ जेष्ठ सम्म अनुसन्धान गरिएको थियो । यस अनुसन्धानमा नेपालको पूर्वी, मध्य र पश्चिम क्षेत्रहरुको सर्वेक्षण र तिन वटा परिक्षणहरु कृषि तथा वन विज्ञान विश्वविद्यालयको मत्स्यपालन विभागको फार्ममा गरियो । उक्त सर्वेक्षणमा मोरङ, चितवन र रुपन्देही जिल्लाका कार्प माछापालकहरुको रातो ब्लुम सम्बन्धि धारणा संरचित प्रश्नावली द्वारा गरियो र पोखरीको पानी, माटो तथा सुक्ष्म जीवको परिक्षण गरियो । उक्त सर्वेक्षणमा किसानको प्रतिक्रिया मिश्रित पाइयो । रातो ब्लुम भएको पोखरीमा २८% उत्तरदाताले माछा मरेको र ३३% उत्तरदाताले माछा सतहमा आएको उल्लेख गरे । युगलिना स्याडुनियाको जनसंख्या धेरै भएको पोखरीमा रातो ब्लुम देखियो । युगलिना स्याडुनियाको जनसंख्या पानीको तापक्रम, पोषक तत्वहरु र मौसम अनुसार फरक भएको पाइयो । पानीको गुणस्तरमा कुल फस्फोरस, कुल नाइट्रोजन, कुल घुलित पदार्थ तथा पानीको चालकताको परिमाण रातो ब्लुम नभएको पोखरी भन्दा रातो ब्लुम भएको पोखरीमा बढी पाइयो भने घुलित अक्सिजन रातो ब्लुम नभएको पोखरी भन्दा रातो ब्लुम भएको पोखरीमा कम पाइयो । यो सायद युगलिना स्याडुनियाको गैर प्रकाश संश्लेषण गतिविधिका कारणले हुन सक्छ । रातो ब्लुम लेउको गतिशिलता पत्ता लगाउन पहिलो परिक्षण माछा नभएको पोखरीहरुमा गरियो । उक्त परिक्षणको लागि तीन वटा उपचारहरु गरिएको थियो १. सूर्यको किरण नछेकेको रातो ब्लुम नभएको पोखरी २. सूर्यको किरण नछेकेको रातो ब्लुम भएको पोखरी ३. कालो प्लास्टिकले छोपेरे सूर्यको किरण छेकेको रातो ब्लुम भएको पोखरी । यस परिक्षणको दुई कारकहरु रहेका थिए १. दुई फरक पानीको गहिराई (१० से.मि. र ५० से.मि.) र २. तीन फरक समय अवधिहरु: विहान (६:०० देखि ७:००), दिउँसो (१:०० देखि २:००) र बेलुका (५:०० देखि ६:००) प्राप्त नतिजा अनुसार युगलिना स्याडुगुनिया लगायत युगलिनोफाइट्सको घनत्व सूर्यको प्रकाश भएको रातो ब्लुम पोखरीमा अन्य २ वटा उपचारको पोखरीहरु भन्दा बढी

पाइयो । युगलिना स्याडुगुनिया ब्लुमका लागि प्रकाशको गहनता र पोषक तत्वहरूको संवर्धनले मुख्य भूमिका खेलेको पाइयो । १० से. मि गहराइमा युगलिना स्याडुगुनियाको घनत्व दिउँसो उच्च र बेलुका कम देखियो, यसले सुर्यको प्रकाशको गहनता संगै युगलिना स्याडुगुनिया पोखरीको सतह र तलतिर स्थानान्तरण हुने जनाउँछ । सबभन्दा बढी रातो ब्लुम १२:०० देखि १:०० बजे पाइयो र उक्त समयमा प्रकाशको तिव्रता (गहनता) १९२८ लक्स देखि १९८८ लक्स मापन पाइयो । दोश्रो परिक्षण रातो ब्लुमले कार्पको वृद्धि र उत्पादनमा पर्ने प्रभावको मुल्यांकन गर्न गरिएको थियो । उक्त परिक्षणमा २ वटा उपचारहरू १. रातो ब्लुम नभएको कार्प माछाको पोखरी २. रातो ब्लुम भएको कार्प माछाको पोखरी लाई ३/३ पटक प्रतिकृति गरिएको थियो । । प्राप्त नतिजा अनुसार रातो ब्लुम लेउले कुल कार्प उत्पादनमा असर नगरेको पाइयो तर रहु (८५±१%), बिगहेड (९५±१%) र नैनि (८८±८%) को बाच्ने दर रातो ब्लुम भएको पोखरी भन्दा रातो ब्लुम नभएको पोखरीमा उल्लेखनिय रूपले धेरै देखियो । यसको कारण रातो ब्लुम पोखरीमा घुलित अक्सिजनको मात्रा कम भएर हुन सक्छ । तेस्रो परिक्षण अनुसन्धान कार्प पोखरीमा रातो ब्लुमको निवारण उपायहरूको प्रभावकारिता मुल्यांकन गर्न गरिएको थियो । उक्त परिक्षण मा ४ वटा उपचारहरू १) कुनै निवारण उपाय प्रयोग नगरिएको (नियन्त्रण) २) स्क्म जालले छान्ने ३) युरिया र डि ए पि ४:१ को अनुपातमा प्रयोग ४) चुन ढुङ्गाको प्रयोग लाई ३/३ पटक प्रतिकृत गरिएको थियो । प्राप्त नतिजा अनुसार युरिया र डि ए पि प्रयोग गरिएको पोखरी र चुन प्रयोग गरिएको पोखरीमा युगलिना स्याडुगुनियाको संख्या रातो ब्लुम भएको पोखरी भन्दा कम पाइयो तर कार्प उत्पादनमा सुधार भने नभएको पाइयो । सबै कार्प माछाको आन्द्रामा युगलिना स्याडुगुनिया पाइयो तर रहु र सिल्भर कार्प माछामा अरु कार्प माछाको भन्दा बढी पाइयो । समान माछा उत्पादनको कारण दोश्रो र तेस्रो परिक्षणको कुल मुनाफामा उल्लेखनिय भिन्नता देखिएन । अत्याधिक रातो ब्लुम नियन्त्रणको लागि युरिया र डि ए पि को प्रयोग ४:१ अनुपातमा गर्नु उत्तम हुनेछ तर हल्का रातो ब्लुमलाई निराकरणको आवश्यकता छैन । यस अनुसन्धानले किसानको रातो ब्लुम सम्बन्धि धारणा प्रष्ट बनाउँछ र उनिहरूलाई रातो ब्लुम भएको पोखरीमा आत्मविश्वासका साथ कार्प माछा पाल्न प्रेरित गर्छ । तथापी किसानले जान्नु आवश्यक छ कि रातो रङ्ग युगलिना स्याडुगुनियाले मात्रै नभएर अन्य कारणहरू जस्तै: फलाम र रातो माटो सहितको पानी पोखरीमा मिसिनाले पनि हुन्छ ।

Quality and Shelf-life Enhancement in Dried Fish Products of Nepal

Neeta Pradhan (AQU-03P-2014), PhD 2020

Department of Aquaculture and Fisheries

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Madhav Kumar Shrestha, PhD)

Dried fish consumption has increased recently in Nepal to supplement other sources of animal protein. However, the quality of the dried-fish products available in the markets has been a major concern. A market survey (Expt. 1) followed by a series of four experiments was carried out: (1) exploratory survey of dried fish products in Nepal; (2) Expt. 2: biochemical assessment of dried-fish products of Nepal; (3) Expt. 3: quality assessment of dried Chhari fish from different market outlets of Nepal; (4) Expt 4: evaluation of preservatives and drying methods on quality and shelf life duration of dried fish; (5) Expt 5: validation of preservatives and fish drying methods. A survey was carried out in 2013-2016 at different marketplaces to identify the available dried fish products in Nepal. Samples collected from different marketplaces were analyzed for their quality. Mrigal (*Cirrhinus mrigala*) chhari fish samples from different market outlets were analyzed for their quality. An experiment on drying methods with three different preservatives was conducted for the quality and shelf-life of dried fish, and the two best methods based on drying methods were further tested for validation at high hill markets (Jumla and Rasuwa) at ambient temperature. During the survey, a total of 27 sun-dried and 32 smoked fish species were observed. Among the 32 fish species, only 10 species were found whole smoked, and the others were in pieces. Survey results showed that exotic species such as *Harpodon nehereus*, *Penaeus* spp., *Stolephorus* spp. imported from several Asian countries, shares approximately 70 percent of the dried fish market of the country. The dried fish products available in the market were in the form of sun-dried, smoke-dried, spicy instant fish, and fish pickle. The marketing channel of sun-dried fish products imported from foreign countries was shorter than the marketing channel of domestic origin of dried fish. The study conducted to determine the hygiene of sun-dried and smoked fish samples available in the markets of Nepal showed that the overall mean of total plate count (TPC) was $1.4 \times 10^3 \pm 7.2 \times 10^2$ with a minimum of $5.3 \times 10^2 \pm 2.3 \times 10^2$ in Pothia (*Puntius conconius*) and a maximum of $4.2 \times 10^3 \pm 3.9 \times 10^3$ in Kechaki (*Stolephorus* spp.), and the values were within the permissible range (1.0×10^5 cfu/g). Mean mold content was $3.0 \times 10^2 \pm 2.0 \times 10^2$ with a minimum of $0.1 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$ in Shrimp (*Penaeus* spp.) and a maximum of $8.6 \times 10^2 \pm 6.9 \times 10^2$ in Nathali (*Stolephorus commersonnii*). The value of mold was also within the permissible range (1.0×10^4 cfu/g). Whereas smoked fish samples were heavily contaminated with bacteria and mold, which exceeded the permissible limit. The overall mean of TPC content was $1.2 \times 10^7 \pm 4.6 \times 10^6$ with

a minimum of $0.1 \times 10^4 \pm 0.0 \times 10^4$ in rohu (*Labeo rohita*) and a maximum of $3.7 \times 10^7 \pm 3.2 \times 10^7$ in Sahar (*Tor putitora*). Mean mold content was $6.2 \times 10^2 \pm 3.6 \times 10^2$ with a minimum of $0.9 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$ in Asala (*Schizothorax* spp.) and a maximum of $2.3 \times 10^3 \pm 0.1 \times 10^2$ in Naini (*C. mrigala*). The study carried out to access quality of cured and uncured dried Chhari fish in commercial fish processing centers, in wholesale and retail markets, showed that the TPC ranged from $1.5 \times 10^5 \pm 8.3 \times 10^4$ to $1.2 \times 10^7 \pm 1.3 \times 10^7$ cfu/g in cured dried fish and from $4.2 \times 10^6 \pm 2.0 \times 10^5$ to $2.4 \times 10^9 \pm 1.3 \times 10^9$ in uncured dried fish. Mold content ranged from $0.7 \times 10^3 \pm 0.1 \times 10^3$ to $3.5 \times 10^3 \pm 1.2 \times 10^3$ in cured dried fish and from $1.4 \times 10^4 \pm 7.7 \times 10^3$ to $1.3 \times 10^6 \pm 1.5 \times 10^6$ in uncured dried fish. Though the fish preservation through the curing method was comparatively better than that of uncured in terms of processing, preservation, and storage, the quality of both cured and uncured dried Chhari fish in commercial fish processing centers, wholesale, and retail markets was less hygienic. Visualizing the need for improvement in fish processing and preservation, four different drying methods: sun-drying, smoke-drying, solar drying, and hybrid-solar drying methods were evaluated for dried fish shelf-life quality. Charri fish (50-60 g-sized) samples, collected from the market, were cleaned, pretreated with 10% salt, 1% turmeric, 10% salt + 1% turmeric, and control (without any preservative), dried by four different methods, and stored for 30 days. The drying times required were 60, 13, 74, and 49 hours for sun-drying, smoke-drying, solar-drying, and hybrid-solar drying, respectively. Moisture content increased from $5.6 \pm 0.4\%$, $4.2 \pm 0.4\%$, $4.0 \pm 0.7\%$, $4.2 \pm 0.2\%$ to $7.2 \pm 0.3\%$, $5.7 \pm 0.3\%$, $6.7 \pm 0.6\%$ and $6.0 \pm 0.3\%$; crude protein content decreased from $60.8 \pm 1.1\%$, $63.3 \pm 0.9\%$, $60.0 \pm 2.2\%$ and $60.3 \pm 0.9\%$ to $58.9 \pm 1.4\%$, $62.2 \pm 1.0\%$, $58.6 \pm 1.3\%$ and $58.3 \pm 1.4\%$; fat content decreased from $2.9 \pm 0.4\%$, $2.5 \pm 0.3\%$, $3.6 \pm 0.6\%$ and $4.4 \pm 0.8\%$ to $2.2 \pm 0.2\%$, $2.3 \pm 0.3\%$, $2.3 \pm 0.2\%$, and $2.3 \pm 0.3\%$; peroxide value (mEq O_2 /kg of fat) increased from 39.5 ± 1.7 , 2.5 ± 0.1 , 35.7 ± 2.1 and 3.5 ± 1.4 to 80.3 ± 6.2 , 2.8 ± 0.2 , 61.3 ± 21.2 and 8.3 ± 6.6 ; free fatty acid (as oleic acid) increased from 1.0 ± 0.5 , 0.4 ± 0.1 , 0.6 ± 0.1 and 0.31 ± 0.0 to 1.4 ± 0.3 , 0.4 ± 0.1 , 0.8 ± 0.1 and 0.4 ± 0.1 ; mean pH value increased from 5.5, 5.6, 5.3 and 5.5 to 5.7, 5.8, 5.5 and 5.8; total plate count (cfu/g) increased from $2.3 \times 10^2 \pm 1.3 \times 10^2$, $2.3 \times 10^2 \pm 5.3 \times 10^1$, $2.2 \times 10^2 \pm 1.4 \times 10^2$, and $1.2 \times 10^2 \pm 1.6 \times 10^2$ to $4.4 \times 10^2 \pm 1.9 \times 10^2$, $3.0 \times 10^2 \pm 8.2 \times 10^1$, $5.0 \times 10^2 \pm 7.5 \times 10^1$, and $3.4 \times 10^2 \pm 9.9 \times 10^1$; in sun-dried, smoke-dried, solar-dried, and hybrid solar-dried samples, respectively, during the 30 days of storage. Mold was found only at 30 days in sun-dried (50 ± 87 cfu/g) and solar-dried fish (25 ± 5 cfu/g), and no mold was developed during the whole storage period in smoke-dried and hybrid solar-dried fish. Smoke and hybrid solar drying methods showed better results in all aspects compared to sun drying and solar drying. Smoke-drying and hybrid solar-drying methods were selected for a verification experiment and subjected to 90 days of storage in the high hill regions of the country. Similar results to those observed in the first experiment were obtained in the second experiment, which involved smoke-

dried and hybrid solar-dried fish, during a 90-day storage period. Moisture content increased from $9.5 \pm 0.3\%$ and $7.6 \pm 0.3\%$ to $11.6 \pm 0.4\%$ and $10.2 \pm 0.6\%$; crude protein content decreased from $63.2 \pm 0.4\%$ and $63.9 \pm 0.2\%$ to $60.8 \pm 0.5\%$ and $62.0 \pm 0.5\%$; fat content decreased from $5.0 \pm 0.3\%$ and $5.0 \pm 0.3\%$ to $3.1 \pm 0.2\%$ and $3.4 \pm 0.2\%$; peroxide value (mEq O_2 /kg of fat) increased from 0.0 ± 0.0 and 0.0 ± 0.0 to 18.5 ± 1.1 and 19.6 ± 0.6 ; free fatty acid (as oleic acid) increased from 0.4 ± 0.0 and 0.3 ± 0.0 to 1.2 ± 0.1 and 1.0 ± 0.1 ; pH value increased from 6.2 and 6.2 to 6.7 and 6.8; total plate count (cfu/g) increased from $1.0 \times 10^2 \pm 1.0 \times 10^1$ and $2.0 \times 10^2 \pm 1.2 \times 10^1$ to $3.7 \times 10^2 \pm 2.9 \times 10^1$ and $1.1 \times 10^3 \pm 3.9 \times 10^2$; in smoke-dried and hybrid solar-dried samples, respectively, during the 90 days of storage. Present study suggests that Chhari-sized mrigal fish dried by smoking and hybrid solar

प्राणी प्रोटीनको अन्य स्रोतलाई परिपूर्ति गर्न हाल नेपालमा सुकेको माछाको उपभोग प्राथमिकताकासाथ बढ्दै गइरहेको छ। बजारमा उपलब्ध सुकेको माछाको गुणस्तर मुख्य चिन्ताको विषय बनेको छ। एउटा फिल्ड सर्वेक्षण (प्रयोग १) र श्रृंखलाबद्धरूपमा चार वटा प्रयोगहरू संचालन गरियो: (१) नेपालमा सुकेको माछाको अन्वेषण सर्वेक्षण; (२) नेपालमा उपलब्ध सुकेको माछाको जैविक तथा रसायनिक मूल्यांकन; (३) नेपालको विभिन्न बजारहरूको सुकेको छरि मृगल माछाको गुणस्तर मूल्यांकन; (४) सुकेको माछाको गुणस्तर र भण्डारण-अवधिमा प्रिजरभेटिभहरू र सुकाउने विधिहरूको मूल्यांकन; (५) प्रिजरभेटिभहरू र सुकाउने विधिहरूको मान्यकरण। नेपालमा पाईने सुकेको माछाको उत्पादनहरू (प्रडक्टहरू) को पहिचान गर्न वि. सं. २०१३ देखि २०१६ सम्म सुकेको माछाको विभिन्न बजारहरूको सर्वेक्षण गरिएको थियो। विभिन्न बजारहरूबाट सुकेको छरि साईजको मृगल माछाको नमूनाहरू संकलन गरि गुणस्तर विश्लेषण गरिएको थियो। सुकेको माछाको गुणस्तर र भण्डारण अवधि अध्ययन गर्न तीन थरिका प्रिजरभेटिभहरूका साथै विभिन्न विधिहरूबाट माछा सुकाई परिक्षण गरि, दुई उत्कृष्ट (सर्वोत्तम) माछा सुकाउने प्रविधिहरूका नतिजाहरू मान्यकरणकोलागि उच्च पहाडि (जुम्ला र धुन्चे) बजारमा कोठाको तापक्रममा भण्डारण गरि परिक्षण गरियो। सर्वेक्षणको दौरान घाममा सुकाईको माछाकोजम्मा २७ प्रजातिहरू स्मोकिङ्ग गरि सुकाईको माछाकोजम्मा ३२ प्रजातिहरू भेटाईयो। ३२ प्रजातिको स्मोकिङ्ग गरि सुकाईको माछाहरूमध्ये १० प्रजातिको माछा मात्र सिङ्गो सुकाईएको भेटियो भने अरु प्रजातिका माछाहरू टुका पारी सुकाईएको थियो। सर्वेक्षणको नतिजा अनुसार विभिन्न एशियन मुलुकहरूबाट आयात गरिएका विदेशी प्रजातिका माछाहरू जस्तै *Harpodon nehereus*, *Penaeus spp.*, *Stolephorus spp.* ले सुकेको माछाको बजारको भण्डै ७० प्रतिशत भाग ओगटेको पाईयो। बजारमा घाममा सुकाईएको, आगोमा सुकाईएको, मसलादार ईन्स्टयान्ट माछा र माछाको अचार रूपमा सुकेको माछाको प्रडक्टहरू उपलब्ध भएको पाईयो। आयातित सुकेको माछाको बजार प्रणाली नेपालका प्राकृतिक जलाशयहरूबाट समातेर सुकाईएका तथा मत्स्य पालनबाट उत्पादित सुकाईएको माछा भन्दा लामो भएको पाईयो। नेपालको विभिन्न बजारहरूबाट घाममा तथा आगोका सुकाईएका माछाका प्रजातिहरू संकलन गरि गुणस्तर विश्लेषण गर्दा शुष्म जिवानुहरूको ओभरअल औसत गणना $9.4 \times 10^3 \pm 0.2 \times 10^3$ सिएफयू प्रति ग्राम) भएको पाईयो जसमा सबैभन्दा कम ($5.3 \times 10^3 \pm 2.3 \times 10^3$) पोथियामा र सबैभन्दा बढि ($4.2 \times 10^3 \pm 2.9 \times 10^3$) केचकीमा भएको पाईयो र यी भ्यालुहरू सिफारिस गरिएको दायरा (9.0×10^4 सिएफयू प्रति ग्राम) भित्र रहेको पाईयो। दुसिको ओभरअल औसतगणना ($3.0 \times 10^3 \pm 2.0 \times 10^3$ सिएफयू प्रति ग्राम) भएको पाईयो जसमा सबैभन्दा कम ($0.9 \times 10^3 \pm 0.9 \times 10^3$) सिम्पमा र सबैभन्दा बढि ($6.6 \times 10^3 \pm 6.9 \times$

१०^३) नथलीमा भएको पाईयो र यी भ्यालुहरु सिफारिस गरिएको दायरा (१.० X १०^५सिएफयूप्रति ग्राम) भित्र रहेको पाईयो । जबकि आगोमा सुकाईएका माछाहरुमा शुक्ष्म जिवाणुहरु र ढुसिको मात्रा सिफारिस गरिएको दायरा भन्दा उच्च रहेको पाईयो । आगोमा सुकाईएका माछाहरुमा शुक्ष्म जिवाणुहरुको ओभरअल औसत गणना १.२X१०^५ ± ४.६ X १०^५ सिएफयू प्रति ग्राम) भएको पाईयो जसमा सबैभन्दा कम (०.१ X १०^५ ± ०.० X १०^५) रहुमा र सबैभन्दा बढि (३.७ X १०^५ ± ३.२ X १०^५) शहर माछामा भएको पाईयो। ढुसिको ओभरअल औसत गणना (६.२ X १०^३ ± ३.६ X १०^३ सिएफयू प्रति ग्राम) भएको पाईयो जसमा सबैभन्दा कम (०.१X१०^३ ± ०.१X१०^३) असलामा र सबैभन्दा बढि (२.३ X १०^३ ± ०.१ X १०^३) नैनीमा भएको पाईयो । ब्यावशायिक रुपमा माछा प्रशोधन गर्ने केन्द्रहरु, थोक र खुद्रा बजारहरुमा उपलब्ध क्यूरिङ्ग गरि र क्यूरिङ्ग नगरि स्मोकिङ्ग गरि सुकाईएको मृगल छरि माछाहरुको गुणस्तर अध्ययन गर्दा माछा प्रशोधन गर्ने केन्द्रहरु र तीनका सम्बन्धित बजारका च्यानलहरुमा क्यूरिङ्ग गरि स्मोकिङ्ग गरि सुकाईएको माछाहरुमा शुक्ष्म जिवाणुहरुको मात्रा १.५X१०^५ ± ८.३ X१०^५ सिएफयूप्रति ग्राम)देखि १.२X१०^५ ± ८.३ X१०^५ सिएफयू प्रति ग्राम)सम्म रहेको पाईयो भने क्यूरिङ्ग नगरि स्मोकिङ्ग गरि सुकाईएको माछाहरुमा शुक्ष्म जिवाणुहरुको मात्रा ४.२X१०^५ ± २.० X१०^५ देखि २.४X१०^५ ± १.३ X१०^५ सिएफयू प्रति ग्राम) रहेको पाईयो। क्यूरिङ्ग गरि स्मोकिङ्ग गरि सुकाईएको माछाहरुमा ढुसिको गणना ०.७X१०^३ ± ०.१X१०^३ देखि ३.५X१०^३ ± १.२ X १०^३ सिएफयू प्रति ग्राम सम्म रहेको पाईयो भने क्यूरिङ्ग नगरि स्मोकिङ्ग गरि सुकाईएको माछाहरुमा मोल्डको गणना १.४ X १०^५ ± ७.७ X १०^५ देखि १.३ X १०^५ ± १.५ X १०^५ सिएफयू प्रति ग्राम सम्म रहेको पाईयो । प्रशोधन, संरक्षण र भण्डारणको आधारमा क्युरिङ्ग गरि सुकाईएको माछा क्युरिङ्ग नगरिएको माछा भन्दा तुलनात्मकरुपमा उपयुक्त भएको पाईएता पनि दुवै तरिकाले सुकाईएका छरि मृगल माछा कम गुणस्तरीय भएको पाईयो । माछा प्रशोधन र संरक्षण प्रविधिमा सुधारको आवश्यकतालाई दृष्टिगत गरि सुकेको माछाको भण्डारण अवधिमा गुणस्तर अध्ययन गर्न घाममा, आगोमा, सोलार ड्रायरमा र हाईब्रिड सोलार ड्रायर माछा सुकाउने विधिहरुको मूल्याडकन गरियो । बजारबाट (५० देखि ६० ग्राम साईजका) मृगल माछाका नमूनाहरु संकलन गरि १०% नून, १ % बेसार, १०% नून ± १ % बेसार र नियन्त्रण (कुनैपनि प्रिजरभेटिभ बिना) मा पूर्व उपचार गरि चार विभिन्न विधिहरुबाट सुकाएर कोठाको तापक्रममा भण्डारण गरिएको थियो । घाममा, आगोमा, सोलार ड्रायरमा र हाईब्रिड सोलार ड्रायरमा माछा सुकाउन क्रमशः ६०, १३, ७४ र ४९ घण्टा लागेको थियो । घाममा, आगोमा, सोलार ड्रायर र हाईब्रिड सोलार ड्रायरमा सुकाई ३० दिनसम्म भण्डारण गरिएका माछाका नमूनाहरुमा जलांशको मात्रा ५.६±०.४%, ४.२±०.४%, ४.०±०.७%, ४.२±०.२%, बाट ७.२±०.३%, ५.७±०.३%, ६.७±०.६%, ६.०±०.३% मा बृद्धि भएको; कूड प्रोटीनको मात्रा ६०.८±१.१%, ६३.३±०.९%, ६०.०±२.२%, ६०.३±०.९%, बाट ५८.९±१.४%, ६२.२±१.०%, ५८.६±१.३%, ५८.३±१.४% मा घटेको; फ्याटको मात्रा २.९±०.४%, २.५±०.३%, ३.६±०.६%, ४.४±०.८% बाट २.२±०.२%, २.३±०.३%, २.३±०.२, २.३±०.३%, मा घटेको; पेरोअक्साईड (mEq O₂/kg of fat) को मात्रा ३९.५±१.७, २.५±०.१, ३५.७± २.१ र ३.५±१.४ बाट ८०.३±६.२, २.८±०.२, ६१.३± २१.२ र ८.३±६.६मा बढेको; फ्री फ्याट्टी एसिडको मात्रा १.०±०.५, ०.४±०.१, ०.६± ०.१, र ०.३१±०.० बाट १.४±०.३, ०.४±०.१, ०.८±०.१, र ०.४±०.१ मा बढेको; पि एच मान ५.५, ५.६, ५.३ र ५.५ बाट ५.७, ५.८, ५.५ र ५.८ मा बढेको ; कुल प्लेट गणना (सिएफयू/ग्राम) (total plate count, cfu/g) को मात्रा २.३X१०^३ ± १.३X१०^३, २.३X१०^३ ± ५.३X१०^३, २.२X१०^३ ± १.४X१०^३ र १.२X१०^३ ± १.६X१०^३ बाट ४.४X१०^३ ± १.९X१०^३, ३.०X१०^३ ± ८.२X१०^३, ५.०X१०^३ ± ७.५X१०^३ र ३.४X१०^३ ± ९.९ X१०^३ मा बढेको पाईयो । भण्डारण गरेको तिसौं दिनमा घाम र सोलार ड्रायरमा सुकाईएको माछामा मात्र क्रमशः ५०±८७ (सिएफयू/ग्राम) र २५±५.० (सिएफयू/ग्राम) ढुसि विकसित भएको पाईयो । भण्डारण गरेको पूर्ण अवधिभर आगो र हाईब्रिड सोलार ड्रायरमा सुकाईएको माछामा ढुसि विकसित भएको पाइएन । घाम र सोलार ड्रायरमा माछा सुकाउने विधिको तुलनामा

आगो र हाईब्रिड सोलार ड्रायरमा माछा सुकाउने विधि सबै पक्षबाट उपयुक्त भएको पाईयो । उच्च पहाडि क्षेत्रहरुमा स्मोकिड र हाईब्रिड सोलार ड्रायरबाट माछा सुकाउने विधिको मान्यकरण (प्रमाणीकरण) प्रयोग र ९० दिनसम्मको भण्डारणको लागि छनौट गरियो । दोस्रो प्रयोगको ९० दिनको भण्डारणमा पनि स्मोकिड र हाईब्रिड सोलार ड्रायरबाट सुकाईएको माछामा पहिलो प्रयोगको समान नतिजा पाईयो । स्मोकिड र हाईब्रिड सोलार ड्रायरमा सुकाई ९० दिनसम्म भण्डारण गरिएका माछाका नमूनाहरुमा कमशः जलाशको मात्रा $९.५ \pm ०.३\%$ र $७.६ \pm ०.३\%$, बाट $११.६ \pm ०.४\%$ र $१०.२ \pm ०.६\%$ मा वृद्धि भएको; कूड प्रोटिनको मात्रा $६३.२ \pm ०.४\%$ र $६३.९ \pm ०.२\%$ बाट $६०.८ \pm १.४\%$ र $६२.० \pm ०.५\%$ मा घटेको; फ्याटको मात्रा $५.० \pm ०.३\%$ र $५.० \pm ०.३\%$ बाट $३.९ \pm ०.२\%$ र $३.४ \pm ०.२\%$ मा घटेको ; पेरोअक्साईड ($\text{mEq O}_2 / \text{kg of fat}$) को मात्रा ०.० ± ०.० र ०.० ± ०.० बाट १८.५ ± १.१ र १९.६ ± ०.६ मा बढेको; फ्री फ्याट्टी एसिडको मात्रा ०.४ ± ०.० र ०.३ ± ०.० बाट १.२ ± ०.१ र १.० ± ०.१ मा बढेको ; पि एच मान ६.२ र ६.२ बाट ६.७ र ६.८ मा बढेको; कुल ब्याक्टेरिया गणना (सिएफयू/ग्राम) (total plate count, cfu/g) को मात्रा $१.० \times १०^{\pm १.०}$ र $२.० \times १०^{\pm १.२}$ बाट $३.७ \times १०^{\pm २.९}$ र $१.१ \times १०^{\pm ३.९}$ मा बढेको पाईयो । यो अध्ययनबाट स्मोकिड र हाईब्रिड सोलार ड्रायरबाट सुकाईएको छरि साईजको मृगल माछा ९० दिनसम्म उपभोग गर्न सुरक्षित भएको पाईयो ।

Evaluation of Conservation Agriculture Practices on Maize Based Cropping System in Far Western Hills of Nepal

Hari Kumar Prasai (AGR-01P-2014), PhD 2020

Department of Agronomy

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Shrawan Kumar Sah, PhD)

This experiment was carried out at the Regional Agricultural Research Station, Dipayal, Doti, from June 2014 to July 2016 with the objectives of identifying appropriate conservation agricultural technology for hybrid and open-pollinated maize under maize based cropping system in the river basin agro-environment of far western Nepal. The experiment was set up in a split-split plot design with four replications and three factors. Maize-wheat-mungbean and maize-lentil-mungbean cropping systems were taken as main plot factor, conservation and conventional agriculture were applied as sub-plot factor, and hybrid variety Rajkumar and open pollinated variety Arun 2 of maize, Dhaulagiri and WK 1204 varieties of wheat, Shimal and Khajural varieties of lentil, and Pratikshya and Kalyan varieties of mungbean were taken as sub-sub plot factor. The system grain yield, maize equivalent yield (MEY), and net return increased by the maize-wheat-mungbean cropping system were found 46% ($11.29 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$), 6% ($15.35 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$), and 2% (Rs. 110300 $\text{ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) higher than the maize-lentil-mungbean cropping system, respectively. Similarly, the system grain yield, MEY, net benefit, benefit to cost ratio, soil moisture, rate of water infiltration and ratio of soil organic carbon increment influenced by conservation agriculture was found 12% ($10.04 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$), 7% ($15.60 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$), 131% (Rs.152200 $\text{ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$), 37% (1.48), 9% (11.41%), 43% (1.53 mm min^{-1}) and 11.6% higher than conventional agriculture respectively. The system grain yield, maize equivalent yield, net benefit, and benefit-to-cost ratio produced from the interaction effect of maize-wheat-mungbean cropping system, conservation agriculture, and varietal sequence Rajkumar-WK 1204-Pratikshya were found 10.87% ($12.85 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$), 7.76% ($17.08 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$), 84% (Rs. 181000 $\text{ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$), and 38% higher than their conventional agriculture counterparts, respectively. Similarly, the interaction effect of maize-lentil-mungbean cropping system, conservation agriculture, and varietal sequence Rajkumar-Khajural-Pratikshya produced 19.62% ($9.39 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$), 12.70% ($16.50 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$), 139% (Rs. 186000 $\text{ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$), and 44% (1.85) higher system grain yield, MEY, net return, and B:C ratio than their conventional agriculture, respectively. So, farmers are advised to adopt the maize-wheat-mungbean cropping system, conservation agriculture, and varietal sequence Rajkumar-WK 1204-Pratikshya for high productivity and profitability in the irrigated river basin agro-environment of far western and the maize-lentil-mungbean cropping system, conservation agriculture, and varietal sequence Rajkumar-Khajural-Pratikshya to achieve high productivity and profitability in the rain-fed river basin agro-environment of far western. Improvement in soil

organic carbon, rate of water infiltration, and soil moisture was found to be higher in conservation agriculture, and farmers are suggested to apply conservation agriculture for improvement in soil quality.

यो अनुसन्धान परीक्षण क्षेत्रीय कृषि अनुसन्धान केन्द्र, दिपायल, डोटीमा २०७१ जेष्ठ देखि २०७३ असारसम्म वर्षशंकर र खुल्ला परागसेचन हुने मकैको जातहरूमा आधारित संरक्षित कृषि प्रविधि पहिचान गर्ने उद्देश्यले संचालन गरिएको थियो। यो परीक्षण स्प्लट-स्प्लट प्लट डिजाईनमा चार पटक दोहोर्‍याइएको थियो। मकै-गहुँ-मुंग र मकै-मुसुरो-मुंग वाली व्यवस्थालाई मुख्य प्लट, संरक्षित र परम्परागत कृषि प्रविधिलाई उप प्लट र वर्ण शंकर मकैको जात राजकुमार र खुल्ला परागसेचित मकै को जात अरुण २, धौलागिरी र डब्लु.के. १२०४ गहुँका जातहरू, सीमल र खजुरा १ मुसुरोको जातहरू र प्रतिक्षा र कल्याण मुंगको जातहरू लाई उप उप प्लट बनाई समावेश गरिएको थियो। संरक्षित कृषि अन्तर्गत सञ्चालन गरिएका परीक्षण प्लटहरू नजोती सानो रेखा बनाई रेखाको माटोमा मल मिसाई सानो छेस्कोको सहायताले डोव बनाई विउ रोपिएको थियो र अधिल्लो वालीको अवशेषहरूलाई नहटाई विउ रोपी सकेपछि प्लट माथि एकरूपताले फिजाईएको थियो भने परम्परागत कृषि अन्तर्गत संचालन गरिएका परीक्षण प्लटहरूलाई अधिल्लो वालीको अवशेषहरूलाई हटाई तिन पटक जोनी मल मिसाई कुटोको सहायताले लाइन बनाई विउ रोपिएको थियो। मकै-मुसुरो-मुंग वाली व्यवस्था अन्तर्गत अध्ययन गरिएका वर्णशंकर मकैको जात राजकुमार, खुल्ला परागसंचित मकैको जात अरुण-२, सिमल र खजुरा १ जातको मुसुरो र प्रतिक्षा र कल्याण जातको मुंगको औषत वार्षिक उत्पादन (७.७४ टन प्रति हेक्टर प्रति वर्ष), मकै बराबर उत्पादन (१४.६३ टन प्रति हेक्टर प्रति वर्ष) र खुद नाफा (रु. १०७८०० प्रति हेक्टर प्रति वर्ष) भन्दा मकै-गहुँ-मुंग वाली व्यवस्था अन्तर्गत अध्ययन गरिएका सोहि मकैका जातहरू, धौलागिरी र डब्लु.के. १२०४ जातको गहुँ र सोहि जातको मुंगको वार्षिक औषत उत्पादन ४६ प्रतिशत बढी (११.२९ टन प्रति हेक्टर प्रति वर्ष) ६ प्रतिशत बढी मकै बराबर उत्पादन (१५.३५ टन प्रति हेक्टर प्रति वर्ष) र २ प्रतिशत बढि खुद नाफा (रु. ११०३०० प्रति हेक्टर प्रति वर्ष) पाइएको थियो। परम्परागत कृषि प्रविधि अन्तर्गत अध्ययन गरिएका राजकुमार र अरुण २ जातको मकै, धौलागिरी र डब्लु.के. १२०४ जातको गहुँ, सिमल र खजुरा १ जातको मुसुरो र प्रतिक्षा र कल्याण जातको मुंगको वार्षिक औषत उत्पादन (८.९९ टन प्रति हेक्टर प्रति वर्ष), मकै बराबर उत्पादन (१४.५६ टन प्रति हेक्टर प्रति वर्ष), खुद नाफा (रु. ६५९०० प्रति हेक्टर प्रति वर्ष) र आम्दानी : खर्च अनुपात (१.२३) भन्दा संरक्षित कृषि प्रविधि अन्तर्गत अध्ययन गरिएको सोही जातको गहुँ, मकै, मुसुरो र मुंगको वार्षिक उत्पादन १२ प्रतिशत (१०.०४ टन प्रति हेक्टर प्रति वर्ष), मकै बराबर उत्पादन ७ प्रतिशत (१५.६० टन प्रति हेक्टर प्रति वर्ष), खुद नाफा १३.१ प्रतिशत (रु. १५२२०० प्रति हेक्टर प्रति वर्ष) र आम्दानी: खर्चको अनुपात ३७ प्रतिशत (१.४८) ले बढी पाइएको थियो। मकै-गहुँ-मुंग वाली व्यवस्था, संरक्षित कृषि र जातिय क्रम राजकुमार-डब्लु.के. १२०४-प्रतिक्षाको पारस्परिक कार्यको असरबाट भएको उत्पादन, मकै बराबर उत्पादन, खुद नाफा र आम्दानी: खर्चको अनुपात परम्परागत कृषि भन्दा क्रमशः १०.८६ प्रतिशत (१२.८५ टन प्रति हेक्टर प्रति वर्ष), ७.७६ प्रतिशत (१७.०८ टन प्रति हेक्टर प्रति वर्ष), ८४ प्रतिशत (रु. १८१००० प्रति हेक्टर प्रति वर्ष) र ३८ प्रतिशत (१.७८) ले बढी पाइएको थियो। त्यसै गरि मकै-मुसुरो-मुंग वाली व्यवस्था, संरक्षित कृषि र जातिय क्रम राजकुमार-खजुरा १- प्रतिक्षाको पारस्परिक कार्यको असरबाट भएको उत्पादन मकै बराबर उत्पादन, खुद नाफा र आम्दानी खर्चको अनुपात परम्परागत कृषि भन्दा क्रमस : १९.६२ प्रतिशत (९.३९ टन प्रति हेक्टर प्रति वर्ष), १२.७० प्रतिशत (१६.५० टन प्रति हेक्टर प्रति वर्ष), १३९ प्रतिशत (रु. १८६००० प्रति हेक्टर प्रति वर्ष) र ४४ प्रतिशत (१.८५) ले बढी पाइएको थियो। परम्परागत कृषि परिक्षण प्लटहरूमा पाइएको माटोको

चिस्यान (१०.४३ प्रतिशत) भन्दा संरक्षित कृषि परिक्षण प्लटहरुमा माटोको चिस्यान ९.४० प्रतिशतले बढी (११.४१%) पाइएको थियो। खुल्ला पारगसिंचित मकैको जात अरुण २ अध्ययन गरिएको परीक्षण प्लटहरुमा पाएको माटोको चिस्यान (१०.७५%) भन्दा वर्णशंकर मकैको जात राजकुमार अध्ययन गरिएको परीक्षण प्लटहरुमा २.५% ले बढी माटोमा चिस्यान (११.०२%) पाइएको थियो। जमिन भित्र पानी छिर्ने औषत दर मकै-मुसुरो-मुंग बाली व्यवस्था परीक्षण (१.२१ मिलिमिटर प्रति मिनेट) भन्दा मकै-गहुँ-मुंग बाली व्यवस्था परीक्षणमा ९ प्रतिशतले बढि (१.३२ मिलिमिटर प्रति मिनेट) पाएको थियो। परम्परागत कृषि अनुसन्धान परीक्षणमा जमिना भित्र पानी छिर्ने दर (१.२१ मिलिमिटर प्रति मिनेट) भन्दा संरक्षित कृषि अनुसन्धान परीक्षणमा ४३ प्रतिशतले बढी (१.५३ मिलिमिटर प्रति मिनेट) पाइएको थियो। माटोमा जैविक कार्वन बढ्ने दर मकै- गहुँ-मुंग बाली व्यवस्थापन परीक्षणमा भन्दा (१.३६) मकै-मुसुरो-मुंग बाली व्यवस्थापन परीक्षणमा १.५ प्रतिशतले बढी (१.३८) पाइएको थियो। परम्परागत कृषि परीक्षणहरुमा माटोमा जैविक कार्वन बढ्ने दर (१.२५) भन्दा संरक्षित कृषि परीक्षणमा ११.६ प्रतिशतले बढी (१.४४) पाइएको थियो। अन्त्यमा, क्षेत्रीय कृषि अनुसन्धान केन्द्र, दिपायल, डोटीमा २०७१ जेष्ठ देखि २०७३ असार सम्म संचालन गरेको अनुसन्धानको नतिजाबाट सुदुर पश्चिमको सिंचित तटीप क्षेत्रको लागि मकै-गहुँ-मुंग बाली व्यवस्था, संरक्षित कृषि र जातिय क्रम राजकुमार-डब्लु. के. १२०४-प्रतिक्षा बढी उत्पादन र मुनाफाको दृष्टीकोणबाट उपयुक्त देखिएको छ। त्यस्तै सिंचाईको व्यवस्था नभएको सुदुर पश्चिमको तटीप क्षेत्रको लागि मकै-मुसुरो-मुंग बाली व्यवस्था, संरक्षित कृषि र जातिय क्रम राजकुमार-खजुरा १-प्रतिक्षा बढी उत्पादकत्व र मुनाफाको लागि उपयुक्त देखिएको छ। यो अनुसन्धानको नतिजाबाट संरक्षित कृषि परीक्षणमा माटोको जैविक कार्वन, माटोमा पानी छिर्ने दर र माटोमा रहने चिस्यानमा देखिएको सुधार परम्परागत कृषिको परीक्षणमा भन्दा उच्च पाइएकोले सुदुरपश्चिमको तटीप क्षेत्रका कृषकहरुलाई माटोको भौतिक गुणमा सुधार ल्याई उत्पादकत्व बढाउन संरक्षित कृषि प्रविधि अपनाइनु उत्तम हुन्छ।

Performance and Stability Analysis of Elite Wheat Lines in Irrigated, Drought, and Heat Stress Environments and Diversity Assessment Using Stress Linked SSR Markers

Mukti Ram Poudel (PLB-04P-2015), PhD 2020

Department of Genetics and Plant Breeding

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Surya Kant Ghimire, PhD)

Wheat is a major cereal crop in Nepal, important for human nutrition, and plays a vital role in food security. Climate adversities resulting in rising air temperatures and frequent droughts are the emerging wheat production challenges in Nepal. The objective of the present study was to identify high-yielding, drought and heat-adapted wheat lines and understand the variation of yield-attributing characters thereof. The twenty elite wheat lines and check varieties were evaluated under irrigated, heat stress, and drought conditions during the 2016-2017 and 2017-2018 wheat seasons. The field experiments followed an alpha-lattice design, treatments replicated twice. Genotypes were assessed for diversity and relatedness using drought and heat-stress-linked SSR markers. The wheat genotypes varied significantly among them for all the studied characters under irrigated, drought, and heat-stressed environments individually and in pooled analysis over the environments, suggesting variation of these traits among them. The genotype x environment interaction analysis with AMMI model revealed genotype responded differently to the stress environments, and stability analyses with AMMI and GGE biplot methods identified genotypes adapted to specific environments and stable across the three test environments. Heat and drought stressed crop had earlier heading by 22 and 1% days, and earlier maturity by 14 and 4% days, respectively, with reference to the irrigated optimum environment. There was a reduction of grain yield by 46% due to heat stress and 57% due to drought stress. Heat stress had a higher effect on days to heading, days to maturity, and 1000-grain weight; drought had a greater effect on yield, plant height, and spike/m². Drought and heat stress had a similar effect on the number of grains per spike. Under irrigated optimum conditions, BL4708 had the highest mean yield (3731 kg/ha), whereas NL1325 (3714 kg/ha) was the most stable genotype adapted to this environment. Under heat stress, BL4699 was the highest yielder (2226 kg/ha), and NL 1326 (2173 kg/ha) was the most stable genotype. Similarly, in drought condition NL1327 had the highest mean yield (2005 kg/ha), and NL 1244 (1714 kg/ha) was the most stable genotype. NL1202 (2386 kg/ha) and NL1253 (2285 kg/ha) were the most stable genotypes across the three test environments over the years, at par with the check varieties Bhrikuti (2426 kg/ha) and Gautam (2106 kg/ha). The genotypes adapted to specific stress environments and stable across the environments mentioned above can be further evaluated and promoted as candidate varieties. The drought and heat stress tolerance linked SSR were polymorphic on the studied genotypes, and cluster analysis showed distinct groups with some relevance to stress adaptation.

गहुँ नेपालको मुख्य खद्यान्नवाली हो । खाद्य सुरक्षा र पौष्टिकताको आधारमा गहुँलाई महत्वपूर्ण मानिएको छ । मौसम प्रतिकूल अवस्थाका कारणले हावाको उच्च तपक्रम र बारम्बार सुख्खा हुनु गहुँ उत्पादनको लागि उदाउदो समस्या हो । उक्त सिकाईको मुख्य उद्देश्य गहुँका उत्कृष्ट प्रजातीहरूमा उच्च उपदाकत्व, सुख्खा र उच्च ताप सहन सक्ने अवस्था र उत्पादनसँग सम्बन्धित गुणहरू पत्ता लगाउनु थियो । २० वटा गहुँका उत्कृष्ट प्रजातीहरूलाई २०१६/२०१७ र २०१७/२०१८ मा अल्फा ल्याटिक्स डिजाइनमा २ रेप्लिकेशन गरी सिचित, ताप सहनशिल र सुख्खा वातावरण तयार गरी लगाईएको थियो । गहुँका प्रजातीहरूमा अनुवांशिक विविधता पत्ता लगाउनको लागी सुख्खा र ताप सहनशिल एसएसआर मार्कर प्रयोग गरिएको थियो । उक्त सिकाईमा अध्ययन गरिएका सम्पूर्ण गहुँका प्रजातीहरूका गुणहरूमा सिचाई, सुख्खा र ताप सहनशिल वातावरणमा एक्लाएक्लै र संयुक्त रूपमा औचित्यपूर्ण भिन्नता देखिएको थियो । प्रतिकूल वातावरणमा प्रजाती र वातावरणको फरक भिन्नतालाई एम्मी मोडेलबाट अध्ययन गरिएको थियो भने विशेष र स्थिर वातावरणमा अनुप्रयोग हुने जातहरूको पहिचान जिजिईबाट गरिएको थियो । वाला पसाउने दिनको सिचित वातावरणसँग तुलना गर्दा उच्च ताप र सुख्खा अवस्थामा क्रमशः २२% र १% अगाडी वाला पसाएको थियो भने क्रमशः १४% र १% अगाडी वाला पाकेको थियो । त्यसैगरी सिचित अवस्थासँग तुलना गर्दा उच्च ताप प्रतिकूल अवस्थामा ४६% र सुख्खा अवस्थामा ५७% उत्पादन कम थियो । उच्च ताप सहनशिल वातावरणको वाला पसाउने दिन, वाला पाक्ने दिन र हजार दाना तौलमा र सुख्खा वातावरणको उत्पादन, विरुवाको उचाई र वाला संख्या प्रति मिटरमा सिचित वातावरणसँग तुलना गर्दा उच्च प्रभाव देखिएको थियो । त्यसैगरी दुवै प्रतिकूल वातावरणको दाना संख्या प्रति वालामा समान असर देखिएको थियो । सिचित वातावरणमा विएल-४७०८ को उच्च औसत उत्पादन (३७३१ के.जी. प्रति हेक्टर) थियो भने एनएल-१३२५ (३७१४ के.जी. प्रति हेक्टर) उच्च वातावरण स्थित प्रजाती थियो । ताप सहनशिल प्रतिकूल वातावरणमा विएल-४६९९ को उच्च उत्पादन (२२२६ के.जी. प्रति हेक्टर) थियो भने उक्त वातावरणमा एनएल-१३२६ (२१७३ के.जी. प्रति हेक्टर) सबैभन्दा स्थित प्रजाती थियो । त्यसैगरी सुख्खा वातावरणमा एनएल-१३२७ को उच्च उत्पादन (२००५ के.जी. प्रति हेक्टर) थियो भने उक्त वातावरणमा एनएल-१२४४ (१७१४ के.जी. प्रति हेक्टर) सबैभन्दा स्थिर प्रजाती थियो । एनएल-१२०२ (२३८६ के.जी. प्रति हेक्टर) र एनएल-१२५३ (२२८५ के.जी. प्रति हेक्टर) का साथै भृकुटीको (२४२६ के.जी. प्रति हेक्टर) र गौतम (२१०६ के.जी. प्रति हेक्टर) सबै वातावरणहरूमा उच्च स्थिर प्रजातीहरू थिए । माथि उल्लेख गरिएका प्रजातीहरूलाई भविष्यमा अभै गहन अध्ययन र विकाशित गर्न सकिने देखिएको छ । सुख्खा र ताप सहनशिल मार्करहरूले अध्ययन गरिएका गहुँका प्रजातीहरू पर्याप्त मात्रामा परिवर्तनशिलता देखा परेका थिए । समूह विश्लेषण अध्ययन गर्दा प्रतिकूल अवस्थामा प्रयोग हुने प्रजातीहरू केही समान रूपमा प्रांसगिकता देखिएको थियो ।

Genetic Variability on High Concentration of Grain Iron (Fe) and Zinc (Zn) in Lentil (*Lenc culianaris* Medikus Subsp. *Culinaris*) Accession in Terai Agro-Demains of Nepal

Rajendra Darai (PLB-03P-2015), PhD 2020

Department of Genetics and Plant Breeding

(Chairperson of the Advisory Committee: Krishna Hari Dhakal, PhD)

Iron (Fe) and Zinc (Zn) are essential micronutrients for human health. Peoples especially women and children, are directly affected by the micronutrient malnutrition called hidden hunger, which is a serious problem in developing countries. Nepalese lentils are rich sources of Fe, Zn, as well as protein, and straws are valuable animal feed, thus playing a great role in the nutritional well-being of low-income people. Breeding for improved nutritional quality in lentil is a new research thrust across the world. The objectives of this study were to determine the phenotypic and genetic variability of pre-selected 25 high Fe and Zn concentration lentil accessions of diverse origin and analyze genotype by environment (G x E) interaction for Fe, Zn, grain yield, and important agronomic traits. Field experiments were carried out in a simple lattice design with three replications and at three distinct locations for two consecutive lentil seasons of 2016 and 2017. Fe and Zn concentrations were analyzed with Atomic Absorption Spectrophotometry, and 40 SSR markers were used for genetic diversity analysis. Highly significant differences in genotypes, environment, and G x E interaction were observed for yield, which indicated that there is a possibility of selection for high yield and yield stability among the accessions. Lentil accessions WBL-77, RL-79, and PL-4 were the best performers and well-adapted across the environments. Analysis of variance indicated highly significant differences in genotypes, environment, and G x E interaction were observed for grain Zn concentration. Similarly, for Fe concentration, the genotypes and environment components were highly significant, but the G x E interaction was not significant. Large variation was observed for grain Fe (82.53 to 133.49 ppm) and Zn concentration (54.03 to 75.34 ppm). Both Fe and Zn concentrations were influenced by the environment. Grain Fe was more sensitive to environmental effects compared to the grain Zn concentration. Significant phenotypic variations among the accessions were observed for most of the studied traits. Molecular characterization revealed that 23 SSR markers were found polymorphic producing a total of 584 alleles. Based on the alleles, five clusters were grouped. Among the clusters, I had four accessions that mostly originated from Bangladesh, Nepal, and ICARDA. Cluster II contained the largest number of accessions that originated from ICARDA and India. Cluster III was the second largest group that contained six accessions representing from India, Nepal, and ICARDA origin. Cluster IV contained three accessions belonging to the USA and Nepal. The Cluster V contained five

accessions of ICARDA, Pakistan, and Indian origin. The identification of yield stable lentil accessions and the information on genetic and phenotypic variability thereof will be helpful to develop biofortified lentils varieties in Nepal.

मानव स्वस्थ रहनको लागि आइरन, जिंक जस्ता सुक्ष्म तत्वहरू अत्यावश्यक पर्दछन् । खासगरी महिला तथा हुर्कदो बालबालीकाहरू सुक्ष्म पोषक तत्वबाट हुने कुपोषण जसलाई विछिप्त भोक भन्ने गरिन्छ । जसबाट आक्रान्त छन् त्यसमा अधिकांस बिकासोन्मुख देशहरूमा जटिल समस्याको रूपमा रहेको छ । नेपाली मुसुरोमा प्रसस्त मात्रामा सुक्ष्म तत्वहरू आइरन, जिंक तथा प्रोटीन पाइने हुँदा मानव जातिलाई स्वस्थ रहन र पशु चौपायलाई रुचिकर आहाराको रूपमा प्रयोग गर्न सकिने भएकोले पौष्टिक सुरक्षामा यसको महत्वपूर्ण योगदान रहेको छ । संसार भरिका वैज्ञानिकहरू मुसुरो लगाएतका बालीहरूमा बाली प्रजननको माध्यमबाट पौष्टिक गुणमा सुधारका लागि अनुसन्धानमा तल्लिन छन् । यी तथ्यहरूलाई नियाल्दै, यो अनुसन्धानको मुख्य उद्देश्य मुसुरोमा वंशाणुगत विशेषता र वातावरणको असरले देखिने गुणहरू र उत्पत्ति सम्बन्धि गुणहरूको जैविक विविधता र प्रजाति तथा वातावरणको अन्तर सम्बन्धको सुक्ष्म अध्ययन गर्नु हो । यस प्रकारको अध्ययन पनि नेपालमा भएको छैन र यसको लागि विभिन्न हावापानीमा उत्पत्ति भएका सुक्ष्म तत्व घनिभूत भएका २५ मुसुरो प्रजातिहरूको तीन तराईका बहु स्थानमा सिम्पल ल्याटिस डिजाईनमा तीन रेप्लिकेशनमा परिक्षण, प्रजाति तथा वातावरणको अन्तर सम्बन्ध, मुसुरोको दानामा हुने आइरन, जिंकको मात्रामा पाईने आधारमा जात या कुलको आधारमा बगिक्रित गर्नु, रूप र आकारको चारित्रिक अध्ययन तथा अणुसम्बन्धी अध्ययनको लागिपरिक्षण संचालन गरिएको थियो र लगाइएको थियो । मुसुरो दानामा पाईने आइरन, जिंक मात्रामा मात्र विश्लेषण गर्न Atomic Absorption Spectrophotometer (Agilent 200) को तरिका र अणु सम्बन्धि जैविक विविधता अध्ययनको लागि ४० वटा एसएसआर मार्करहरूको प्रयोग गरिएको थियो र उत्पादन क्षमतालाई मात्र अंगिकार गर्दा प्रजाति तथा वातावरणको अन्तर सम्बन्धमा प्रजाति, वातावरण तथा प्रजाति तथा वातावरणको अन्तर सम्बन्धमा अर्थपूर्ण भिन्नता देखिएकोले लगाइएको मुसुरो प्रजातिमा जैविक विविधता रहेको र स्थायी प्रदर्शन गर्न सक्ने जातहरू WBL-77, RL-79 र PL-4 तिन वाट हावापानीको लागि उपयुक्त र छनौट गर्न सकिन्छ । AMMI Biplot मा विश्लेषण गर्दा वातावरणको असर ८०.७१%, प्रजातिको असर ८.३८% र प्रजाति तथा वातावरणको अन्तर सम्बन्धको असर १०.९० % देखिएको छ । मुसुरो दानामा पाईने आइरन, जिंक मात्रामा मात्र विश्लेषण गर्दा प्रजाति, वातावरणमा दुवै तत्वहरू अर्थपूर्ण भिन्नता पाईयो तर मुसुरो दानामा पाईने आइरन मात्रामा प्रजाति तथा वातावरणको अन्तर सम्बन्धमा खासै भिन्नता पाईएन । प्रजातिहरूमा मुसुरो दानामा पाईने आइरन (८२.५३-१३३.४९ पिपिएम) र जिंक (५४.०३-७५.३४ पिपिएम) मात्रामा ठुलो भिन्नता रहेको देखियो । दुवै तत्वहरूमा वातावरणनीय प्रभाव देखियो तथापी मुसुरो दानामा पाईने आइरन जिंक भन्दा वातावरण उतार चडाव हुँदा ज्यादा संवेदनशिल देखियो । त्यसैगरी रूप र आकारको चारित्रिक गुणहरूको अध्ययन गर्दा जैविक विविधता पाईएको छ । अणुसम्बन्धि अध्ययन गर्दा २३ एसएसआर मार्करहरूले पोलिमर्फिक पाइयो जसको कुल ५८४ अलिल रहेका थिए र मार्कर पीएलसि १६, एसएसआर १२४, एसएसआर १५६, एसएसआर ११३, एसएसआर २८ र एसएसआर १०७ ले बढी पोलिमर्फिक देखाएकोले जैविक अणु स्तरमा विविधता देखिएका छन् र यो विविधताबाट बायोफोर्माइड मुसुरोका जातहरू छनौट गर्न मद्दत पुग्ने छ र कालान्तरमा आम नेपालीहरूको पौष्टिक सुरक्षामा सहयोग पुग्ने छ ।

Impact Study of The Farmers' Managed Shardikhola -Puranchaur Irrigation System in Kaski, Nepal

Kapil Khanal (AEC-01P-2016), PhD 2020

Department of Agricultural Economics and Agribusiness Management
(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Kalika Bahadur Adhikari, PhD)

Irrigation is an important strategic input for the farmers of Nepal. This study aims to study the impact of the irrigation system on the socio-economic dimensions of water users, the technical efficiency of production of three major crops, the water use efficiency of the irrigated agriculture, and factors affecting the strength of access to and creating incentives for collective management of the irrigation system. The study was conducted in the Shardikhola Puranchaur Irrigation Project located in the Pokhara Metropolitan City (Ward Number 19) and Machhapuchre Rural Municipality (Ward Number 2) of the Kaski district of Nepal. The data for the study were collected in 2019. A sample size of 184 farmers was determined using Slovin's formula and selected randomly, and a similar number of farmers were selected randomly from the surrounding area without access to the irrigation project, with and without comparison. Among the 184 respondent HHs from the users of the irrigation system, 147 respondent HHs were in the locality before the development of the irrigation system, and those farmers were used for before and after comparison. Econometric models, such as stochastic frontier analysis, Logit, Tobit, and descriptive and inferential statistics, were used to analyze the data. Results showed a significant rise in the living standard of water users, as shown by the increase in the use of cemented houses, gas as fuel, private source of drinking water, and ownership of consumer accessories by 46.94 percent, 82.31 percent, 74.15 percent, and 29.93 percent, respectively, as compared to before irrigation. After the development of the irrigation project, there was a significant increase in farm income, farm employment, agricultural activities, cropping intensity, and crop diversity by NPR. 3,98,462, 98.236 man-days, 67.35 percent, 0.534, and 816.998, respectively, as compared to before irrigation, leading to better socio-economic transformation. Rice farmers under the irrigation project were operating at a higher production frontier with lower technical efficiency of 54.8 percent, whereas rice farmers without the irrigation project were operating at a lower production frontier with higher technical efficiency of 92.3 percent. Maize farmers in areas with an irrigation project were operating at a higher frontier with a higher average technical efficiency of 88.7 percent in comparison to 54.4 percent of maize farmers in areas without an irrigation project. Wheat was grown at a lower technical efficiency of 39 percent, whereas farmers with an irrigation project were growing naked barley at a higher frontier with a higher technical efficiency of 95.5 percent. In areas without an irrigation project, labor was overutilized in the case of rice and wheat production, organic manure was overutilized in the case of maize and wheat production, whereas seed was underutilized in

the case of rice and maize production but overutilized in the case of wheat production. Similarly, in areas with irrigation project labor was overutilized and seed was underutilized for rice, organic manure was overutilized in the case of rice and wheat, and bullock labor was underutilized for wheat. The presence of sound technical agricultural knowledge, a high level of trust among the farmers, and the North-South gradient of the canal significantly increased the farmers' strength of access to the irrigation system by 14.9 percent, 11.6 percent, and 15.4 percent, respectively, and the location of the household at the head of the canal decreased strength of access by 34.8 percent. An increase in the age of the household head, increase in schooling years of the household head, presence of penalty in monetary terms, a higher number of farmers in a branch of the irrigation system positively motivated farmers for the collective management of the irrigation system by 0.6 percent, 2.6 percent, 24 percent and 22.3 percent, respectively whereas receiving of agricultural training decreased the motivation by 30.4 percent. The study concluded that irrigation had a significant positive impact on the living standard of the water users, with increased employment and income from the farm. The study suggests that rice production should be further increased in areas under the irrigation project by providing farmers with training on various aspects of irrigated rice production, whereas maize and wheat farmers in the areas without the irrigation project should be provided with proper technologies and knowledge to increase their production. Further, the farmers should be made aware of the irrigated agricultural practices and negative impacts of mismanagement of the irrigation system, and the rules and regulations of the irrigation system should be implemented properly so that there is increased access to the irrigation system and motivation for the management of the irrigation system.

सिँचाइ नेपालका किसानहरूका लागि महत्त्वपूर्ण रणनीतिक लागत हो। यस अध्ययनले सिँचाइ उपभोक्ताहरूको सामाजिक-आर्थिक आयाममा सिँचाइ प्रणालीको प्रभाव, तीन प्रमुख बालीको उत्पादन क्षमताको प्राविधिक दक्षता, सिँचित कृषिको पानी उपयोग दक्षता र सिँचाइ प्रणाली प्रति पहुँचको शक्तिलाई असर गर्ने र सिँचाइ प्रणालीको सामूहिक व्यवस्थापनको लागि प्रोत्साहन गर्ने कारकहरूको अध्ययन गर्ने लक्ष्य राखेको छ। यो अध्ययन नेपालको कास्की जिल्लाको पोखरा महानगरपालिका (वार्ड नम्बर १९) र माछापुच्छ्रे गाउँपालिका (वार्ड नम्बर २) मा अवस्थित शर्दीखोला पुरनचौर सिँचाइ प्रणालीमा गरिएको थियो। अध्ययनका लागि डाटा २०१९ मा संकलन गरिएको थियो। यस अध्ययनका लागि १८४ कृषकहरूको नमूना आकार स्लोभीनको सूत्र प्रयोग गरी निर्धारित गरिएको थियो र आकस्मिक नमूना विधिबाट चयन गरिएको थियो र त्यति नै संख्यामा किसानहरू वरपरका असिँचित क्षेत्रबाट आकस्मिक नमूना विधिबाट छनौट गरि, छ र छैन तुलनाका लागि चयन गरिएको थियो। सिँचाइ प्रणाली प्रयोग गर्ने १८४ कृषकहरूमध्ये १४७ कृषक सिँचाइ प्रणालीको विकास हुनु अघिदेखि नै त्यस इलाकामा रहेकाले, अघि र पछि तुलनाकालागि ती १४७ किसानहरूलाई छनौट गरिएको थियो। इकोनोमेट्रिक मोडलहरू स्टोक्यास्टिक फ्रन्टियर विश्लेषण, लोजीट, टोबिट, र वर्णनात्मक र अनुमानात्मक तथ्यांकहरू डाटाको विश्लेषण गर्न प्रयोग गरिएको थियो। परिणामहरूले सिँचाइ प्रयोग गर्नेहरूको जीवनस्तरमा उल्लेखनीय वृद्धि देखाएको छ जुन कुरा पक्कि घर, इन्धनको रूपमा ग्यास, खानेपानीको निजी स्रोत र विशेष उपभोक्ता सामानको स्वामित्वमा बढ्दो प्रयोगले देखाएको छ जुन सिँचाइ पुर्वको तुलनामा क्रमशः

४६.९४ प्रतिशत, ८२.३१ प्रतिशत, ७४.१५ प्रतिशत र २९.९३ प्रतिशतले बढेको देखाएको छ। सिँचाई आयोजनाको विकास पछि कृषि आय, कृषि रोजगार, कृषि व्यवसाय गतिविधि, बालीनाली गहनता र बालीनाली विविधतामा सिँचाई पूर्वको तुलनामा क्रमशः रु ३,९८,४६२, ९८.२३६ मानव कार्य दिन, ६७.३५ प्रतिशत, ०.५३४ र ८१६.९९८ ले उल्लेखनीय वृद्धि भएको छ जसले गर्दा अझ राम्रो सामाजिक-आर्थिक रूपान्तरण भएको छ। सिँचित धान कृषकहरू ५४.८ प्रतिशतको कम प्राविधिक दक्षताका साथ उच्च उत्पादन सीमाहरूमा काम गरिरहेका छन् भने असींचित धान किसानहरू ९२.३ प्रतिशतको उच्च प्राविधिक दक्षताका साथ कम उत्पादन सीमामा काम गरिरहेका छन्। सिँचित मकै किसानहरू असींचित मकै किसानहरूको ५४.४ प्रतिशतको कम प्राविधिक दक्षताका तुलनामा ८८.७ प्रतिशतको उच्च प्राविधिक दक्षताका साथ उच्च उत्पादन सीमाहरूमा काम गरिरहेका छन्। गहुँ ३९ प्रतिशतको कम प्राविधिक दक्षतामामा उब्जनी गरिएको छ भने सिँचित किसानहरूले ९५.५ प्रतिशतको उच्च प्राविधिक दक्षताका साथ उच्च सीमामा उवा उत्पादन गरिरहेका छन्। असींचित प्रणालीमा धान र गहुँको सन्दर्भमा श्रम अधिक मात्रामा प्रयोग गरिएको थियो, मकै र गहुँको सन्दर्भमा जैविक मललाई अधिक प्रयोग गरिएको थियो भने धान र मकैको उतापादनमा बीजको कम प्रयोग गरिएको थियो तर गहुँको अवस्थामा भने अधिक प्रयोग गरिएको थियो। यसै गरी सिँचित प्रणाली अन्तर्गत धानको लागि श्रम अधिक प्रयोग गरिएको थियो भने बीज थोरै प्रयोग गरिएको छ, धान र गहुँको अवस्थामा जैविक मलको अधिक प्रयोग गरिएको थियो भने गहुँको लागि गोरुको श्रम कम प्रयोग गरिएको थियो। किसानहरूमा ठोस प्राविधिक कृषि ज्ञानको उपस्थिति, किसानहरूबीच उच्च स्तरको विश्वास र नहरको उत्तर-दक्षिण ग्रेडियन्टले सिँचाई प्रणालीमा किसानहरूको पहुँचमा क्रमशः १४.९ प्रतिशत, ११.६ प्रतिशत र १५.४ प्रतिशतले वृद्धि गरेको पाइयो र नहरको आरम्भमा घरको अवस्थितिले सिँचाई प्रणालीमा किसानहरूको पहुँच शक्ति ३४.८ प्रतिशतले घटायो। घर मुलीको उमेरमा वृद्धि, घर मुलीको शैक्षिक स्तरमा वृद्धि, मौद्रिक दण्डको व्यवस्था र सिँचाई प्रणालीको एक शाखामा धेरै किसानको संख्याले क्रमशः ०.६ प्रतिशत, २.६ प्रतिशत, २४ प्रतिशत र २२.३ प्रतिशतले सिँचाई प्रणालीको सामुहिक व्यवस्थापनको लागि किसानलाई सकारात्मक रूपमा उत्प्रेरित गरेको पाइयो भने कृषि तालिम प्राप्तिले सामुहिक व्यवस्थापन प्रतिको प्रेरणा ३०.४ प्रतिशतले घटाएको पाइयो। अध्ययनले सिँचाइले पानी उपभोक्ताहरूको जीवन स्तरमा महत्वपूर्ण सकारात्मक प्रभाव पारेको निष्कर्ष निकाल्यो। अनुसन्धानले सिँचाई गरिएको धान उत्पादनको विभिन्न पक्षमा किसानहरूलाई तालिम दिएर धान उत्पादन अझ बढाउनुपर्दछ, जबकि मकै र गहुँका किसानहरूलाई उत्पादन वृद्धिका लागि उचित प्रविधि र ज्ञान उपलब्ध गराउनुपर्दछ भनि सुझाव दिन्छ। सिँचाई प्रणालीको दुरुपयोगका नकारात्मक असरका बारे कृषकहरूलाई सजग बनाउनुपर्दछ र सिँचाई प्रणालीको नियम कानून सही ढंगले कार्यान्वयन गर्नुपर्दछ ताकि सिँचाई प्रणालीमा पहुँच बढोस र सिँचाईको व्यवस्थापनका लागि प्रेरणा मिलोस।

QTL Mapping and Genomic Selection for Heat Tolerance in Tropical Maize (*Zea mays* L.)

Mahendra Prasad Tripathi (PLB-01P-2013), PhD 2020

Department of Genetics and Plant Breeding

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Surya Kant Ghimire, PhD)

An increase in frequency and magnitude of global warming is one of the emerging abiotic threats, which might cause considerable adverse effects on maize yield and food security in South Asia. However, there is little information on QTLs influencing the expression of key secondary traits associated with heat tolerance, and estimation of marker effects and GEBVs from different cycles of genomic selection in tropical maize. Here we evaluated two populations (pop-1 and pop-2) of double haploid (DH) maize inbred lines for QTL mapping at International Crop Research Institute for Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Hyderabad, and Orrisa University of Agriculture and Technology (OUAT), Odisha, during the spring season of 2016. Similarly, four multi-parent synthetic (MPS) test cross populations (pop-3, pop-4, pop-5, and pop-6) were evaluated for genomic selection during the spring season of 2015 in natural heat and/or optimal conditions at different parts of India, Nepal, Bangladesh, and Pakistan. Further intermating of a selected fraction of these populations was made during the spring season of 2016, and a subset of the base population was assessed at ICRISAT, Hyderabad, in the winter season of 2017. Genotype data were generated through two platforms, LGC Genomics, UK, for the MPS population, and Genotype by Sequencing (GBS) on an Illumina Infinium at the Institute for Genomic Diversity, Cornell University, Ithaca, NY, USA, for the DH population. The analysis of variance revealed differences among the tested genotypes in DH populations, where yield reduction was associated with the direct effect of heat stress. A total of nine QTLs for grain yield, eight each for plant height, anthesis and silking days, six each for ear height, anthesis-silking interval and SPAD, five for senescence, and three for internode length, two for leaf firing, and one each for tassel blasting and ears per plant were identified in two DH populations. An overlapping QTL hot spot was also identified on maize chr-9, chr-2, and chr-5. A common QTL identified for leaf firing and tassel blasting on chr-9. Around 60% of detected QTLs displayed positive additive effects contributed by the heat tolerance parent. Interrelationships among a large number of complex traits were confirmed by pleiotropic effect of QTL for multiple traits under natural heat stress. Grain yield was genetically associated with anthesis days, anthesis silking interval, plant height, internode length, senescence, SPAD index, and ears per plant under natural heat stress. Likewise, analysis of variance for all four multi-parent synthetic populations revealed genotypic differences for grain yield, days to anthesis, and anthesis-silking interval under both natural heat stress and optimal conditions. Heritability was variable among the traits, ranging from 0.0 to 0.77 for days to anthesis, 0.0 to 0.39 for anthesis-silking interval, and 0.12 to 0.91 for grain yield in all four populations. For MPS₃, 18.88 and 2.18% grain yield advantage, MPS₄, 22.39 and 3.07% grain yield advantage of the selected fraction in heat and optimal conditions, respectively. Similarly, MPS₅ and MPS₆, respectively, showed 46.96% and

74.16% yield advantage in comparison with the base population in the first round of phenotypic selection. MPS_{3-C1-2} , MPS_{4-C1-2} , MPS_{5-C1-2} , and MPS_{6-C1-2} correspondingly showed 6.29%, 2.99%, 16.61%, and 13.40% higher grain yield than the population means at 10% of selection in the second round based on marker effects and genomic estimated breeding values.

विश्वव्यापी रूपमा एक उदीयमान अजैविक तनावको रूपमा देखिएको बढ्दो तापक्रमले दक्षिण एशियाली क्षेत्रमा पनि मकैको उत्पादन र खाद्य सुरक्षामा उल्लेख्य प्रतिकूल प्रभाव पार्न सक्ने देखिन्छ। तथापि उष्ण प्रदेशिय मकैमा तापिय सहिष्णु विशेषतासंग सम्बन्धित माध्यमिक गुणहरूको अभिव्यक्तिलाई प्रभाव पार्ने क्युटीएल र जिनोमिक चयनको विभिन्न चक्रहरूमा मार्कर प्रभावहरूको अनुमान तथा जीनोमिक अनुमानित प्रजनन मूल्यको आधारमा गरिने छनौटको बारेमा न्यून जानकारी रहेको छ। सन् २०१६ को वसन्त ऋतुमा क्युटीएल रेखाङ्कन गर्नको लागि दुई समूहको डवल हेप्लोइड मकैका लाईनहरूलाई अर्धशुष्क उष्ण प्रदेशिय क्षेत्रहरूको लागि अन्तराष्ट्रिय वाली अनुसन्धान संस्थान, हैदरावाद र ओडिसा कृषि तथा प्रविधि विश्वविद्यालय, भुवनेश्वर भारतमा परिक्षण गरिएको थियो। त्यसैगरी सन् २०१५ को वसन्त ऋतुमा नेपाल, भारत, पाकिस्तान र बंगलादेशका विभिन्न भागहरूमा चारवटा समूहका बहु(आमाबाबु सिन्थेटिक परिक्षण कसहरूलाई सामान्य र प्राकृतिक तातो अवस्थामा जिनोमिक चयन अध्ययनको लागि परिक्षण गरिएको थियो। यसको साथै समूहगत आधारमा छानिएर आएका चारवटा भागहरूलाई सन् २०१६ को वसन्त ऋतुमा अन्तर प्रजनन गराईएको थियो र सन् २०१७ को जाडो मौसममा आधार समूहबाट उपसमूह बनाई हैदरावादमा मूल्याङ्कन गरिएको थियो। दुईवटा प्लेटफर्ममा जिनोटाइप डाटा उत्पन्न गरिएको थियो, बहु(आमाबाबु सिन्थेटिक समूहको लागि एलजिसि जिनोमिक्स, संयुक्त अधिराज्य र डवल हेप्लोइड समूहलाई जिनोमिक विविधता संथान, कर्नेल विश्वविद्यालय, संयुक्त राज्य अमेरिकामा अनुक्रमणद्वारा जिनोटाइपिङ गरियो। विचरणको विश्लेषण गर्दा परिक्षण गरिएका डवल हेप्लोइड जातहरूबीच भिन्नता देखापर्यो, जहाँ तातो तनावको प्रत्यक्ष प्रभाव मकैको उत्पादन घट्नुसंग सम्बन्धित देखिन्छ। दुई डवल हेप्लोइड समूहमा दाना उत्पादनसंग सम्बन्धित ९ वटास वोटको उचाई, भाले र पोथि फूलसंग सम्बन्धित ८(८ वटास घोगा सम्मको उचाई, भाले र पोथि फूल बीचको अन्तर, र पातको हरितकण सम्बन्धित ६(६ वटास पात ओइलाउने गुणसंग सम्बन्धित ५ वटास अन्तर काण्ड लम्बाईका लागि ३ वटा, पात डढ्ने गुणका लागि २ वटास र धानचमर डढ्ने र प्रति बोट घोगा उत्पादनका लागि १/१ वटा क्युटीएलहरू पहिचान गरियो। क्रोमोजोम नम्बर २, ५ र ९ मा क्युटीएल खण्टिएको पहिचान गरियो। पात डढ्ने र धानचमर पड्कने गुणका लागि क्रोमोजोम नम्बर ९ मा साभा क्युटीएल पहिचान भयो। पहिचान भएका करिब ६० प्रतिशत क्युटीएलको तातो सहन सक्ने क्षमतामा सकारात्मक योजक असर पाईयो। क्युटीएलको बहु गुणिय क्षमतालाई प्लिओट्रोपिक प्रभावका आधारमा ठूलो संख्यामा रहेका जटिल गुणहरू बीचको अन्तर सम्बन्धले प्रमाणित गर्दछ। प्राकृतिक तापको अवस्थामा आनुवांशिक रूपमा मकै उत्पादनको सम्बन्ध भाले फूल फुल्न लाग्ने समय, भाले र पोथी फूल फुल्न लाग्ने समय बीचको अन्तर, बोटको उचाई, अन्तरकाण्ड दुरी, पात ओइलाउने, हरितकणको मात्रा र प्रतिवोट घोगा सख्यासंग देखियो। त्यस्तै विचरणको विश्लेषण गर्दा सामान्य र प्राकृतिक तातो तनावको अवस्थाले चारवटा बहु-आमाबाबु सिन्थेटिक समूहमा मकैको उत्पादन, भाले फूल फुल्न लाग्ने दिन, र भाले तथा पोथी फूल फुल्ने समयको अन्तरमा आनुवांशिक रूपले फरक देखियो। मकैका चारवटै समूहको विभिन्न गुण/लक्षणमा विरासतको मात्रा पृथक पाईयो, जसमा भाले फूल फुल्ने दिनको ०.० देखि ०.७७, भाले फूल र जुंगा निस्कने दिनको अन्तरमा ०.० देखि ०.३९, र दाना उत्पादनको ०.१२ देखि ०.९१ सम्म पाईयो। बहु-आमाबाबु सिन्थेटिक समूहहरू मध्ये तातो अवस्था र सामान्य अवस्थामा क्रमशः समूह-३ मा १८.८८ तथा २.१८ प्रतिशत, र समूह-४ मा २२.३९ तथा ३.०७ प्रतिशतसम्म छनौट गरिएका भागले वढि उत्पादन दिएको पाईयो। त्यसरी नै बहु-आमाबाबु सिन्थेटिक समूह-५ र समूह-६ ले पहिलो चरणमा छनौट गरिएका भागहरूले आधार समूहको तुलनामा क्रमशः ४६.९६ र ७४.१६ प्रतिशत वढि उत्पादन दिएको पाईयो। बहु-आमाबाबु सिन्थेटिक समूह ३, ४, ५ र ६ को आधार समूहमा १० प्रतिशतका दरले छनौट चाप दिदा मार्कर प्रभाव र जीनोमिक अनुमानित प्रजनन मूल्यको आधारमा दोस्रो चरणमा क्रमशः ६.२९, २.९९, १६.६१, र १३.४० प्रतिशतले वढि उत्पादन दिन सक्ने पाईयो।

Food Security Governance and Right to Food: Understanding State-People Relationship in Nepal

Yamuna Ghale (DES-01P-2015), PhD 2020

Department of Rural Sociology and Development Studies

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Kailash Nath Pyakuryal, PhD)

Food security is not only becoming a major global, national, and local agenda over time but also posing numerous questions and concerns about its governance. There are still gaps between the holistic understanding of food security, right to food, food sovereignty, and their actual translation into practices, even when different conceptual, legal, and policy frameworks have been developed and debated over the years. This situation is even worse in the developing countries, especially because of a poor understanding of food governance and a weak realization of the importance of state-people relations. Food security encompasses the broad areas of a) availability, b) accessibility, c) affordability, d) stability, and e) utilization, whereas the right to food deals with the fundamental issues of a) respect, b) fulfilment, and c) protection; and finally, food sovereignty deals with local autonomy and alternative options towards food security. Similarly, accountability and people's participation in food security policy and planning are fundamental elements of food governance. However, these concepts are not getting enough attention in research, policy, and practice in Nepal. In this context, this study aims to address some of these concerns and better understand the importance of 'holistic food security governance' in the spirit of the Constitution of Nepal, 2015. The general objective of the study is to analyze the state of food security governance with specific reference to Food Security (FS), Right to Food (RtF), and Food Sovereignty in Nepal. The specific research objectives are to a) assess the 'state of the art' of food security in Nepal; b) examine the major regulatory provisions and policies, and strategies related to Food Security, the Right to Food, and Food Sovereignty in Nepal; and c) analyze the 'food security governance' with specific reference to accountability and participation. The main research methods used to collect data for this study were Focused Group Discussion (FGDs), Content Analysis, Key Informant Interview (KII), and Direct Observation in the field. The literature review was an important part of the study. Further, the Agriculture Development Strategy (ADS) was the candidate for the 'case-based analysis' that enhanced in the better understanding of the governance dynamics. The triangulation was used for validation of the findings. This study applied analytical concepts from different theories. While analyzing the findings, indicative logic within the qualitative approach was used. This study was conducted from January 2016 to June 2017. The major findings are presented in line with the research objectives. Regarding the objective of assessment of the 'state of the art' of food security in Nepal, the general production situation of major cereals, horticultural

crops, and animal products was improving. The overall food insecurity situation in terms of availability, accessibility, affordability, stability, and utilization had also improved over time in Nepal. However, the situation of improved food security was not able to fully address the socio-cultural dimensions (food according to cultural preferences) of production and consumption of food. Similarly, regarding the assessment of major regulatory provisions and policies & strategies related to Food Security, the Right to Food and Food Sovereignty in Nepal, the study showed that remarkable achievements have been made in constitutional and legal provisions [e.g., the Constitution (2015), the Right to Food and Food Sovereignty Act (2075 B.S.)] was far ahead of policies. Policy aspects are comparatively weak, especially in internalizing the responsibility of concerned stakeholders, leaving the improvement of food security as the sole responsibility of the Ministry of Agriculture and Livestock Development. Though the ADS was a comprehensive strategy of agricultural development, its translation into action became challenging mainly because of a change in the context, as it was developed before the federalization of the country, and there existed a lack of cooperation among the key stakeholders. Coordination, collaboration, and concerted actions were weak to translate constitutional and regulatory provisions, policy frameworks into practices in both horizontal (among the ministries, among the departments, etc.) and vertical (all 3 tiers of government) levels, without which achieving the constitutional objective was extremely difficult. In the objective of the analysis of 'food security governance', the study had focused specifically on the situation of accountability and people's participation. In terms of accountability, four important elements (transparency, answerability or justification, compliance, and enforcement or sanction) were examined. Even though some progress had been made in these four provisions, there is still a need for major efforts from the government and all concerned stakeholders to ensure a transparent process, for key actors to be more answerable for their activities and fulfilled compliance, and for the state to be more stringent in enforcing the legal provisions related to food system management. The ADS formulation process was taken for an in-depth case study to examine people's participation, especially focusing on a) gender dimension of participation, b) geographical representation, and c) thematic representation. The situation of participation in the ADS formulation process was satisfactory. However, the entire process was started at the time of the unitary system, and once the ADS was finalized, the political context drastically changed due to the federalization of the country. Hence, its translation into action became challenging. In conclusion, all five components of food security, in general, and availability and affordability, in particular, have increased and developed over time in Nepal. Legal provisions related to Food Security, the Right to Food, and Food Sovereignty are becoming far stronger due to constitutional provisions and the Right to Food and Food Sovereignty Act 2075 BS. However, the situation of policy provisions remains weak mainly because of a) lack of

proper understanding of the holistic nature of the food system, b) policies are not properly guided by specific theories, c) inadequate levels of coordination, cooperation, and collaboration, and d) progressions not in the spirit of the federal Constitution. In a nutshell, progress in realizing food security, the right to food, and food sovereignty in Nepal is headed in the right direction, but there is still a long way to go.

वर्तमानमा खाद्य सुरक्षा सवाल अन्तराष्ट्रिय, राष्ट्रिय र स्थानिय सरोकारमात्र भएको छैन, यसले खाद्य व्यवस्था र सुशासनमा अनगिन्ती प्रश्नहरु पनि उठाएको छ। समयक्रमसगै विभिन्न अवधारणागत, कानुनी र नितीगत खाकाहरुमा बहस हुदै आएका पनि खाद्य सुरक्षा, खाद्य अधिकार र खाद्य संप्रभुताको अवधारणागत बुझाई र कार्यान्वयनमा ठुलो खाडल देखिन्छ। अवधारणागत रुपमा खाद्य सुरक्षा अन्तर्गत क) खाद्य उपलब्धता, ख) खाद्यमा पहुँच, ग) खाद्यान्नमा खर्च गर्न सक्ने क्षमता, घ) खाद्य उपलब्धतामा स्थिरता र ड.) खाद्य उपयोगिता तथा खाद्य अधिकार अन्तर्गत क) सम्मान, ख) संरक्षण र ग) परिपुर्ति र अन्त्यमा खाद्य संप्रभुता भन्नाले खाद्यमाथि स्थानिय स्वायत्तता र विकल्पहरुको सुनिश्चितता पर्ने भएता पनि यो अवधारणाको समग्र बुझाईमा पुर्णता देखिँदैन। त्यसैगरी खाद्य सुशासन अन्तर्गत खाद्य सम्बन्धि कानून, निती, रणनिती र कार्यविधि बनाउदा राज्यको उत्तरदायित्व र नागरिकको सहभागिताको सुनिश्चितता अहम् रहने भएता पनि यी अवधारणाहरुले अनुसन्धान, निती निर्माण र प्रकृयागत अभ्यासहरुमा उचित स्थान तथा प्राथमिकता पाउन सकेको देखिँदैन। यस अध्ययनका तिनवटा विशेष उद्देश्यहरुमा, क) नेपालको वर्तमान खाद्य सुरक्षाको अवस्था विश्लेषण, ख) खाद्य सुरक्षा, खाद्य अधिकार र खाद्य संप्रभुता सम्बन्धि प्रमुख कानुनी प्रावधान, निती तथा रणनितीको विश्लेषण र ग) खाद्य सुशासन अन्तर्गत राज्यको उत्तरदायित्व र नागरिक सहभागिता विश्लेषण गर्न यस अध्ययनमा विभिन्न विधिहरुको प्रयोग गरिएको छ। यो अध्ययन (जनवरी २०१६-जुन २०१७) बाट प्राप्त नतिजाहरुमा: क) खाद्यान्न बाली, बागवानी र पशुजन्य उत्पादनको अवस्थामा सुधार भएको पाईयो, तर सास्कृतिक विविधता अनुरूपको खाद्य सुरक्षाको सवालमा भने अझै सुधार हुनुपर्ने देखियो, ख) नेपालको संविधान २०७२ र खाद्य अधिकार तथा खाद्य संप्रभुता ऐन २०७५, खाद्य अधिकारको सवालमा अग्रगामी देखियो भने अन्य नितीगत र रणनितीक पक्ष कमजोर रहेको पाईयो, र ग) खाद्य सुशासन सम्बन्धी विश्लेषण गर्दा पारदर्शिता, जवाफदेहिता र संमतिको अवस्था कमशः सुधार हुदै गएको देखियो। सारांशमा खाद्य सुरक्षाको अवस्था सुधार भएको र यस सम्बन्धी कानुनी प्रावधान सकारात्मक रहेको भएता पनि क) खाद्य सुशासन प्रणालीको बारेमा सरोकारवालाहरुको समग्र बुझाईमा कमी, ख) नितीहरु सैद्धान्तिक मान्यतामा आधारित नभएको, ग) सम्बन्धित सरोकारवालाहरु बिच उत्तरदायित्वबोधका साथ समन्वय र सहकार्यको कमी, र घ) राज्यको संघीय संरचनाको मर्म र आवश्यकता अनुरूप रुपान्तरणको प्रकृया द्रुत गतिमा अगाडि नबढेको पाईयो।

Evaluation of Different Phenogenetic Groups of Chicken Aiming at Developing Dual Purpose Sakini Crossbred in Nepal

Saroj Sapkota (ANB-01P-2017), PhD 2020

Department of Animal Breeding and Biotechnology

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Manaraj Kolakshyapati, PhD)

Indigenous chickens are popular in the Family Poultry Production System (FPPS) in Nepal; however, they are least prioritised, as expected mainly because of their low productive performance. This study began in 2014 with the collection of indigenous *Sakini* chickens, representing three agro-ecological zones (AEZs) of Central Nepal, and continued until 2018. The study was carried out mainly aiming at improving the livelihood system of rural farmers through enhancing the productivity of backyard chicken by developing dual-purpose *Sakini* crossbred chickens suitable for the Nepalese context. For this, evaluation of indigenous *Sakini* and trans-boundary dual-purpose breeds and their filial generations (F1 & F2) was carried out in terms of growth, production, and egg biometric traits, along with genetic parameter estimation and genetic diversity study. Dual-purpose breeds such as New Hampshire, Black Australorp, and Giriraja were collected from government research farms for the production and evaluation of crossbred populations. Base population (G0) was developed for each pure breed, and evaluation was done to select best performing individuals for crossing. Data were analysed employing C.R. Henderson's Fixed Effect and Random Effect (Sire model) Models using Mixed Model Least Squares and Maximum Likelihood Computer Program PC-2 developed by W.R. Harvey. Generations, genotypes, AEZs, and sex were the important sources of variation with respect to body weight, morphometric traits, egg biometric traits, and production traits. Variation in 24 different morphometric traits in relation to the sex of Indigenous *Sakini* chicken was analysed, and found that traits were significant ($p < 0.05$). *Sakini* lines from different AEZs had a significant effect ($p < 0.001$) on the body weight (BW) from 12 weeks up to 24 weeks of age. Males were heavier ($p < 0.001$) than females in all age groups. Selective breeding on the base population (G0) was used to produce first (G1), second (G2), and third (G3) generations of *Sakini* chickens. Generations (G0 to G3) and sexes had a significant ($p < 0.001$) effect on body weight from hatching to 24 weeks. Likewise, there was significant ($p < 0.05$) improvement in egg production (per hen per year); age at first lay (days), body weight at sexual maturity, egg number, and egg weight at 90 days of laying in progressive generations. Fertility, hatchability, and survivability significantly ($p < 0.05$) improved in the consequently selected generations compared to those of the base population. External and internal egg biometric traits were also significantly influenced by AEZs for different lines of *Sakini* Chicken. The results showed that the *Sakini* from the high hills can be selected with consideration for improving genetic potential. Generations and sex also influenced the body weights of chickens at all stages of growth. Results indicated that crossing of *Sakini* with other purebreds improves overall egg biometric traits in both filial generations; however, it is at par with results from selective breeding of *Sakini*. Likewise, positive and significant correlations ($r = 0.44-0.92^{**}$) were

found between egg weight and other egg biometric traits. Besides, hen housed egg production and hen day egg production percent were increased and reached a peak at 57 and 93 percent on 58 and 59 weeks, respectively. Higher heritability (h^2) values for the three-way crosses suggested that improvement in body weight can be achieved in the three-way crosses faster than the purebred and two-way cross chicken population whereas strong positive genetic and phenotypic correlation of egg weight and other egg biometric traits reflected that these traits seemed to have common genes and thus egg weight as a selection criterion to improve both egg weight and other egg biometric traits. Molecular characterization in indigenous *Sakini* chicken indicated that Red Jungle Fowl (RJF) from the Indian subcontinent could be the progenitor of the Nepalese *Sakini* chicken, and *Sakini* were more genetically close to *Gallus gallus gallus* in comparison to *Gallus gallus bankiva* (South East Asia). Thus, the results of the present study will serve as the scientific basis for the development of rational policies supporting conservation efforts and provide directions for future research for developing sustainable genetic improvement approaches.

नेपालको ग्रामिण कुखुरापालन प्रणालीमा रैथाने जातका कुखुराको उत्पादन क्षमता कम भएता पनि उपभोक्ता माझ यसले धेरै नै लोकप्रियता पाएको छ। ग्रामिण भेगका रैथाने साकिनी कुखुराहरूलाई छनौट तथा वर्णशंकर विधिबाट प्रजनन गराई, अण्डा र मासु उत्पादनमा सुधार गर्दै कृषकको जिवनस्तर साथै खाद्य सुरक्षा स्थितिमा सुधार ल्याउने, रैथाने र अन्य मासु तथा अण्डा दुवै उद्देश्यका लागि पालिने कुखुरा र तिनहरूको पहिलो र दोस्रो पुस्ताको शारिरीक वृद्धि, उत्पादन क्षमता, अण्डाको बाहिरी तथा भित्री चारित्रिक गुण, आनुवंशिक विविधता अध्ययनका लागि आणविक चारित्रिकरण र विभिन्न आनुवंशिक मापकहरूको अध्ययन गर्ने उद्देश्यले नेपालमै पहिलो पटक यस्तो किसिमको सोधकार्य गरिएको हो। जसअनुसार साकिनी कुखुराको माइटोकोन्ड्रियल डिएनए विश्लेषण गरि वंशाणुगत विविधताको अध्ययन गर्दा नेपालको रैथाने साकिनी जातको कुखुराका पुर्वजहरू भारतिय उप-महाद्विपका रातो जंगली कुखुराका प्रजातिसंग निकट रहेको पुष्टी भयो। यस अध्ययनको नतिजा अनुसार मध्य पहाडी र तराई क्षेत्र भन्दा उच्च पहाडी क्षेत्रबाट छनौट गरिएका रैथाने साकिनी कुखुराहरूमा उच्च शारिरीक तौल, विशिष्ट उत्पादन र गुणस्तरिय अण्डा दिन सक्ने आनुवंशिक क्षमता भएको पाईयो। सो अध्ययनमा देखिएको कुखुराको अण्डा उत्पादन र शारिरीक तौल सम्बन्धि गुणहरूको उच्च वंशागतित्व र उक्त गुणहरू बीच अत्यन्त शक्तिशाली एवं सकारात्मक आनुवंशिक सह-सम्बन्धले रैथाने साकिनी कुखुराहरू बीच स्वजातिय छनौट पद्धतिबाटै आनुवंशिक सुधार ल्याउन सक्ने मार्ग प्रशस्त गरेको छ। यसरी दोस्रो र तेस्रो पुस्ता सम्म स्वजातिय छनौट प्रजनन विधि अपनाउँदा क्रमशः अण्डा उत्पादनमा ४५ प्रतिशत (११२ देखि १६२ गोटा प्रति पोथी प्रति वर्ष) र २४ हप्ताको शारिरीक तौलमा ३३.५ प्रतिशत (१५७० ग्राम देखि २०९७ ग्राम सम्म) ले आनुवंशिक सुधार गर्न सकिने समेत अध्ययनको नतिजाले देखायो। त्यसै गरि तेस्रो पुस्तासम्म छनौटिय प्रजनन विधिबाट आनुवंशिक सुधार गरिएका रैथाने साकिनी कुखुराको शारिरीक तौल, अण्डा उत्पादन क्षमता र अण्डाको गुणस्तर सम्बन्धि चरित्रहरू द्विजातिय र त्रिजातिय वर्णशंकर प्रजनन विधिबाट विकास गरिएका कुखुराहरूको तुलनामा पनि उल्लेख्य फरक देखिएन। यसर्थ यस्ता अब्बल ठहरिएका रैथाने आनुवंशिक श्रोतहरूको संरक्षण, सम्बर्द्धन र उत्पादकत्व वृद्धिका लागि स्वजातिय छनौट विधि अपनाउँदा नै उपयुक्त हुने यस अध्ययनको नतिजाले देखाउँछ। साथै प्रदेश र स्थानिय तहले सो भूगोलका रैथाने जातको कुखुरामा अभियानकै रुपमा अनुसन्धान कार्यक्रम संचालन गर्नु अपरिहार्य आवश्यकता भएको ठहर गरिएको छ। अर्को तर्फ अण्डा उत्पादन र शारिरीक वृद्धिमा कमसल ठहरिएका रैथाने साकिनी कुखुराहरूको आनुवंशिक सुधारका लागि भने क्रमशः द्विजातिय र त्रिजातिय वर्णशंकर विधिबाट प्रजनन गराउन सकिने देखिन्छ। यद्यपि उक्त नतिजाहरूको पुष्ट्याईका लागि अन्य भूगोलमा थप कुखुरा संख्या समेटेर अध्ययन गर्नुपर्ने हुन्छ।

Performance of Late Season Cauliflower Varieties with Nitrogen and Pesticide Management in Nepal

Hom Nath Giri (HRT-02P-2015), PhD 2021

Department of Horticulture

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Moha Dutta Sharma, PhD)

Cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) is a popular winter season vegetable crop grown throughout the country. Low yield, early bolting, and production of poor-quality curds were the main problems faced by the farmers in the inner Terai and mid-hill region of Nepal due to the increase in temperature during the late winter season. In order to identify the appropriate varieties of cauliflower during the late winter season, along with the management of nitrogen and safer insecticides, three different experiments were conducted. To identify the suitable short-duration cauliflower varieties along with their growth, yield, and postharvest quality, an experiment was conducted in Rampur, Chitwan (256 masl) to represent the inner Terai and in Puranchaur, Kaski (900 masl) to represent mid hill condition of Nepal from November 2016 to March 2018 for two consecutive years. The introduced late-season varieties, viz. Freedom, Titan, Ravella, Amazing, Artica, Bishop, Casper, Indam 9803, NS 106, Snow Mystique, and Snowball 16 were arranged in an RCBD with four replications in both locations. In the study, Titan, Bishop, NS 106, and Snow Mystique showed comparatively higher growth in both locations. NS 106 and Freedom found an early mature variety (78 days) for final curd maturity in Rampur, while NS 106, Bishop, and Amazing performed as a short-duration variety (88 days) for final curd maturity in Puranchaur. In Rampur, significantly higher curd yield was produced by Bishop (53.5 mt/ha) and NS 106 (52.5 mt/ha) than other varieties. Similarly, Bishop (50 mt/ha) and NS 106 (47.5 mt/ha) also produced significantly higher curd yield than other varieties in Puranchaur. Snowball 16 recorded the highest TSS value of 5.7° Brix in Rampur and 5.5° Brix in Puranchaur. Similarly, the lowest physiological loss in weight was recorded in Snowball 16 in both locations. Significantly, better taste of cauliflower curd was found in Snowball 16, followed by Amazing in both locations. The shelf-life of cauliflower was significantly longer in Artica than in other varieties in both locations. Similarly, the highest gross return, net return, and benefit cost ratio was found in Bishop, followed by NS 106 among the varieties in both locations. In this study, Bishop and NS 106 found the best varieties in both locations based on the matrix ranking from different traits of the varieties and economic analysis of cauliflower production, while Amazing was superior to Snowball 16 between the two OP varieties. As these are newly introduced varieties in Nepal, proper nutrient management practices for these varieties were also lacking. In order to address these problems, a separate four-times-replicated field experiment was conducted in a split-plot design in Rampur, Chitwan, to determine the appropriate dose of nitrogen and the combined effect of urea and poultry manure on the growth and yield of the cauliflower. The study was carried out in nine treatment combinations from two different factors on the best-performing variety, Bishop, from November 2017 to March 2019 for two successive years. The first factor's three treatments were 260 kg N/

ha, 200 kg N/ha, and 140 kg N/ha, while the second factor's three treatments were 100 % N from urea; 50% N from urea and 50% N from poultry manure, and 100% N from poultry manure. The study suggested that plant growth was significantly higher in 200 kg N/ha and 260 kg N/ha at 55 DAT and final harvest. At all growth stages, these growth parameters were significantly higher in the combination of 50% N from urea and 50% N from poultry manure. Significantly, higher curd diameter, biological yield, and curd yield were produced by 200 kg N/ha and 260 kg N/ha. Significantly higher curd height (13.2 cm), curd diameter (20.1 cm), and curd yield (44.1 mt/ha) were recorded in 50% N from urea and 50% N from poultry manure than in other treatments. Similarly, higher curd yield (49.4 mt/ha) was produced by the interactions of 200 kg N/ha or 260 kg N/ha with 50% N from urea and 50% N from poultry. Significantly higher residual soil nitrogen and nitrogen uptake were found in 260 kg N/ha. Similarly, higher residual soil nitrogen was found in 100% N from poultry manure, while higher nitrogen uptake was found in 50% N from urea and 50% N from poultry manure than in other treatments. The highest net return and benefit cost ratio was found in 200 kg N/ha; 50% N from urea and 50% N from poultry manure; and a combination of these two factors. In this study, 200 kg N/ha with a combination of 50% N from organic and 50% N from inorganic fertilizer achieved higher nitrogen uptake by the crop as a result of better growth and higher yield of cauliflower than the sole use of either organic or inorganic fertilizer. In the late winter season, cabbage butterfly (*Pieris brassicae nepalensis*) is an important pest in late maturity varieties of cauliflower in Nepal. To identify the safer pesticides for effective control of cabbage butterfly, a field experiment was conducted in a RCBD with four replications. Altogether, six safer insecticides namely, Mahashakti (*Bt.* based), Neemix (*Azadirachtin* based), Spinosad (bacteria based), Liquid manure (mixture of succulent plants, cow urine, fresh cow dung and ash), Cypermethrin (Superkiller-10), and control were used as treatments in late season variety of cauliflower, Snow Mystique in Rampur, Chitwan from November 2017 to March 2018. The study suggested that the highest number of larvae population of cabbage butterfly along with damaged plants, leaves, curds, and holes were recorded in the control plot, while the lowest larvae population of cabbage butterfly and damages were recorded in the Cypermethrin and Spinosad treated plots. Similarly, the lowest aphid population was counted in Cypermethrin and Liquid manure-treated plots. Significantly, the highest curd yield (42.3 mt/ha) was produced by Cypermethrin, followed by Spinosad-treated plots. A biological pesticide named Spinosad was superior for the effective control of cabbage butterfly in cauliflower, which is important to develop an IPM protocol for crucifers. Finally, it has been concluded that Bishop and NS 106 were the best-performing cauliflower varieties for the late winter season. Similarly, 200 kg N/ha with 50% N from urea and 50% N from poultry manure was found appropriate combination to uptake higher nitrogen for better growth and higher yield of cauliflower. Biological pesticide like Spinosad was able to control the cabbage butterfly in cauliflower, which would be an alternative to Cypermethrin.

काउली जाडो मौसममा हुने महत्वपूर्ण एक तरकारी वाली हो, जसको नेपालमा वर्षभरी नै माग भईरहन्छ। मध्य पहाड र तराईको अवस्थामा किसानहरूले सामना गर्नुपरेका मुख्य समस्याहरूमा जाडो मौसमको अन्त्य तिर बढ्ने तापक्रमका कारण काउलीमा छिटो बोल्टिंग हुने र गुणस्तरहीन थुङ्गा उत्पादन हुनुलाइ नै मानिन्छ। हिउँदको समयमा गुणस्तरयुक्त बढी उत्पादकत्व भएका काउलीका विभिन्न जातहरू पहिचान गर्नुका साथै नाइट्रोजन र फिटनाशक विषादी व्यवस्थापनका लागि फरक फरक तीन वटा अध्ययनहरू गरियो। काउलीले छोटो अवधिमा धेरै उत्पादन दिने अगौटे प्रजातिहरूको उत्पादनमा वृद्धि तथा पोष्टहार्भेष्ट गुणहरूको पहिचान गर्न नोभेम्बर २०१६ देखि मार्च २०१८ सम्म दुई वर्षको लागि ११ वटा काउलीका नयाँ जातहरू फ्रिडम, टाईटान, राभेला, अमाजिंग, आर्टिका, विशप, क्यास्पर, इण्डाम ९८०३, एन एस १०६, स्नो मिष्टिक र स्नोबल १६ गरी रामपुर चितवनमा नेपालको तराईलाई प्रतिनिधित्व गर्दै र पुरनचौर, कास्कीमा मध्य पहाडलाई प्रतिनिधित्व गर्दै आरसिबिडीमा चारवटा ब्लकमा दोहोर्न्याएर अध्ययन गरिएको थियो। दुबै स्थानमा गरिएका अध्ययनमा तुलनात्मक हिसाबले टाईटान, विशप, एन एस १०६ र स्नो मिष्टिकमा विरुवाको वृद्धि विकास अन्य जातहरूको तुलनामा बढी पाईयो। रामपुरका लागि एन एस १०६, विशप र फ्रिडमका थुङ्गाहरू ७८ दिनमा परिपक्व भएको पाईयो भने पुरनचौरका लागि एन एस १०६, विशप र अमाजिंगका थुङ्गाहरू ८८ दिनमा परिपक्व भएको पाईयो। रामपुरका लागि विशपको उत्पादन सबै भन्दा बढी अर्थात् ५३.५ मेट्रिक टन/हेक्टर (मे.ट./हे.) र एन एस १०६ को ५२.५ मे.ट./हे. भएको पाईयो। त्यस्तै, अन्य जातहरूको तुलनामा पुरनचौरमा पनि विशप (५० मे.ट./हे.) र एन एस १०६ (४७.५ मे.ट./हे.) ले सबै भन्दा बढी उत्पादन दियो। दुबै स्थानहरूमा अध्ययन गर्दा स्नोबल १६ मा सबै भन्दा बढि टी. एस. एस. देखियो, जसमध्ये रामपुरमा ५.७ डिग्री ब्रिक्स र पुरनचौरमा ५.५ डिग्री ब्रिक्स पाईयो। दुबै स्थानहरूमा, अमाजिंग, स्नो मिस्टिक, स्नोबल १६ र विशपमा भिटामिन सी को मात्रा धेरै पाईयो। दुबै स्थानहरूमा, काउलीको थुङ्गा टिपिसकेपछि स्नोबल १६ मा सबै भन्दा कम तौल हास भएको पाईयो। दुबै स्थानहरूमा स्नोबल १६ पछि एमाजिंग काउलीमा अन्य जातहरूको तुलनामा मिठो स्वाद भएका पाईयो। लामो भण्डारण क्षमता र ताजा थुङ्गा रहरहने विशेषता अन्य जातहरूको तुलनामा आर्टिका जातमा उल्लेखनीय रूपमा रहेको पाईयो। यसै गरी दुबै स्थानहरूमा सबै जातहरू मध्ये विशप र एन एस १०६ जातहरूको खुद नाफा र आम्दानी लागत अनुपात सबै भन्दा बढि भएको पाइयो। यस अध्ययनमा, दुबै स्थानहरूमा म्याट्रिक्स च्याडकिङ्ग र आर्थिक विश्लेषणको आधारमा विशप र एन एस १०६ जातहरू नै सबै भन्दा उत्तम भएको पाईयो भने ओपी जातहरूमा तुलना गर्दा स्नोबल १६ भन्दा अमाजिंग नै बढी राम्रो भएको पाईयो। नेपालमा यी भर्खरै भित्र्याईएका काउलीका जातहरू भएका कारणले यिनको पोषण व्यवस्थापनमा पनि समस्या भएको देखिन्छ। तसर्थ पोषणमा पनि मुख्य गरि नाइट्रोजन व्यवस्थापनको समस्या समाधान गर्ने मुख्य उद्देश्यका साथ काउलीका राम्रा जातहरूको वृद्धि र उत्पादनमा यूरिया र कुखुराको मलको संयुक्त प्रभाव हेर्न नोभेम्बर २०१७ देखि मार्च २०१९ सम्म दुई वर्षको लागि रामपुर चितवनमा स्प्लीट-प्लट डिजाइनमा नाइट्रोजनको उचित मात्रा निर्धारण गर्न छुट्टै चार पटक दोहोरिने गरि यसको अध्ययन गरियो। यहाँ विभिन्न मुख्य र सहायक प्लटहरू गरी नौ किसिमका अध्ययन प्लटहरू संयोजन गरिएको थियो। नाइट्रोजनको विभिन्न मात्रा र यसको विभिन्न श्रोतहरूलाई आधार मानेर नाइट्रोजनको विस्तृत अध्ययन गरिएको थियो। पहिलो मुख्य तीन प्लटहरूमा, २६० के.जी. नाइट्रोजन/हे., २०० के.जी. नाइट्रोजन/हे. र १४० के.जी. नाइट्रोजन/हे. थियो भने दोस्रो तीन सहायक प्लटहरूमा पहिलो यूरियाबाट १०० प्रतिशत नाइट्रोजन, दोस्रो यूरियाबाट ५० प्रतिशत नाइट्रोजन र कुखुराको मलबाट ५० प्रतिशत नाइट्रोजन र तेस्रो कुखुराको मलबाट १०० प्रतिशत नाइट्रोजन थियो। अध्ययनले देखाएको परिणाम अनुसार, काउलीको वृद्धि विकाशमा देखिने असर २०० के.जी. तथा २६० के.जी. नाइट्रोजन/हे. मा बढि प्रभावकारी देखियो। यस्तै गरि काउलीका वृद्धि विकाशका चरणहरू अन्य प्रयोगहरू भन्दा कुखुराको मलबाट ५० प्रतिशत नाइट्रोजन र यूरियाबाट ५० प्रतिशत नाइट्रोजनले बढि प्रभावकारिता देखाउन सफल भयो। यसका साथै, २०० के.जी. नाइट्रोजन/हे. तथा २६० के.जी. नाइट्रोजन/हे. प्रयोग भएका प्लटहरूमा तुलनात्मक रूपमा बढि मात्रामा

काउलीको थुङ्गाको व्यास, कुल उत्पादन र थुङ्गाको उत्पादन रेकर्ड गरिएको थियो । यस्तै गरि यूरियाबाट ५० प्रतिशत नाइट्रोजन र कुखुराको मलबाट ५० प्रतिशत नाइट्रोजनको मिश्रण गरिएको खेतिबाट महत्त्वपूर्ण रूपमा थुङ्गाको उचाई (१३.२ सेन्टीमिटर), थुङ्गाको फैलावट (२०.१ सेन्टीमिटर), र थुङ्गाको उत्पादन (४४.१ मे.ट./हे.) रेकर्ड गरिएको थियो । अन्तमा, २६० के.जी. नाइट्रोजन/हे. तथा २०० के.जी. नाइट्रोजन/हे. र यूरियाबाट ५० प्रतिशत नाइट्रोजन र कुखुराको मलबाट ५० प्रतिशत नाइट्रोजनको संयोजनबाट तुलनात्मक रूपमा काउलीको थुङ्गाको उत्पादन (४९.४ मे.ट./हे.) उत्पादन बढि भएको पाईयो । यस्तै गरि, २०० के.जी. नाइट्रोजन/हे. र यूरियाबाट ५० प्रतिशत नाइट्रोजन र कुखुराको मलबाट ५० प्रतिशत नाइट्रोजन हाल्दा तथा यी दुई फ्याक्टरहरूको संयोजनले पनि सबै भन्दा बढी खुद नाफा र आम्दानी लागत अनुपात प्राप्त गर्न सफल रहयो । ५० प्रतिशत नाइट्रोजन प्राङ्गारिक मल र ५० प्रतिशत नाइट्रोजन अप्राङ्गारिक मलको मिश्रणको साथमा प्रति हेक्टर २०० किलोग्राम नाइट्रोजन हाल्दा काउली उत्पादनको लागि बढी प्रभावकारी देखियो । नेपालमा बन्दाको पुतली कीरा बन्दागोबी, काउली र अन्य धेरै क्रुसिफेरी वालीहरूलाई असर गर्ने एक महत्त्वपूर्ण कीरा हो । कीटनाशक विषादीको प्रयोग नेपालमा साना तथा ठूला सबै खाले तरकारी खेतीमा लागु हुने कीरा व्यवस्थापनको लोकप्रिय विधि हो । कीरा व्यवस्थापनको यी अभ्यासहरू सिधै मानव स्वास्थ्य, जैविक विविधता र वातावरणसँग जोडिएका छन् । बजारमा उपलब्ध केहि कीटनाशक विषादीहरू वातावरण र मानव स्वास्थ्यको लागि धेरै हानीकारक छन् र केहि 'नरम' प्रकृतिका छन् । नोभेम्बर २०१७ देखि मार्च २०१८ सम्म एक वर्षको लागि पछौटे जातको काउली स्नो मिस्टीकमा लाग्ने सबैभन्दा मुख्य कीरा बन्दाको पुतलीको प्रभावकारी नियन्त्रणको लागि सुरक्षित कीटनाशक विषादीहरू पहिचान गर्नका लागि चार पटक दोहोरिने गरि आरसिबिडीमा रहेर महाशक्ति (ब्याक्टेरियामा आधारित), निमिक्स (निममा आधारित), स्पिनोसाड (ब्याक्टेरियामा आधारित), भोल मल (कलिला बोट विरुवाहरू, गोमूत्र, कांचो गोबर र खरानीको मिश्रण), साइपरमेथ्रिन (सुपरकिलर १०) र नियन्त्रण गरि ५ वटा साधारण कीटनाशक विषादीहरू प्रयोग गरि रामपुर, चितवनमा अध्ययन गरिएको थियो । अध्ययनले सुभाब गरे अनुसार बन्दाको पुतलीको लार्भाको जनसंख्यासाथै काउलीको क्षतिग्रस्त बोटहरू, क्षतिग्रस्त पात र फलहरू कन्ट्रोल प्लटमा बढि संख्यामा रेकर्ड भएको पाईयो भने सबैभन्दा कम लार्भा जनसंख्या र क्षतिहरू साइपरमेथ्रिन र स्पिनोसाड उपचार भएको प्लटहरूमा रेकर्ड गरियो । त्यस्तै सबैभन्दा कम एफिडको जनसंख्या साइपरमेथ्रिन र भोल मल उपचार भएको प्लटहरूमा पाइयो । त्यस्तै, उल्लेखनीय रूपमा काउलीको उच्चतम फल उत्पादन (४२.३ मे.ट./हे.) साइपरमेथ्रिनको प्रयोग गरिएको प्लटमा र त्यसपछिको बढी उत्पादन स्पिनोसाड उपचार गरिएका प्लटहरूमा देखियो । अन्तमा, विभिन्न सुचकहरूमा आधारित भएर भन्नुपर्दा काउलीका उत्तम जातहरू विशप र एनएस १०६ थिए र त्यसपछि अमेजिंग रहेको देखिन्छ । यूरियाबाट ५० प्रतिशत नाइट्रोजन र कुखुराको मलबाट ५० प्रतिशत नाइट्रोजनको साथ प्रति हेक्टर २०० के.जी नाइट्रोजनको मात्राले काउलीको राम्रो वृद्धि विकास र उत्पादनको लागि उपयुक्त देखिन्छ । साथै, जैविक कीटनाशक स्पिनोसाड काउली उत्पादनमा बन्दाको पुतलीको प्रभावकारी नियन्त्रणको लागि उत्तम थियो, जुन काउली बर्गका वालीहरूमा कीरा व्यवस्थापनको लागि आईपीएम प्रोटोकल विकास गर्न महत्त्वपूर्ण छ ।

Maize Insect Diversity with Climatic Altitudinal Variabilities and Eco-friendly Management of Maize, Stem Borers in Nepal

Ghana Shyam Bhandari (ENT-01P-2015), PhD 2021

Department of Entomology

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Resham Bahadur Thapa, PhD)

Survey and field experiments were carried out to understand farmers' perception of pest incidence in relation to climate and evaluate different treatments for the management of maize stem borers. A household survey with randomly selected 148 respondents and a crop-based survey at 60 farmers' maize fields were carried out in three districts at different altitudes- inner terai (Chitwan), mid (Kaski), and high (Mustang) hills, focusing on maize growing areas and including newly constructed black light traps (BLT) for the monitoring of insects in 2017 and 2018. Studies on the effect of different sowing dates and genotypes of maize on the infestation of maize stem borers were carried out at Rampur, Chitwan, Nepal, in 2016/17 and 2017/18. Two maize genotypes (OPV: SO3TLY-FM and hybrid: RML-95/RML-96) were sown at every 10-day interval throughout the year in a randomized complete block (RCB) design with a factorial combination of treatments, each replicated three times. For the management of maize stem borers, seven treatments: i) *Trichogramma chilonis* @100,000 eggs/ha, ii) nimbicidine 0.03% @ 3.0 ml/liter, iii) spinosad 45% SC @ 0.5 ml/liter, iv), *Bacillus thurengiensis* 108 cfu/ml @ 2 ml/liter, v) chlorpyrifos 20% EC @ 2 ml/liter of water, vi) maize-cowpea intercropping (1:1 ratio), and vii) (maize without treatment) were tested in Rampur composite (OPV) in RCB design with four replication under field conditions during spring season at Rampur, Chitwan for two consecutive years, 2017 and 2018. In the household survey, most of the respondent farmers (69%) experienced increased temperature, whereas about one-third (36%) also experienced erratic rainfall patterns. Analysis of the 38 years (1980-2018) weather data recorded in the study areas revealed that an increment of temperature was 0.02-0.07°C per year and precipitation increment by 24.6 mm per year, and these facts match well with the perception of respondent farmers. About three-fifths of the respondent farmers felt that the emergence of insect pests in the last decade, and they related this fact as the result of climate change, resulting in decreased maize production over the years. Nearly half of the farmers (44%) responded that stem borers were the most prevalent pest in all ecological domains, causing significant damage to maize and a 14-43 percent reduction in yield. Similarly, in a crop-based survey, the study found that two borers, *Chilo partellus* (Swinhoe) and *Sesamia inferens* (Walker), were the major problems in all study areas. The highest foliage damage due to borers was observed in the lower elevation (20.2%) followed by the mid hill (7.9%) and the high hill (3.0%). This study also clearly indicated that infestation by stem borers was higher with higher temperatures. Insect monitoring through light trap showed that adults of white grubs had the highest abundance (600

followed by stem borers (268), red ants (238), and armyworms (212/year) across the study area. The highest trapped insects were recorded in the month of May (392), followed by April (297) and March (228), respectively, in a combined analysis where the mean temperatures ranged 18-25°C. This study clearly indicated that *C. partellus* is mostly active in the summer season (February to July) and *S. inferens* is generally active in the winter season (September to November) in all ecological regions. Different planting dates of maize showed that borer incidence varied with planting dates and genotypes. The crop planted from January to February reached the knee height stage, when the mean temperature ranged 20-25°C during February to March, which was more favorable for the growth and development of borers. We concluded that farmers can benefit by planting maize during September and November for the winter season, the second week of March to the first week of April for the spring season, and the first week of June to the second week of June for the summer season to acquire a higher grain yield due to lower maize stem borer damage under Chitwan conditions. Total fifty-four insect pests belonging to eight insect orders and forty-two natural enemies were identified in the maize field. All the treatments significantly reduced leaf and stem injuries and increased grain yield over the untreated check ($p < 0.05$) in the management experiment. The plot showed the significant result with the highest grain yield (4.66 mt/ha) followed by chlorpyrifos (4.59 mt/ha) and cowpea + maize intercropping (4.23 mt/ha) as compared to the untreated control (2.91 mt/ha). Cowpea + maize intercropping and release of *Trichogramma chilonis* were very effective for natural enemies' protection because the highest mean rove beetle, spider and coccinellid populations (8.3, 5.9 and 4.9/10 plants) were recorded in cowpea + maize intercropping followed by *T. chilonis* treated plot (7.2, 2.8 and 3.3/10 plants), respectively as compared to chemical insecticides (0.5, 0.8 and 0.7/10 plants). Similarly, the highest benefit-cost ratio (1.85 and 1.47) was found in cowpea + maize intercropping and the *T. chilonis* released plot. In conclusion, augmented release of *T. chilonis* at the appropriate time and maize + cowpea intercropping are better management options for maize stem borers. If a spray of chemical insecticides is needed, spinosad 45% SC @ 0.5 ml/liter of water is recommended.

जलवायु परिवर्तनको कारणले गर्दा मकैको उत्पादन र कीराको विविधिकरणमा पारेको असरबारे कृषकहरूको अनुभव तथा ज्ञान अध्ययन गर्न र मकै लगाउने क्षेत्रको भौगोलिक उचाई अनुसार तराईमा चितवन, मध्य पहाडमा कास्की र उच्च पहाडमा मुस्ताङ गरी जम्मा १४८ जना मकै लगाउने कृषकहरू र ६० जना कृषकहरूको मकै फिल्डको सर्वेक्षण गरिनुको साथै नेपालमै पहिलो पटक बिकास गरिएको ब्लाक लाइट बत्तीको पासोद्वारा कीराहरूको अनुगमन सन् २०१७ र २०१८ मा गरिएको थियो। लगाउने समय र जातको फरकले मकैबालीमा गवारोकीराले पार्ने क्षति बारेको अध्ययन रामपुर, चितवनमा सन् २०१६/१७ र २०१७/१८ सालमा गरिएको थियो जसमा दुई जातका मकैहरू (खुला सेचित-एसओ३टिएलवाई-एफएम र वर्णशंकर- आर.एम.एल.९५/आर.एम.एल.९६) लाई १० दिनको अन्तरालमा वर्षभरि लगाएर न्यान्डामाइज्ड कमल्यिट ब्लक डिजाईनसँग फ्याक्टोरीयल तालमेलमा तिन पटकसम्म दोहो-च्याएर अनुसन्धान गरिएको थियो। त्यसैगरी सन् २०१७/२०१८ सालको बसन्त मौसममा रामपुर कम्पोजिट जातको मकै

राष्ट्रिय मकैवाली अनुसन्धान कार्यक्रमको अनुसन्धान फिल्डमा लगाई, गवारोकीराको व्यवस्थापनको लागि विभिन्न वातावरणमैत्री विधीहरू: १) ट्राइकोग्रामा बारुलाको अण्डा १००,००० प्रति हेक्टर, २) निम्बिसिडीन ०.००३% को ३ मिलिलिटर प्रति लिटर, ३) स्पीनोसाड ४५% एफ.एस.को ०.५ मिलिलिटर प्रति लिटर, ४) ब्यासिलस थुरेन्जेन्सिस १०८ सि.एफ.यु.को २ मिलिलिटर प्रति लिटर, ५) क्लोरपाइरीफस २०% ई.सी. को २ मिलिलिटर प्रति लिटर पानीका दरले, ६) मकै+बोडीको अन्तरवाली (१:१) र ७) बिना उपचारको प्रयोग गरिएको थियो। उक्त परीक्षणहरू न्यान्डामाइज्ड कमलपट ब्लक डिजाईनमा चारपटक सम्म दोह्याएर, १५ दिनको फरकमा, ३ पटकसम्म उपचार गरिएको थियो। सर्वेक्षण गरिएको क्षेत्रमा करिब ६९ प्रतिशत कृषकले तापक्रम बढेको महसुस गरे भने ३६ प्रतिशतले पानी पर्ने समय अदलीबदली गरेको कुरा व्यक्त गरे। सर्वेक्षण गरिएका क्षेत्रको ३८ बर्ष (सन् १९८०-२०१८) को हावापानीको तथ्यांकलाई विश्लेषण गर्दा औसत तापक्रम प्रति वर्ष ०.०२-०.०७० सेन्टीग्रेड र औसत वर्षामा प्रतिवर्ष २४.६ मिलिमिटर बढदै गएको पाइयो, यो कृषकले बताएको तथ्यांकसँग करिब करिब मेल खान्छ। त्यसैगरी करिब २५ प्रतिशत कृषकले जलवायु परिवर्तनका कारण मकैमा कीरा बढ्नुको साथसाथै नयाँ-नयाँ प्रजातिका कीराहरू समेत देखिएको बताए। करिब ४४ प्रतिशत कृषकहरूले गवारो कीरा मकैखेतीको लागि ज्यादै हानिकारक भएको र मकै उत्पादनमा (१४-४३%) ह्रास ल्याउने गरेको बताए। वालीमा आधारित क्षति सर्वेक्षणको अध्ययनबाट नेपालमा मकै लगाउने सबै क्षेत्रमा २ किसिमका गवारो कीराहरू जसमा मकैको धर्के गवारो (चिलो पार्टलस) र गुलावी गवारो (सेसामिया इन्फेरेन्स) सबैभन्दा बढी हानिकारक भएको पाइयो। क्षेत्रगत रूपमा अध्ययन गर्दा गवारोको क्षति सबैभन्दा बढी तराई क्षेत्रमा (२०.२%), मध्य पहाडमा (७.९%) र उच्च पहाडमा (३.०%) क्रमशः पाइयो। यो अध्ययनको नतिजा अनुसार तापक्रम बढदै जादाँ गवारो कीराको प्रकोप पनि बढ्दै गएको देखियो। साथै धर्के गवारो गर्मी मौसममा र गुलावी गवारो जाडो मौसममा बढी सक्रिय रहेको पाइयो। यो अध्ययनले स्पष्ट रूपमा गवारो कीराहरूलाई तापक्रम बढ्दैजाँदा वातावरण अनुकूल हुने भएकोले क्षति बढी गरेको पाइयो। ब्लाक लाइट बक्तिको पासोमा वार्षिक औसतमा सबैभन्दा बढी ६०० वटा खुम्चेकीराको माउँहरू र त्यसपछि क्रमशः (धर्के+गुलावी) गवारोका माउँहरू (२६८), रातो कमिलाको माउँहरू (२३८), र फौजीकीराका माउँहरू (२१२) वटा सम्म परेको पाइयो। त्यसैगरी मासिक औसतमा सबैभन्दा बढी ३९२ वैशाख १५ देखि जेष्ठ १५ सम्ममा, त्यसपछि चैत्र १५ देखि वैशाख १५ सम्ममा (२९७) र फागुन १५ देखि चैत्र १५ सम्ममा (२२८) वटा कीराहरू उक्त बतीको पासोमा परेका थिए। त्यस अवधिमा औसत तापक्रम १८-२५० सेन्टीग्रेड रहेको थियो। मकै लगाउने समयको अन्तरालले गवारो कीराहरूको क्षति बारेको अनुसन्धानमा वसन्ते, वर्षे र हिउँदे मकैमा गवारोकीराको क्षति फरक पर्ने कुरा थाहा भयो। परीक्षणको नतिजाले चितवन र चितवनको जस्तो आवहवा भएका ठाउँहरूमा हिउँदे मकै भदौ १५ देखि असोज १५ सम्म र कार्तिक १५ देखि मंसिर १५ सम्म, वसन्ते मकै फागुनको अन्तिम साता देखि चैत्रको दोश्रो हप्ता सम्म र वर्षे मकै जेष्ठ १५ देखि असार पहिलो हप्तासम्म लगाइएकोमा गवारो कीराको क्षति कम हुँदा मकैको उत्पादन बढी भएको पाइयो। त्यसैगरी यस अनुसन्धानबाट ५४ थरीका हानिकारक कीराहरू र ४२ थरीका फाइदाजनक कीराहरू मकै वालीमा विभिन्न चरणहरूमा पहिचान गरियो। गवारो कीराको व्यवस्थापन परीक्षणमा समावेश मध्ये चार वटा उपचार विधीहरू उल्लेख्य मात्रामा प्रभावकारी पाइए। पात तथा डाँठमा भएको क्षतिलाई हेर्दा सबैभन्दा कम क्षति क्लोरपाइरीफस २०% ई.सी. २ मिलिलिटर प्रति लिटर पानीका दरले छर्दा पाइयो। यस विधीले पातमा ५.५१% क्षति र डाँठमा १.८६% मात्र क्षति गरेको पाइयो। त्यसपछि दोश्रोमा स्पीनोसाड ४५% एस.सी. ०.५ मिलिलिटर प्रति लिटर पानीमा र तेस्रोमा गवारो कीराको अण्डाको परजिवी बारुलो (ट्राइकोग्रामा चिलोन्स) १००,००० अण्डा प्रति हेक्टरका दरले ३ पटक प्रयोग गर्दा गवारो कीराको प्रभावकारी नियन्त्रण भएको पाइयो। उत्पादनको हिसाबले सबैभन्दा बढी उत्पादन ४.६६ टन/हेक्टर स्पीनोसाड ४५% एस.सी. ले उपचार गरेकोमा पाइयो। त्यसपछि क्लोरपाइरीफस २०% ई.सी.ले उपचार गरेकोमा ४.५९ टन/हेक्टर, र मकै+बोडीको अन्तरवाली (१:१ को अनुपात)

लगाएकोमा ४.२३ टन/हेक्टर र ट्राइकोग्रामा चिलोनिस बारुला छोडेको प्लटमा ४.०० टन/हेक्टर क्रमश पाइयो जुन तथ्यांकीय हिसावले उस्तै देखिन्छन । उपचार नगरिएकोमा सबैभन्दा कम २.९१ टन/हेक्टर उत्पादन पाइयो । त्यसैगरी मकै+बोडी अन्तरवाली प्लटमा सबैभन्दा बढी गवारोकीरा खाने मित्रजीवहरु जसमा निरुद्देश्यीय भ्रमण गर्ने खपटेहरु, माकुराहरु र स्त्री स्वभावका खपटेहरु क्रमशः ८.३, ५.९, ४.९ प्रति १० बिरुवा र अन्डाको परजीवि बारुलो (ट्राइकोग्रामा चिलोनिस) प्रयोग गरेको प्लटमा क्रमशः ७.२, २.८ र ३.३ प्रति १० बिरुवा पाइएको थियो । यस अध्ययनबाट अन्तरवाली विधि र अन्डाको परजीवि बारुलाको प्रयोग गरिएको प्लटमा मित्रजीव संरक्षण हुनुको साथै आम्रदानी लागत अनुपात सबैभन्दा बढी क्रमशः १.८५ र १.४७ पाईएको कारणले गर्दा विषादीको विकल्पको रूपमा गवारो कीरा व्यवस्थापन गर्न यि विधीहरु प्रयोग गर्दा प्रभावकारी हुने पाइयो । रासायनिक विषादीको हकमा स्पीनोस्याड ४५% एस.सी. को विषादी ०.५ मिलिलिटर प्रति लिटर पानीका दरले प्रयोग गर्दा गवारो कीराको व्यवस्थापन गर्न सकिने पाइयो ।

Global Value Chain Analysis of Nepalese Large Cardamom in Eastern Himalayan Road Corridor of Nepal

Rishi Ram Kattel (AEC-03P-2017), PhD 2021

Department of Agricultural Economics and Agri-business Management
(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Punya Prasad Regmi, PhD)

The agro-ecological settings in the eastern Himalayan Road corridors provide a unique opportunity for farmers to produce large cardamom as an export commodity for the global niche markets. Upgrading and quality enhancements are major bottlenecks of this commodity from the global market competitiveness point of view. This study was done to analyze the global value chain analysis of large cardamom (*Amomum subulatum* Roxb.) from governance and trade aspects, focusing on the chain map, adoption of major post-harvest practices, technology upgrading, consumers' preference, and willingness to pay. Farm-level information was collected representing the eastern Himalayan Road corridor of Taplejung, Jhapa, and Morang districts using structured personal schedule interviews for the cross-sectional household level data from 300 farmers using a simple random sampling technique. The other methods used in collecting information included the use of focus group discussions, key informant interviews, and rapid market appraisal of business enablers and traders. Besides, a 255-consumer survey was conducted using the KoBo Toolbox online survey from 2018 to 2020. Descriptive and comparative analysis for both primary and secondary data were used; the Probit model, income regression model, and instrumental variable (IV) model were used. Further, a SUR logit model was used to examine the factors influencing the adoption of five major post-harvest practices, such as an improved method of drying, curing, cleaning, tail cutting, and grading based on size and color. The contingent valuation method was used to assess the WTP of Nepalese large cardamom. The study revealed that about one-third of the sampled households were commercial large cardamom producing farmers, and a similar proportion of households also used the improved dryer for curing and drying of large cardamom with better quality, whereas about three-fifths followed the traditional dryer that hampers the quality of cardamom with a low price. Less than one-tenth of households had adopted the tail-cutting practice. The cost of the production of one kg of cardamom was estimated at NRs. 656, and the recent selling price was NRs. 1000/kg with NRs. 344 profit margins from a kg of large cardamom at the farm gate during the surveyed period. The B:C ratio of large cardamom production was 1.4. The findings revealed that the value chain development of large cardamom is not well structured at function, actors, and business enablers. More than 95 percent of large cardamom was exported to India from Nepal. Nepalese traders have a poor capacity and governance to export products to countries other than India due to high entry barriers to the global market and a lack of standards to

be met for export. The findings from the Probit model revealed that the adoption of an improved method of large cardamom drying was mostly driven by access to credit while controlling for other explanatory variables. The adoption of an improved method of large cardamom drying resulted in an increase in household income by more than twofold. The instrumental variable approach was used to check the robustness of the findings. The findings revealed that household income from large cardamom, risk-averse of the farmer, access to credit, and access to technical services were positively significant on the adoption of an improved method of curing and drying. Whereas the improved method of drying and house type has had a positive impact on annual household income from large cardamom. The impact of the adoption of an improved method of large cardamom curing and drying resulted in a 432 percent increase in house income in comparison to the traditional method, which gave only a 34.3 percent increase in OLS regression. A few, less than five percent of households, reported that they had been adopting the tail (calyx) cutting practice. Likewise, only about one-fifth of households adopted grading of large cardamom based on size and color at the farm level. The adoption of major post-harvest practices of large cardamom at the farm level has also increased household income by double. Results from an adoption model using a SUR logit identified experience, household income, the commercial scale of production, risk-averse, access to credit, and access to technical services as positive contributors to the adoption of major post-harvest handling practices of large cardamom. The average age of the consumers was 29.21 years, and 16.70 years of schooling. The average family size was 4.87 members. Two-thirds of respondents were male, and service was the main occupation of 39 percent of respondents. About 92 percent of respondents from consumer surveys belonged to Asia, whereas 38 percent belonged to urban city origins. One-fourth of respondents had US\$ 5000 and above annual income. Consumers were willing to pay a price premium of 34.56 percent for Nepalese large cardamom, while about 33 percent expressed additional WTP for organically certified once. About 40 percent of respondents expressed their willingness to pay for Nepalese large cardamom, whereas 65 percent expressed their additional WTP for organic certified. The average price paid for cardamom was US\$ 19.6 per kg, whereas the WTP additional amount for Nepalese cardamom was US\$ 6.92 per kg and US\$ 6.6 per kg additional for organic certified once. The major determining factors on the WTP of Nepalese cardamom were color, size, household income, and knowledge. Based on findings, it is suggested that the potential of global value chain development alliance, financing, and upgrading strategies would be pivotal for large cardamom with key intervention strategies for improving value chain function in the eastern Himalayan Road corridor of Nepal. The adoption model of improved drying method and its impact on farm income suggested that promotion of an improved method of curing and drying would be needed at the farm level to increase farm income and to capture the competitiveness of large cardamom, especially in the global markets. Results

from the adoption behavior of major post-harvest handling practices of large cardamom clearly showed that promotion of major post-harvest practices, such as the improved method of drying, curing, cleaning, tail cutting, and grading, would be needed at the farm level to increase farmers' income and also to become competitive in the global market. Having the largest share of the global export amount, the production of large cardamom in the eastern Himalayan Road corridors of Nepal is the most profitable commodity, which has great prospects and significance in the global markets.

पूर्वी हिमाली सडक कोरीडोरहरूमा कृषि पारिस्थितिक प्रणालिले कृषकहरूलाई विश्वको बजारका लागि निर्यात वस्तुको रूपमा ठूलो अलैंची उत्पादन गर्ने अनुपम अवसर प्रदान गर्दछ। अपग्रेडिंग र गुणस्तर वृद्धि विश्वव्यापी बजार प्रतिस्पर्धा दृष्टिकोणबाट यस वस्तुको प्रमुख अड़चन हो। यो अध्ययन ठूलो अलैंचीको अन्तर्राष्ट्रीय मूल्य श्रृंखला नक्सा, केन्द्रिय सुशासन र व्यापार पक्षबाट विश्वव्यापी मूल्य श्रृंखला विश्लेषण गर्न, प्रमुख फसल कटनी प्रक्रिया अपनाउने सम्बन्धित प्रविधि स्तरवृद्धि गर्ने, उपभोक्ताको प्राथमिकता र भुक्तान गर्न इच्छुक रहेको छ। फार्म स्तरको जानकारी हिमालको सडक कोरिडोर: ताप्लेजु, भ्रपा र मोरंग जिल्लाको प्रतिनिधित्व गर्दै ३०० घरघुरीको सर्वेक्षण साधारण अनियमित नमूना प्रविधिको प्रयोग गरेर कृषकहरूको परिवारहरूको अन्तर्वार्ता मार्फत तथ्यांक संकलन गरिएको थियो। तथ्यांक संकलनमा प्रयोग हुने अन्य विधिहरूमा सामूहिक छलफल विधिको प्रयोग, मुख्य सूचनादाता अन्तर्वार्ता र व्यवसाय सक्षमकर्ता र व्यापारीहरूको द्रुत बजार मूल्यांकन समावेश थियो। २०१८ देखि २०२० को अवधिमा कोवो टूलबक्स अनलाइन सर्वेक्षण प्रयोग गरी थप रूपमा २५५ उपभोक्ता सर्वेक्षण गरिएको थियो। प्राथमिक र माध्यमिक डाटा दुबैका लागि वर्णनात्मक र तुलनात्मक विश्लेषण प्रयोग गरिएको थियो, प्रोबिट मोडेल, आय प्रतिगमन मोडेल र इन्स्ट्रुमेन्ट भेरिएबल मोडल प्रयोग गरिएको थियो। यसबाहेक, एसयूआर लजिट मोडल प्रयोग गर्दै पाँच प्रमुख पोष्ट हार्भेष्ट अभ्यासहरू जस्तै ड्राइंग, सुक्खाउने, सफा गर्ने, पुच्छर काट्ने र आकार र रंगको आधारमा ग्रेडिंगको सुधार गरिएको विधि अपनाउनेमा प्रभाव पार्ने कारकहरूको परीक्षण गर्न प्रयोग गरिएको थियो। एक तिहाइ घरपरिवारहरू व्यवसायिक ठूलो अलैंची उत्पादन गर्ने किसानहरू थिए र त्यस्तै अनुपातमा घरपरिवारले ठूलो अलैंचीको उपचार र सुक्खाका लागि सुधारिएको ड्रायरको प्रयोग गर्थे जबकि तीन चौथाइ भन्दा बढी परम्परागत ड्रायरले प्रयोग गर्दै कम मूल्यको पाउनका साथै अलैंचीको गुणस्तरमा पनि बाधा पुऱ्याएको पाइयो। दश प्रतिशत भन्दा कम घरपरिवारले पुच्छर काट्नेको अभ्यास अपनाएको पाइयो। एक किलो अलैंचीको उत्पादन लागत रु ६०० अनुमान गरिएको थियो र हालको बिक्री मूल्य रु १०००/किलोग्राम रहेको छ। फार्म गेटमा एक किलो ठूलो अलैंचीबाट रु ३४४ नाफा र आम्दानि खर्च अनुपात १.४ पाइयो। अध्ययन निष्कर्षले पत्ता लगाए अनुसार ठूलो अलैंचीको मूल्य श्रृंखला विकासमा उत्पादक, सरोकारवाला र व्यापारहरू संरचनात्मक समन्वय कमजोर रहेको पाइयो। ९५ प्रतिशतभन्दा बढी ठूलो अलैंची नेपालबाट भारत निर्यात गरिएको पाइयो। विश्व बजारमा प्रवेशमा विभिन्न अवरोध र निर्यातका लागि पूरा गर्न नसक्ने मापदण्डको कारण नेपाली व्यापारीहरूसँग भारतबाहेक अन्य देशमा उत्पादन निर्यात गर्न सक्ने क्षमताको अभाव देखिन्छ। प्रोबिट मोडलले पत्ता लगाएको छ कि ठूलो अलैंची सुकाउने उन्नत विधि अपनाउनका लागि वित्तिय पहुँच मुख्य रहेको पाइयो। ठूलो अलैंची सुकाउने सुधारिएको विधि अपनाउँदा परिणामस्वरूप घरेलु आम्दानी दुई गुणा बढी वृद्धि भएको पाइयो। इन्स्ट्रुमेन्टल भेरिएबल मोडलको अवस्थाको सक्षमताको जाँच गर्न प्रयोग गरिएको थियो। खोजहरूले पत्ता लगाए कि ठूलो अलैंचीबाट हुने घरेलु आम्दानी, कृषकको जोखिम न्यूनिकरण, वित्तिय पहुँच र प्राविधिक सेवामा पहुँच र सुधारको

तथ्यांकगत रुपमा सकारात्मक महत्व रहेको पाइयो । जबकि सुकाउने सुधार विधिले ठूलो अलैचीबाट वार्षिक घरेलु आमदानीमा सकारात्मक प्रभाव पारेको देखिन्छ । ठूलो अलैची उपचार र सुकाउने उन्नत विधि अपनाईएको प्रभावको परिणामस्वरूप परम्परागत विधिको तुलनामा घरको आमदानी ४३२ प्रतिशतले वृद्धि भएको छ जसले ओएलएस मोडल प्रयोग गर्दा जम्मा ३४.३ प्रतिशत मात्र वृद्धि भएको देखियो । एसयुआर लजिट प्रयोग गर्दा प्रमुख अलैचीको पोष्टहार्भेष्ट व्यवस्थापनमा घरेलु आमदानी, उत्पादन अनुभव, व्यवसायिक खेति, जोखिम न्यूनिकरण, वित्तिय पहुँच, र प्राविधिक सेवाहरूको पहुँच सकारात्मक योगदान रहेका पाइयो । पाँच प्रतिशत भन्दा कम परिवारहरूले मात्र अलैचीको पुच्छर काट्ने अभ्यास अपनाइरहेको पाइयो । त्यस्तै करिव २५ प्रतिशत घरपरिवारले वास्तवमा फार्म स्तरमा आकार र रंगको आधारमा ठूलो अलैचीको ग्रेडिग अपनाएको पाइयो । फार्म लेभलमा ठूलो अलैचीको पोष्ट हार्भेष्ट प्रविधिहरू अपनाउँदा पनि परिवारको आमदानी दुई गुणा बढेको देखियो । उपभोक्ता सर्वेक्षणमा उपभोक्ताको औसत उमेर २९.२१ वर्ष र अध्ययन गरेको वर्ष १६.७० वर्ष पाइयो । औसत परिवारिक आकार ४.८७ सदस्य पाइयो । उत्तरदाताहरू मध्ये दुई तिहाई पुरुष थिए र ३९ प्रतिशत उत्तरदाताहरूको मुख्य पेशा जागिर रहेको थियो । उपभोक्ता सर्वेक्षणमा भन्दा ९२ प्रतिशत उत्तरदाता एशिया महादेश थिए भने ३८ प्रतिशत सहरीया उत्तरदाता थिए । एक चौथाइ उत्तरदाताहरूको वार्षिक आय अमेरिकी डलर ५००० वा त्यो भन्दा माथि रहेको पाइयो । उपभोक्ताले नेपाली ठूलो अलैचीका लागि ६६ प्रतिशत बढी अतिरिक्त मुल्य तिर्न इच्छुक थिए भने ३३.३३ प्रतिशतले एक पटक प्रांगारिक प्रमाणिकरका लागि अतिरिक्त मुल्य तिर्ने जनाए । उपभोक्ताले अलैचीको मुल्य १९.६ अमेरिकी डलर प्रति किलो तिरेको पाइयो जबकि नेपाली अलैची पाइएमा रकम ६.९२ अमेरिकी डलर प्रति केज र प्रांगारिक प्रमाणिकरण भएमा अतिरिक्त ६.६ अमेरिकी डलर प्रति केज मुल्य तिर्ने बताए । नेपाली अलैचीको अतिरिक्त मुल्य तिर्ने आधारहरू मुलतः रंग, आकार, घरेलु आमदानी र ज्ञान थिए । निष्कर्षको आधारमा, यो सिफारिश गरिन्छ कि नेपालको पूर्वी हिमालि सडक कोरिडोरमा मूल्य श्रृंखला कार्य सुधार गर्न प्रमुख हस्तक्षेप रणनीति सहित ठूलो अलैचीको लागि विश्व मूल्य श्रृंखला विकास गठबन्धन, वित्त सेवाको पहुँच र अपग्रेड गर्ने रणनीति निर्णायक पाइएको छ । कृषकको आमदानी बढाउन र ठूलो अलैचीको प्रतिस्पर्धालाई अभि विशेष गरी विश्व बजारमा प्रतिस्पर्धा गर्न आधुनिक र उन्नत भिट्टमा अलैची डाइजिनिंग र सुकाउने विधिको प्रवर्धन आवश्यक देखिन्छ । ठूलो अलैचीको पोष्ट हार्भेष्ट विधिहरू जस्तै: सुकाउने विधि, सुधार, सफा, पुच्छर काटिनु र ग्रेडिग अपनाउँदा परिणामतः किसानहरूको आमदानी बढाउनका सकिने देखिन्छ । ठूलो अलैची विश्व बजारमा विश्वव्यापी निर्यातमा सबैभन्दा ठूलो हिस्सा ओगट्दै नेपालको पूर्वी हिमाली सडक कोरिडोरमा सबैभन्दा लाभदायक देखिन्छ र विश्व बजारमा ठूलो सम्भावना र महत्व राखेको पाइयो ।

Analyzing Sustainability of Decentralized Electrification from Renewable Energy Technologies in Nepal

Rana Bahadur Thapa (DES-01P-2017), PhD 2021

Department of Rural Sociology and Development Studies
(Chairperson of the Advisory Committee: Bishnu Raj Upreti, PhD)

Access to electricity from Decentralized Renewable Energy (DRE) technologies is a vital factor for the socio-economic development of rural society and the country. The advancement of human societies and economies seeks a higher amount of energy. This ultimately results in rising concerns on (i) an increase in energy demand, (ii) limitations of fossil fuel reserves, (iii) greenhouse gas (GHG) emission, and (iv) consequently impact on global warming and climate change that has induced challenges for policy-makers to debate about energy security, energy-mix, and diversification of their energy policies. However, providing reliable, affordable, and modern energy in rural settlements is a major challenge in developing countries like Nepal. Because of mountainous/hilly geography and scattered settlements, providing energy service through DRE technologies is an effective complement to grid-based power. Nevertheless, these technologies are perceived to operate either below standard or in a less sustainable manner, which motivated the author to analyze the performance of existing DRE technologies from a sustainability perspective. This study analyzes the sustainability aspects of 84 DRE technologies based on 19 indicators and mostly used four-sustainability pillars. We used household data collected from three provinces of Nepal based on a stratified random sample method. Similarly, the researcher performed a survey of local experts' opinions for ranking existing DRE technology options and prioritizing the sustainability dimensions and indicators with respect to sustainability aspects. The field-based performance results reveal that technical criteria seem to be the best pursued by social, environmental, and economic. Comparing the province-wise performance of projects, Province-1 shows the strongest performance among the three provinces. Gandaki and Far Western provinces are performing nearly at the same level. However, Nepalese DRE projects are performing at a medium to a high level, which shows ample area of improvements in the sustainable supply of electricity. Additionally, the sustainability of DRE technologies depends on their sizes, but there is no significant influence of turbine types or the age of the projects. Similarly, as per experts' survey, Micro-hydropower is mostly preferred technology pursued by Solar home system, Solar mini-grid, Wind-solar hybrid, and Biomass for providing sustainable electricity services to the rural areas of Nepal. Likewise, the local experts favor the technical and economic dimensions to be the most crucial for the sustainability of DRE technologies in developing countries like Nepal. Then, social and environmental dimensions appear with lower priority for contributing

sustainability performance of DRE technologies in rural contexts. Although local experts suggest focusing on improvements mainly on technical and economic criteria for achieving a higher level of sustainability scores, it is important to look after each of the interdependent indicators together to have a synergy effect on overall performance. Furthermore, correlation analysis implies that economic criteria are the most crucial as it influences to other three dimensions, namely social, economic, and environmental. The access to electricity induces substantial welfare gains, which tend to be relatively skewed towards women and children. An increase in economic activities, improvements in economic status, contributing to environmental conservation, enhancing social cohesion, and improvements in the living standards of rural people are the key determinants of development effects from electrification from DRE technologies in rural areas. However, due to inherent characteristics of renewable energy systems such as high investment cost, low utilization, and lack of commercial operation has been the major issues that policy-makers have to trade off with the benefits and challenges of energy systems to provide modern energy to rural people who have been deprived of electricity for years. In conclusion, the sustainability of the technologies entirely depends on the performance of indicators and the inter-linkage between the indicators and dimensions with respect to the sustainability of the technologies. Therefore, the concerned authorities need to focus on maximizing and minimizing the performance of the sustainability indicators as per “decision criteria and goal” as mentioned in Appendix 3 because they are contextual and project-specific, in which priority should be given to improve each indicator from project inception to post-installation phases.

विकेन्द्रकृत नवीकरणीय ऊर्जा (वि.न.ऊ.) प्रविधिबाट विजुलीको पहुँचलाई समाज र देशको सामाजिक-आर्थिक विकासको लागि एक महत्वपूर्ण कारकको रूपमा लिइन्छ। यद्यपि, ग्रामीण बस्तीहरूमा भरपर्दो, किफायती र आधुनिक ऊर्जा प्रदान गर्नु नेपाल जस्ता विकासशील देशहरूमा ठूलो चुनौती रहेको छ। यो अध्ययनले अन्तर्राष्ट्रीय साहित्यहरूमा प्रचलनमा रहेका दिगोपनसँग सम्बन्धित उन्नाइस सूचकहरू र चार वटा आयामहरूको आधारमा रही ८४ वटा वि.न.ऊ. प्रविधिहरूको स्थलगत अध्ययनका आधारमा गरिएको अनुसंधानमुलक विश्लेषण समाविष्ट गरेको छ। स्थलगत विवरणमा आधारित अनुसंधानको परिणाम अनुसार वि.न.ऊ. प्रविधिहरूको, प्राविधिक आयामले सबैभन्दा उत्कृष्ट प्रदर्शन गरेको पाइयो, त्यस पश्चात क्रमशः सामाजिक, वातावरणीय, र आर्थिक आयामहरू रहन पुगेका छन्। ती प्रविधिहरूको प्रदेश स्तरीय प्रदर्शनको तुलनामा प्रदेश नं. १ ले उच्चतम प्रदर्शन गरेको पाइयो भने सुदूर पश्चिम र गण्डकी प्रान्तहरूको प्रदर्शन लगभग समान रहेको पाइयो। यसरी नेपालका वि.न.ऊ. प्रविधिहरूले मध्यम देखि उच्च स्तरमा प्रदर्शन गरेका छन्, जसले दिगो विद्युत आपूर्तीको लागि प्रयाप्त सुधारको पक्ष रहेको देखिन्छ। त्यस्तै विज्ञहरूको सर्वेक्षण अनुसार नेपालका ग्रामीण क्षेत्रमा विजुलीको सेवा प्रदान गर्ने प्रयोजनका लागि लघु जलविद्युत सर्वोत्कृष्ट रुचाइएको प्रविधि पाइयो। स्थानीय विज्ञहरूले उच्च स्तरको दिगोपन प्राप्तीका लागि मुख्यतया प्राविधिक र आर्थिक आयामहरूको सुधारमा ध्यान दिनु पर्ने सुझाव दिए तापनि स्थलगत अध्ययनको नतीजा बमोजिम प्रविधिहरूको समग्र प्रदर्शन प्राप्तीको लागि हरेक अन्तरसंबन्धित सूचकहरूलाई एकैसाथ हेर्नु महत्वपूर्ण हुन्छ, जसले समग्र तालमेल (सिनर्जी)

असर ल्याउदछ । यसबाहेक, सहसम्बन्ध विश्लेषण अनुसार, आर्थिक आयाम सबैभन्दा महत्वपूर्ण हुन्छ किनकी यसले अन्य तीन आयामहरूमा प्रभाव पार्ने देखियो । विद्युतको पहुँचले प्रयाप्त कल्याणकारी लाभहरूको सिर्जना गर्दछ, जुन तुलनात्मक रूपमा महिला तथा बालबालिका तर्फ भुकाव रहेको देखिन्छ । अनुसंधानमुलक परिणामले यो पनि देखाउँछ कि ती प्रविधिहरूको दीर्घकालिन संचालन, पूर्ण रूपमा निश्चित सूचकहरूको कार्यसम्पादनमा निर्भर हुन्छ र केही हदसम्म ती सूचकहरू बीचको अन्तरसंबन्धमा पनि निर्भर गर्दछ। तसर्थ, संबन्धित अधिकारीहरूले परिशिष्ट-३ मा उल्लेख गरिए अनुरूप “निर्णय मापदण्ड र लक्ष्य” अनुसार दिगोपनमा आधारित सूचकहरूको कार्यक्षमतालाई आवश्यकता अनुसार अधिकतम र न्यूनतम पार्ने कुरामा ध्यान दिन जरुरी हुन्छ, किनकि तिनीहरू प्रासंगिक र आयोजना विशिष्ट हुन्छन्, जुन आयोजनाको पहिचान देखि संचालनसम्मको चरणमा हरेक सूचकहरूको सुधारमा प्राथमिकता दिइनु पर्दछ ।

Public Investment in Rice Research and Its Impact on Food Availability in Nepal

Rajendra Pandit (DES-01P-2016), PhD 2021

Department of Rural Sociology and Development Studies

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Durga Devkota, PhD)

This study focused on assessing the public investment in rice research and its impact on food availability in Nepal, with the main objective to understand how the improved rice varieties are developed by the research organizations using public funds and how it has contributed to increasing rice production and food availability. To this effect, the rice research-related situation was analyzed using the data from 1965 to 2020. In addition, a household survey (n= 405; 255 from Morang and 150 from Kaski) was done during 2019 to determine the impact of rice research at the farmers' level. The secondary data were also collected, covering policy documents, books, and journal articles. The findings revealed underinvestment in agricultural R&D, including rice research for technology generation and food security issues. The overall public investment in agricultural R&D was found to increase per annum by about 12%, compared to 11% in agricultural research and 14% in rice research. The public investment in agricultural research should be around 2% of AGDP, but it ranges from 0.14 to 0.35% in Nepal, with the highest priority in crop sector research (31%). During 1991 to 2020, a total of NRs. 1304.459 million has been spent on rice research, with the outcome of releasing more than 69 improved rice varieties. Likewise, the productivity of rice has also been increased by about 65% during the last 29 years, and it has been doubled as compared to the base year of 1961, yet several challenges exist to develop this sector as expected. Nevertheless, the level of adoption of improved rice varieties was around 90% in both the districts, with the major determining factors of the age of the household head, consultation with a technician, and size of rice cultivated land, whereas adoption of improved rice varieties, family size, and remittance had a significant effect on the Partial Rice Availability (PRA). The average PRA in both districts for adopters and non-adopters of improved rice varieties was 7105.22 and 4864.27 calories/day/ha/household, respectively. The significant contribution of the adoption of improved rice varieties on PRA showed the importance and need of increment in rice research investment by the concerned stakeholders.

यस अध्ययन मुख्य रूपमा नेपालमा धानबाली अनुसन्धानमा राज्यको लगानी र त्यसबाट खाद्य सुरक्षामा परेको प्रभावको मूल्यांकनमा केन्द्रित रहेको थियो । यस अध्ययनको मुख्य उद्देश्य राज्यले धानबाली अनुसन्धानमा गरेको लगानीबाट कृषि अनुसन्धान गर्ने संस्थाहरूले विकास गरेका धानका उन्नत प्रजातिहरूको ग्रहणबाट धान उत्पादन र खाद्य उपलब्धतामा कसरी योगदान गरेको छ भन्ने थियो । यसको लागि सन् १९६५ देखि २०२० सम्मका धान अनुसन्धानसँग सम्बन्धित तथ्यांकहरूको विश्लेषण गरिएको थियो । यसको अलावा, कृषकस्तरमा धान अनुसन्धानको प्रभावको जानकारी लिन सन्

२०१९ मा घरधुरी सर्वेक्षण (जम्मा नमूना संख्या = ४०५; २५५ मोरङ्ग र १५० कास्कीबाट) गरिएको थियो । माध्यामिक तथ्यांकहरु विभिन्न नीति, पुस्तक र जर्नलहरुबाट संकलन गरिएको थियो । प्रविधि विकास तथा खाद्य सुरक्षाको लागि समग्र कृषि अनुसन्धान तथा विकास र धानवाली अनुसन्धानमा राज्यको न्यून लगानी रहेको नातिजाहरुले देखाएका छन् । राज्यले समग्र कृषि अनुसन्धान र विकासको क्षेत्रमा वार्षिक लगानीको वृद्धि करिब १२ प्रतिशतका दरले हुँदा कृषि अनुसन्धानको क्षेत्रमा ११ प्रतिशत र धानवाली अनुसन्धानको क्षेत्रमा १४ प्रतिशत वृद्धि भएको पाइयो । कृषि अनुसन्धानमा कूल गार्हस्थ्य कृषि उत्पादनको कम्तीमा २ प्रतिशत लगानी हुनु पर्दछ भन्ने मान्यता रहेको भएता पनि नेपालको विगत वर्षहरुको तथ्यांक अनुसार ०.१४ देखि ०.३५ प्रतिशतको सीमाभित्र रही लगानी भएको पाइयो, जसमा वाली अनुसन्धानलाई उच्चतम प्राथमिकतामा (३१ प्रतिशत) राखेको पाइयो । सन् १९९१ देखि २०२० को अवधिमा धानवाली अनुसन्धानमा राज्यले कूल १३०४.४५९ मिलियन नेपाली रुपैयाँ लगानी गरेको पाइयो, जसबाट ६९ भन्दा बढी विभिन्न उन्नत जातका धानका प्रजातिहरुको विकास भएको छ । त्यसैगरी विगत २९ वर्षको अवधिमा धानको उत्पादकत्व करिब ६५ प्रतिशत बढेको छ भने सन् १९६१ को तुलनामा यसको उत्पादकत्व दोब्बर भएको छ, यद्यपि विविध चुनौतीहरुले गर्दा आशातित रुपमा यसको विकास हुन सकेको छैन । तापनि करिब ९० प्रतिशत भन्दा बढी क्षेत्रफलमा धानका विभिन्न उन्नत प्रजातिहरु कृषकहरुले ग्रहण गरेको पाइयो, जसलाई निर्धारण गर्ने तत्वहरुमा घरमुलीको उमेर, प्राविधिकहरुसँगको सल्लाह र धान लगाउने जमिनको क्षेत्रफल पाइएको थियो, जबकी उन्नत प्रजातिको ग्रहण, परिवार संख्या र विप्रेषणले आंशिक खाद्य उपलब्धतामा प्रभाव पार्ने देखिएको थियो । दुवै जिल्लाका धानका उन्नत प्रजाति ग्रहण गर्ने र नगर्ने कृषकहरुको औषत खाद्य उपलब्धता क्रमशः ७१०५.२२ र ४८६४.२७ क्यालोरी प्रतिदिन प्रतिहेक्टर प्रतिव्यक्ति पाइएको थियो । खाद्य उपलब्धतामा धानका उन्नत प्रजातिहरुको ग्रहणको महत्वपूर्ण योगदान देखिएको हुँदा सम्बन्धित सरोकारवालाहरुबाट धान अनुसन्धानमा लगानी वृद्धिको टड्कारो आवश्यकता छ ।

Evaluation Of Weed Management Practices in Dry Direct Seeded Rice

Pradeep Shah (AGR-01P-2014), PhD 2021

Department of Agronomy

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Shrawan Kumar Sah, PhD)

Weed is one of the most important constraints limiting the productivity of dry direct-seeded rice (DDSR). Two field experiments were carried out for two consecutive years during the rainy season of 2015 to 2017 on sandy clay loam soil to evaluate the effect of weed management practices on weed dynamics, yield, and economics of DDSR at the Regional Agricultural Research Station (RARS), Parwanipur, Bara, Nepal. In the first experiment, four levels of *Sesbania* knockdown days as a horizontal factor and four seed rates of rice as the vertical factors were tested in a strip-plot design with four replications. In the second experiment, nine levels of weed management practices were used as a horizontal factor. Two levels of seedbed preparation methods, as the vertical factors, were tested in a strip-plot design with four replications for two years. Research results of the first experiment revealed that total weed density and dry matter decreased significantly as the knockdown days were delayed from 21 to 42 DAS, and the seed rate of DDSR increased from 25 to 100 kg ha⁻¹. In general, grain yields were higher in *Sesbania* knockdown days of 35 and 42 DAS and seed rates of 75 and 100 kg ha⁻¹. Similarly, results of the second experiment revealed that the total weed density and dry matter recorded in the weedy check were significantly higher, while it was lower in weed free treatment during both years at all the growth stages of rice. Among the herbicide applied treatments, Pendimethalin *fb* tank mixture of Bispyribac Sodium and Ethoxysulfuron was found significantly superior over the rest of the treatments with respect to reduction in weed density and dry weight at all the growth stages of rice during both years. Among the herbicide applied treatments, significantly higher grain yield was recorded in Pendimethalin *fb* tank mixture of Bispyribac Sodium and Ethoxysulfuron during both years, while economic analysis revealed that B: C ratio was higher in Pendimethalin *fb* tank mixture of Bispyribac Sodium and Ethoxysulfuron which was statistically similar with Pendimethalin *fb* Bispyribac Sodium, Pendimethalin *fb* Ethoxysulfuron, and tank mixture of Bispyribac Sodium and Ethoxysulfuron. The effect of seedbed preparation methods on weeds, growth parameters, yield, and yield attributes of rice was non-significant. Therefore, *Sesbania* knockdown days of 35 DAS with seed rates of 75 kg ha⁻¹ were found suitable for controlling weeds and producing higher grain yield in DDSR. In addition, Pendimethalin *fb* tank mixture of Bispyribac Sodium and Ethoxysulfuron proved effective against diverse weed flora and for producing higher grain yield in DDSR, and Pendimethalin *fb* Bispyribac Sodium, Pendimethalin *fb* Ethoxysulfuron, and tank mixture of Bispyribac Sodium and Ethoxysulfuron were next better treatments for controlling weeds in DDSR.

छरुवा धानको उत्पादकत्व वृद्धिको लागि भारपात एउटा प्रमुख चुनौती हो । छरुवा धानमा भारपात नियन्त्रण गर्ने तरिकाहरुको मुल्यांकनको लागि दुई वटा अनुसन्धानहरु दुई वर्ष सम्म वर्षे मौसममा क्षेत्रीय कृषि अनुसन्धान केन्द्र, परवानीपुर, बारामा गरिएको थियो । पहिलो अनुसन्धानमा ढैचा मार्ने चारवटा मिति तथा धानको चारवटा बिउ दरलाई चार पटक दोहोर्याई स्ट्रूप प्लट डिजाइनमा परिक्षण गरिएको थियो भने अर्को अनुसन्धानमा ९ वटा भारपात ब्यबस्थापन गर्ने तरिका र २ वटा सीडबेड बनाउने तरिका लाई चार पटक दोहोर्याई स्ट्रूप प्लट डिजाइनमा परिक्षण गरिएको थियो । पहिलो अनुसन्धान गरिएको खेतमा ढैचालाई क्रमशः छरेको २९ देखि ४२ दिन सम्म मार्दा र धानको बिउ क्रमशः २५ देखि १०० कि. ग्रा. प्रति हे. सम्म प्रयोग गर्दा भारपातको घनत्व र सुख्खा तौल क्रमशः घटेको पाइयो । साथै ढैचालाई ३५ र ४२ दिनमा मार्दा र धानको बिउ ७५ र १०० कि. ग्रा. प्रति हे. को दरले प्रयोग गर्दा धानको उत्पादन बढी भएको पाइयो । त्यस्तै दोस्रो अनुसन्धानमा भारपात नाशक विषादीहरु मध्ये पेंडीमेथालिन पछि बिस्पाईरीवेक सोडियम र इथोक्सीसल्फुरोनको मिश्रण प्रयोग गर्दा अन्य विषादीको तुलनामा भारपातको घनत्व र सुख्खा तौल कम र धानको उत्पादन बढी भएको पाइयो । आर्थिक विश्लेषण गर्दा पेंडीमेथालिन पछि बिस्पाईरीवेक सोडियम र इथोक्सीसल्फुरोनको मिश्रण, पेंडीमेथालिन पछि बिस्पाईरीवेक सोडियम, पेंडीमेथालिन पछि इथोक्सीसल्फुरोन र बिस्पाईरीवेक सोडियम र इथोक्सीसल्फुरोनको मिश्रण प्रयोग गर्दा लाभ लागत अनुपात बढी भएको पाइयो । तर सीडबेड बनाउने तरिकाले भारपात ब्यबस्थापन र धानको उत्पादनमा असर गरेको पाइएन । तसर्थ, सबै भारपात ब्यबस्थापन विधि मध्ये, ढैचाको खैरो मलको लागि ढैचालाई ३५ दिनमा मार्दा र ७५ कि. ग्रा. प्रति हे. धानको बिउ दर प्रयोग गर्दा सुख्खा छरुवा धानको उत्पादन बढी पाईयो । त्यसै गरि, पेंडीमेथालिन पछि बिस्पाईरीवेक सोडियम र इथोक्सीसल्फुरोन मिश्रणको प्रयोगले भारपात नियन्त्रणमा प्रभावकारी देखिनुका साथै सुख्खा छरुवा धानको उत्पादकत्व वृद्धिको लागि आर्थिक रूपले सबल पाईयो ।

Identification of QTLs Associated with Dry Direct Seeding in Rice Using a Multiparent Mapping Population

Shushil Raj Subedi (PLB-01P-2014), PhD 2021

Department of Genetics and Plant Breeding

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Surya Kant Ghimire, PhD)

Rice is the major source of people's livelihood, food security, income, and employment in Nepal. The transplanted puddled system of rice cultivation, despite having several benefits, is a highly labour-intensive, water and energy-intensive system. In the face of changing climatic conditions, a successful transition from puddled to dry direct-seeded rice (DDSR) cultivation system looks promising for the future. But the varietal development for dry direct-seeded rice has been neglected, and the quest for short-duration, short-statured, long-rooted, resistant to lodging, and early vigor varieties remains. A complex mapping population developed from five diverse parents was used to study the genetic basis of DDSR-related important traits. Phenotyping of the populations was done in the 2015 Wet Season (2015 WS) and 2016 Dry Season (2016 DS) in the upland farm field at the IRRI. Randomly sampled 450 F₂ plants along with five parents and five checks were seeded directly in the dry field in 2015 WS. From 450 plants, 300 lines were selected and planted in 2016 DS along with parents and checks in an augmented design with two replications. Each line was phenotyped for roots and nutrient uptake traits (n=14), plant morphological traits (n=5), lodging resistance related traits (n=4), and yield and yield attributing traits (n=7). A total of 275586 SNPs were called from the GBS genotyping with a call rate of 80%, and minor allele frequency (MAF) of >5% (24306 SNPs) were used to estimate the genetic relationship. A genome-wide association study was performed to identify significant marker-trait associations (MTAs) for traits enhancing rice adaptability to the dry direct-seeded rice (dry-DSR) system. The kinship values showed all the progenies are divided into two distinct major groups (aus and indica) and further subdivided into subgroups. The study identified 37 highly significant MTAs. The percent phenotypic variance explained by SNPs ranged from 9-92%. Among the 37 identified SNPs, 12 were associated with the root morphological (nodal root, root hair length, root length density) and nutrients (N, P, Fe & Zn) uptake traits, 5 were associated with grain yield and yield attributing, and 5 MTAs with lodging-related traits. Similarly, 5 SNPs were associated with morphological traits, and 9 were associated with seedling establishment traits. The SNPs associated with the seedling establishment traits identified in this study are in proximity to earlier identified candidate genes. A SNP on chromosome-2 was tightly associated with the SPAD (surrogate for leaf chlorophyll content). Significant phenotypic variations were found in the population and parents in both years. The significant positive correlation of grain-yield with seedling establishment traits, root

morphological and nutrient-uptake related traits, lodging related traits, and grain yield attributing traits pointed out the possibility of combining these traits to increase rice yield and adaptability under DDSR. The percentage difference of each trait between the pooled 30 high-yielding and 30 low-yielding lines found a positive to negative range of difference, which determines that the large variation of traits showed importance in determining the yield, along with traits having larger differences. Seven promising progenies with better root morphology, nutrient-uptake, and higher grain yield were identified that can further be used along with the identified SNPs in genomics-assisted breeding for DDSR.

धान नेपालको प्रमुख खाद्यान्न बालीको साथै, जिविकोपार्जन, रोजगारी र आमदानीको स्रोतको रूपमा रहेको छ। वीउ ब्याड राखेर, रोपाई गरी खेती गर्ने प्रणालीमा फाइदा भएपनी, यस प्रणालीमा क्षम, पानी, समय र शक्ति घेरै लाग्ने गर्छ। अहिलेको बढलिदो समय र मौसम परिवर्तनले गर्दा खेत हिल्याएर रोपाई प्रणालीबाट छरुवा प्रणालीमा धान खेती परिवर्तन हुने देखिन्छ। तर अहिलेसम्म छरुवा धान प्रणालीको उपयुक्त धानको जातको पनि विकास भएको छैन जसमा छरुवा धानको लागि चाहिने विशेष गुणहरू छिटो पाक्ने, छोटो उचाई, लामो जरा, नढल्ने, चाडो उमारशक्ति र प्रारम्भिक जोसपन आदि। सुख्खा छरुवा धानको विशेष गुणहरूको अनुवाशिक आधार पत्ता लगाउन विविध गुण भएका ६ वटा छुट्टै धानलाई आमाबाबुबाट जटिल मानचित्रण धानको जनसंख्या विकास गरी सो जनसंख्याको फेनोटाइपिड २०१५ को वर्षा मौसम र २०१६ को सुख्खा मौसममा, अन्तराष्ट्रिय धान अनुसन्धान केन्द्रको धान खेतमा गरियो। २०१५ को वर्षा मौसममा द्रोसो पुस्ताको ४५० वटा बोटबाट छनौट गरीएका धानलाई छरुवा विधिबाट सुख्खा खेतमा छरियो जसमा ६ वटा आमाबुबा र चार वटा जाचकी धानका जात पनि समावेश गरियो। त्यस्तै २०१६ को सुख्खा मौसममा ४५० वटा बोटबाट ३०० वटा छनौट गरीएर २०१५ जस्तै स्थितीमा जाचकी धान र बाबु आमा सहित अगुमेन्टेड डिजाइनमा दुई रेप्लिकेसनमा लगाइयो। जीनोम संघन संघ अध्ययनबाट सुख्खा छरिने धानका गुणहरू जसमा जरा र मलखाद लिने क्षमता (१४ गुणहरू), वानस्पतीक (५ गुणहरू), ढल्ने प्रतिरोधात्मक (४ गुणहरू), उत्पादन र उत्पादक सहायक (७ गुणहरू) को विचको भिन्नता र सहसंबंधको अध्ययन र महत्वपूर्ण गुण चिनिने संघ (Marker-trait association) को पहिचान गरी सुख्खा छरिने धानको अनुकूल प्रयोग गर्नु रहेको छ। परिक्षण गरिएको धानमा नाताको आधार हेर्दा दुइवटा प्रमुख समुह (आउसर र इन्डिका) मा भाग छुट्टिएको पाइयो र पछि अरु उपसमुहमा विभाजित भएको पाइयो। यस अध्ययनबाट २० वटा गुणहरूका ३७ वटा महत्वपूर्ण गुण विशेष संघ पत्ता लागेको छ जसमा गलत खोज दर (false discovery rate) २०१५ सुख्खा याममा 0.264 देखी 3.69×10^{-5} सम्म, २०१६ वर्षा याममा 0.0330 देखी 9.25×10^{-5} सम्म र दुवै वर्षको औसतमा 0.0538 देखी 4.60×10^{-5} सम्म रहेको पाइयो। क्लक को नतिजा अनुसार फेनोटाइपिक भिन्नता ९ देखी ९२ % रहेको पाइयो। परिचित महत्वपूर्ण गुण विशेष संघ अन्तर्गत, १२ वटा विशेष गुणहरू जराको आकृतीसंग र पोषक तत्व (ना.फो, फलाम र जस्ता) संग सम्बन्धित, ५ वटा विशेष गुणहरू उत्पादन र उत्पादन सहयोगी गुणहरू संग सम्बन्धित, ५ वटा विशेष गुणहरू बोट ढल्ने प्रतिरोधिसंग सम्बन्धित गुणहरू, ५ वटा विशेष गुणहरू बोट आकृती गुणहरू (विन पातको कोण, विन पातका क्षेत्रफल र बोटको उचाई), १ वटा विशेष गुण पातको हरित (SPAD) सम्बन्धित र ९ वटा विशेष गुणहरू वीउको उमार शक्ति र उमार जोसपन संग सम्बन्धित गुणहरू रहेको पाइएको छ। यी पाइएका विशेषत गुणका संघहरू पहिला पत्ता लागिसकेका उम्मेदवार जीनसंग निकटमा भएको पाइएको छ। दुवै वर्षमा गरीएको परिक्षणमा फेनोटाइपिक गुणहरूमा आमाबुबा र त्यसका सन्ततिमा

महत्वपूर्ण भिन्नता पाइएको छ। परिक्षणको नतिजा अनुसार उत्पादनको सहसम्बन्ध, वीउ स्थापनार्थ गुणहरू, जरा आकृती र पोषण तत्वका गुणहरू, नढल्ले गुणहरू र उत्पादन सहायक गुणहरू संग सकारात्मक र महत्वपूर्ण पाइयो। र यी गुणहरूको सकारात्मक सहसम्बन्धबाट सुख्खा छरुवा धानको जातमा उत्पादन बृद्धि हुने र छरुवा अनुकूलता बढाउने सम्भव देखिएको छ। उच्च उत्पादन भएकामा हरेक महत्वपूर्ण गुणहरू पनि उच्च रहेको पाइयो। दुई वर्षको परिक्षणबाट सात वटा सन्ततिहरू जसमा जरा आकृती, पोषण तत्व र उच्च उत्पादन भएका धान पत्ता लगाइएको छ जुन सुख्खा छरुवा प्रणालीका धानको जात विकास गर्न उपयोग गर्न सकिन्छ।

Maximizing Productivity of Winter Maize through Improved Agro-Techniques

Nav Raj Acharya (AGR-03P-2014), PhD 2021

Department of Agronomy

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Shrawan Kumar Sah, PhD)

The productivity of maize is very low in western Nepal because of poor crop management. The agronomic management practices, such as date of planting, suitable varieties, appropriate plant densities, irrigation scheduling, and fertilizer management, were manipulated to improve the productivity of the winter maize. Three experiments were carried out from 2014 to 2016. In the first experiment, three planting dates, four maize hybrids, and three plant densities were tested in a strip-split plot design with three replications. In the second experiment, nutrient omission and irrigation levels were tested in split plot design with three replications to determine the site-specific nutrient management dose and the effect of irrigation level on the productivity of winter maize. In the third experiment, site-specific nutrient management was compared with conventional methods of fertilizer management in the randomized complete block design with four replications. The data on growth, yield attributes, and yield were taken, analysed, and presented. The research results revealed that earlier planting on 20th October yielded higher than later planting on 5th and 20th November. The maize hybrids Rampur Hybrid-2 performed better than Rampur Hybrid-4 and Nutan (KH 101) but similar to maize hybrid Rajkumar. Similarly, higher plant densities, 8.3 plants m⁻² and 6.6 plants m⁻², gave higher grain yield than 5.5 plants m⁻². The result from the second experiment revealed that providing irrigation three times at the active vegetative (30-35 DAP), tasseling, and grain filling stage significantly increased the grain yield of maize as compared with only one irrigation at tasseling and two irrigations, one at the active vegetative stage and another at the tasseling stage. The nitrogen, phosphorus, and potassium uptake were significantly higher at three levels of irrigation than at single and two levels of irrigation. The grain yield was similar to the national recommended dose of fertilizer and 50% above the national recommended dose of fertilizer. The third experiment result revealed that site-specific nutrient management produced significantly higher yields than farmer fertilizer practices. The gross return, net return, and benefit cost ratio were better in site-specific nutrient management than the national recommended dose of fertilizer. In the western terai of Nepal, the variety Rampur Hybrid-2 with a plant density of 6.6 plants m⁻², planting in 20th October, produced higher grain yield. Similarly, irrigation at the active vegetative phase, tasseling and grain filling stage, and site-specific nutrient management improved nutrient uptake and grain yield.

नेपालको पश्चिमी तराईमा मकैको कम उत्पादन हुनुको प्रमुख कारण मकै खेतीमा उपयुक्त व्यवस्थापन नहुनु हो । वाली व्यवस्थापनका तरिकाहरु जस्तै: वाली लगाउने समय, जात, विरुवाको घनत्व, सिचाई तथा उचित मलखाद व्यवस्थापन गरी हिउँदै मकैको उत्पादकत्वमा वृद्धि गर्नु यस अध्ययनको मुख्य उद्देश्य हो । मकैको उत्पादकत्व बढाउनको लागि ३ वटा परीक्षणहरु ३ वर्ष सम्म खजुरा, बाँकेको किसानको खेत/बारीमा संचालन गरियो । पहिलो परीक्षणमा मकै रोप्ने ४ वटा मिति, मकैका ४ वटा वर्णशंकर जातहरु र विरुवाको विभिन्न ३ प्रकारका घनत्वलाई ३ पटक दोहोऱ्याई स्ट्रिप-स्प्लीट डिजाईनमा परीक्षण गरिएको थियो भने अर्को परीक्षण सिचाई दिने ३ वटा तरिका र रासायनिक मलको ६ वटा मात्रालाई ३ पटक दोहोऱ्याई स्प्लीट प्लट डिजाईनमा स्थान विशेष मलखाद व्यवस्थापन पत्ता लगाउनको लागि परीक्षण गरिएको थियो । त्यसैगरी तेस्रो अनुसन्धानमा स्थान विशेष मलखाद व्यवस्थापनलाई परम्परागत तरिकाबाट गरिने मल व्यवस्थापनसंग तुलना गरी ४ पटक दोहोऱ्याई पुर्ण ब्लक डिजाईनमा परीक्षण गरिएको थियो । पहिलो अनुसन्धानमा चाडै रोपेको मकै (२० अक्टोबर) मा ढिलो गरी रोपेको (५ र २० नोभेम्बर) मा भन्दा उल्लेख्य रुपमा बढी उत्पादन पाईयो । वर्णशंकर जातहरु मध्येमा रामपुर हाईब्रिड-२ र राजकुमारको उत्पादन अन्य हाईब्रिड रामपुर हाईब्रिड-४ र नुतन (के.एच.१०१) को भन्दा उच्च पाईयो । बढी घनत्वको बोट संख्या (८.३ र ६.६ प्रति वर्ग मिटर) मा लगाईएको मकैबाट कम घनत्वमा लगाईएको मकै (५.५ प्रति वर्ग मिटर) को भन्दा बढी उत्पादन भयो । त्यसैगरी दोस्रो अनुसन्धानमा मकै रोपेको ३०-३५ दिन पछि, धान चमर निष्कने समय र दाना भरिने समय गरी ३ पटक दिएको सिचाईले धान चमर निष्कने समयमा एक पटक र मकै रोपेको ३०-३५ दिन पछि र धान चमर निष्कने समयमा दुई पटक दिएको सिचाईले भन्दा मकैको उत्पादन उल्लेख्य बढी भएको पाईयो । नाईट्रोजन, फस्फोरस र पोटासियम लिन सक्ने क्षमता पनि सिचाई एक पटक र दुई पटक गर्ने भन्दा तीन पटक गर्दा बढी देखियो । सिफारिस मात्रा र सिफारिस मात्रा भन्दा ५० प्रतिशत बढी मल राख्दा मकैको उत्पादन बराबर पाईयो । तेस्रो अनुसन्धानमा किसानको मलखाद व्यवस्थापन विधि भन्दा स्थान विशेष मल व्यवस्थापन गर्दा मकैमा उत्पादन उल्लेख्य मात्रामा बढी भएको पाईयो । राष्ट्रिय सिफारिस मलखादको मात्रा भन्दा स्थान विशेष मल व्यवस्थापन गर्दा कुल प्रतिफल, शुद्ध प्रतिफल र लाभ लागत अनुपात राम्रो भएको पाईयो । त्यसैगरी किसानको मल दिने तरिका र अन्य परम्परागत मलखाद व्यवस्थापनको तुलनामा स्थान विशेष मलखाद व्यवस्थापनको ७५ प्रतिशत मात्रै दिदा पनि मकैको उत्पादन उस्तैउस्तै पाईयो । नेपालको पश्चिम तराईमा हिउँदै मकै कार्तिकको पहिलो हप्ता भित्र रोप्नुको साथै रामपुर हाईब्रिड-२ जातको ६.६ वटा विरुवा प्रति वर्ग मिटर लगाउदा उत्पादन बढाउन सकिन्छ । साथै ३ पटक सिचाई एवं स्थान विशेष मलखाद व्यवस्थापन समेतको प्रयोग गर्दा उत्पादनमा वृद्धि हुन्छ ।

Enhancing Nitrogen Use Efficiency and Productivity of Lowland Rice (*Oryza sativa* L.) Under Rainfed Condition in Nepal

Bandhu Raj Baral (SSC-01P-2016), PhD 2021

Department of Soil Science and Agri-engineering

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Keshab Raj Pande, PhD)

Nitrogen use efficiency (NUE) and productivity of rice under rainfed condition is very low in Nepal. Both NUE and productivity could be affected by fertilizer and crop management practices, soil types, and climatic conditions. In general, farmers' fertilizer application in Nepal is low and imbalanced compared to other South Asian countries. Household survey research was conducted using a semi-structured questionnaire and focus group discussions to know the farmers' fertilizer management practices. Survey confirmed that farmers' fertilizer application was imbalanced with a higher amount of phosphorus (P_2O_5) fertilizer and a lower amount of nitrogen (N) and potassium (K_2O) compared to the recommended practice. In this context, two field experiments were conducted to increase NUE and yields using an improved placement method and the right timing of application for different rice varieties under rainfed conditions. The first field experiment was conducted from 2017 to 2019 at Khajura, Banke, Nepal, to determine the effective method of N fertilizer application across rice varieties. The experiment was conducted in a split-plot design with three replications. Treatments were three rice varieties (Arize 6444, Radha-4, and Sukkha Dhan-3) as main plots and five N fertilizer treatments (control, broadcast prilled urea at 78 kg N ha⁻¹, deep placement of prilled urea at 78 kg N ha⁻¹, urea briquette deep placement at 78 kg N ha⁻¹ and recommended rate of prilled urea at 100 kg N ha⁻¹ with broadcast application) as subplots. Grain yield was affected by both rice variety and N fertilizer treatments. Arize 6444 produced a higher grain yield (6.0 t ha⁻¹, 22% higher) than Sukkha Dhan-3 (4.9 t ha⁻¹). Urea briquette deep placement produced a higher yield (6.7 t ha⁻¹, 5% and 22% higher) than recommended prilled urea 100 kg N ha⁻¹ broadcasted and prilled urea deep placement at 78 kg N ha⁻¹. The urea briquette deep placement increased apparent N recovery (44%), agronomic NUE (40%), partial factor productivity of N (34%), and N utilization efficiency (50%) compared to the recommended practice. Higher residual soil N was observed in the urea briquette deep-placed treatment, and that increased the grain yields of the succeeding wheat crop. These results confirmed that UBDP is the better N management treatment. The second field experiment was conducted to determine the right time of N application and precision N management technologies on increasing NUE and yields. Nine fertilizer treatments, including Green Seeker optical Sensor (GS), Soil Plant Analysis Development (SPAD), Leaf Color Chart (LCC), and their combinations with basal application of N at 25 kg ha⁻¹, urea briquette deep placement (UBDP), the recommended practice (RP), and control, were arranged in a RCB design with three replications. Among the treatments, UBDP produced the highest grain yield (6.80 t ha⁻¹). GS, UBDP, and LCC treatments reduced N rate by 54 %,

22%, and 21%, respectively, compared to RP. Similarly, GS treatment produced higher agronomic NUE (93%), partial factor productivity of N (117%), and apparent N recovery (45%) compared to RP. This study suggests that the application of N, either by urea briquette deep placement or by using GS as a decision support tool save more N without compromising grain yields of rice under rainfed conditions.

आकाशे वर्षाको भरमा खेती गरिने धान वालीको नेपालमा उत्पादकत्व ज्यादै न्युन रहेको छ। उत्पादकत्व लाई असर पार्ने कारणहरूमा माटोको उर्वराशक्ति, खाद्यतत्व व्यवस्थापन, हावापानी, वाली व्यवस्थापन छन् र यी मध्य खाद्यतत्व व्यवस्थापन प्रमुख हो। कृषकहरूको मलखाद्य व्यवस्थापन अवस्था अध्यानका लागि नेपालको बाके जिल्लामा प्रश्नावाली अन्तरवार्ता विधि वाट गरिएको एक घरघुरी सर्वेक्षण अनुसन्धान अनुसार कृषकहरूले धानवालीमा फस्फोरसयुक्त मल सिफारिस मात्रा भन्दा बढि तर नाइट्रोजन र पोटासतत्वयुक्त मलको मात्रा सिफारिस मात्रा भन्दा कम प्रयोग गरेको पाइयो। आकाशे वर्षाको भरमा खेती गरिने धान वालीको लागि नाइट्रोजनको राख्ने प्रभावकारी विधि पता लगाउन सन् २०१७ देखि २०१९ सम्म नेपालको बाके जिल्लाको खजुरा को पांगो चिम्टाइलो दोमट माटोमा तीन वटा धानका जातहरू (एराइज ६४४४, राधा-४ र सुक्खा धान-३) लाई मुख्य प्लटमा र पाँचवटा नाइट्रोजन मलखाद्य उपचारहरू (नाइट्रोजन नहालेको, दानादार युरिया छरुवा विधिमा ७८ के.जी. ना. प्रति हे. र १०० के.जी. ना. प्रति हे., गहिरोमा युरिया राख्ने विधि अन्तरगत दानादार युरियावाट ७८ के.जी. ना. प्रति हे. र युरिया चक्की गहिरोमा राख्ने विधिवाट ७८ के.जी. ना. प्रति हे.) सबप्लटमा राखि चिरा पलट डिजाइनमा तीन पटक दोहऱ्याएर गरिएको खेतवारी परिक्षण अनुसार धान एराइज ६४४४ जातको धानले सबै भन्दा बढि उत्पादन (७.०० टन प्रति हे.) दिएको पाइयो भने मलखाद्यमा युरिया चक्की गहिरो मा राखेकोले सबै भन्दा बढि उत्पादन (६.७१ टन प्रति हे.) दिएको पाइयो। चक्की युरिया गहिरोमा राखेकोमा नाइट्रोजन रिकोवरी (४४%), वाली नाइट्रोजन प्रयोग क्षमता (४०%), नाइट्रोजन आंशिक औंश उत्पादकत्व (३४%) र नाइट्रोजन प्रयोग क्षमता (५०%) सिफारिश विधिले भन्दा बढि पाइयो भने धान काटेपछि माटोमा रहेको अवशेष जम्मा नाइट्रोजनको मात्रा सबै भन्दा बढि पनि धानमा युरिया चक्की गहिरोमा राखेको प्लटमा पाइयो र यसले पछिल्लो वाली गहुको उत्पादन वढाएको पाइयो। यसै धानवालीमा कुन समयमा कति नाइट्रोजन दिने भन्ने पता लगाउन, व्यवस्थापनका प्रिसिजन विधिहरू लाइ उपचारहरूको रूपमा क्रमशः ग्रीन शिकर ओप्टिकल सेन्सर (जी.एस.), सोइल प्लान्ट एनालाइसिस डेभेलोपमन्ट (स्प्याड), रंगिन पात चार्ट (एल.सी.सी.) र यिनीहरूको साथमा २५ के.जी. ना. प्रति हे. बेसल दिएको, युरिया चक्की गहिरोमा राखेको ७८ के.जी. ना. प्रति हे. दरले, सिफारिस विधि १०० के.जी. ना. प्रति हे. र नाइट्रोजन नहालेको लाई तीन चोटी दोहऱ्याई रान्डोमाइज बल्क डिजाइनमा गरिएको खेतवारी परिक्षणमा युरिया चक्की गहिरोमा राखेको विधिवाट सबैभन्दा बढि उत्पादन (६.८० टन प्रति हे.) पाइयो। जी.एस., युरिया चक्की गहिरोमा राख्ने र एल. सि.सि. को प्रयोगले सिफारिस विधि को तुलनामा नाइट्रोजन मलखाद्य ५४%, २२% र २१% क्रमश बचत गराएको पाइयो। जी.एस.को प्रयोगले वाली नाइट्रोजन प्रयोग क्षमता (९३%), नाइट्रोजन आंशिक अंश उत्पादकत्व (११७%) र नाइट्रोजन रिकोवरी (४५%) सिफारिस विधिको तुलनामा बढाएको पाइयो। निष्कर्षमा, बाके जिल्लाका कृषकहरूले नाइट्रोजन मल सिफारिस गरेको भन्दा कम हालेको पाइयो। आकाशे वर्षाको भरमा खेती गरिने धान वालीको लागि युरिया चक्की गहिरोमा राख्ने विधि राम्रो पाइयो र नाइट्रोजन मल राख्न निर्णय सहयोगी उपकरणको रूपमा जी.एस. राम्रो पाइयो।

Productivity and Profitability of Rice-Wheat Cropping System under Conservation Agriculture Practices in Western Terai of Nepal

Himal Prasad Timilsina (AGR-01P-2017), PhD 2022

Department of Agronomy

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Santosh Marahatta, PhD)

The sustainability of the rice-wheat system is under threat because of deteriorating soil health and declining profitability. To evaluate the productivity and profitability of rice-wheat cropping systems under conservation agriculture and conventional agriculture, field experiments were conducted at the National Wheat Research Program, Bhairahawa, Rupandehi, Nepal, during 2018/19 and 2019/20. In wheat, three levels of tillage method (Surface seeding, Zero tillage, Conventional tillage) as vertical factor, two levels of residue management (Residue removed, Residue retention) as horizontal factor and three levels of N: P₂O₅: K₂O dose [National recommended dose (NRD) 100:50:50 kg ha⁻¹, 25% higher than NRD, and farmer's practice dose (80:40:15 kg ha⁻¹) as subplot factor were experimented in strip-split-plot design with three replications. Similarly, in rice, three levels of crop establishment methods (Unpuddled transplanting, Zero-till direct seeding, Puddled transplanting) as a vertical factor and two levels of residue management practice (Residue removal, Residue retention) as a horizontal factor were experimented in strip plot design with nine replications. Surface-seeded wheat was followed by (fb) unpuddled transplanted rice, zero-till wheat was fb zero-till direct-seeded rice, and conventionally till wheat was fb puddled transplanted rice. The data on crop growth, yield attributes, yield, economics, soil properties, and soil nutrients were collected. The research results showed that the system productivity was not significantly affected by tillage methods and residue management, but nutrient management practices significantly affected the system yield. The 25% higher NRD of wheat fb NRD of rice (100:30:30 kg ha⁻¹ N: P₂O₅:K₂O) produced significantly higher system yield (6231 kg ha⁻¹) than NRD of wheat fb NRD of rice, whereas the farmer's practice dose of wheat fb NRD of rice produced the least yield. The system cost of production was higher in conventionally till wheat fb puddled transplanted rice (NRs. 155417 ha⁻¹), which was 25.93% higher than surface-seeded wheat fb unpuddled transplanted rice and 59.36% higher than zero-till wheat fb zero-till direct-seeded rice. The system gross income was not significantly affected by tillage methods, but the net income was significantly higher (NRs. 113908 ha⁻¹) in zero-till wheat fb zero-till direct seeded rice than conventionally till wheat fb transplanted rice. The zero-till wheat fb zero-till direct-seeded rice produced significantly higher B:C ratio (2.16) than surface-seeded wheat fb unpuddled transplanted rice (1.71) and conventionally till wheat fb puddled transplanted rice (1.27), where surface-seeded wheat fb unpuddled transplanted rice also produced significantly higher B:C ratio

than conventionally till wheat fb puddled transplanted rice. The residue management had no significant effect on system gross income, net income, and B:C ratio. The 25% higher than NRD of wheat fb NRD of rice had produced significantly higher system gross income, and net income than NRD and farmer's practice dose of wheat fb NRD of rice, whereas the B:C ratio was not significantly affected by nutrient management. The soil bulk density significantly increased in conventional practices as compared to conservation practices, but there were non-significant effect of crop establishment methods, residue, and nutrient management on soil moisture, organic matter, and available soil nutrients. These results revealed that the conventional tillage practices can be replaced with CA-based practices without significant yield loss in the rice-wheat cropping system. The addition of 25% higher than the nationally recommended dose of N: P₂O₅: K₂O in wheat can increase the system yield. The zero-tillage wheat followed by zero till direct seeded rice helps to increase the profitability of the rice-wheat cropping system, as it decreases the cost of production significantly as compared to conventional practices.

बढ्दो उत्पादन खर्च र बिग्रदो माटोको स्वास्थ्यको कारणले गर्दा धानगहुं वाली प्रणालीको परम्परागत अभ्यास कम दिगो र कम नाफामुलक हुंदै गइरहेछ । संरक्षित कृषिमा आधारित अभ्यास (शुन्य र थोरै खनजोत) र परम्परागत अभ्यास (सघन खनजोत) ले धान गहुं वाली प्रणालीको उत्पादकत्व र नाफाआर्जनमा पार्ने प्रभावलाई मुल्यांकन गर्नको निमित्त राष्ट्रिय गहुं वाली अनुसन्धान कार्यक्रम, भैरहवा, रुपन्देही, नेपालमा ई.सं. २०१८/१९ र २०१९/२० मा खेतिय परिक्षणहरु गरिएको थियो । गहुंमा ३ तहका खनजोत विधि (सतहमा छर्ने, जिरो टिल मेसिन प्रयोग गर्ने, सघन खनजोत), २ तहको पराल व्यवस्थापन (पराल हटाउने, पराल राख्ने) र ३ तहमा मलखाद्य व्यवस्थापन (सिफारिस गरिएको मात्रा नाइट्रोजन:फस्फोरस:पोटास १००:५०:५० के.जी. प्र.हे., सिफारिस गरिएको भन्दा २५% बढी १२५:६२.५:६२.५ के.जी. प्र. हे., किसानले अभ्यास गरेको मात्रा ८०:४०:१५ के.जी. प्र.हे.) लाई स्ट्रीप स्प्लीट प्लट अनुसन्धान विधिमा ३ वटा रेप्लिकेसन हुने गरी अनुसन्धान गरियो । त्यसैगरी, धानमा, ३ तहका वाली स्थापना विधि (हिलो नपारीकन बेर्ना रोप्ने, जिरो टिल मेसिन प्रयोग गरी सिधै बीउ रोप्ने, हिलो पारेर बेर्ना रोप्ने) र २ तहका छुवाली व्यवस्थापन (छुवाली हटाउने, छुवाली राख्ने) लाई स्ट्रीप प्लट अनुसन्धान विधिमा नौ वटा रेप्लिकेसन हुने गरी अनुसन्धान गरियो । छुवा विधि प्रयोग गरिएको प्लटमा हिलो नबनाइकन धानको बेर्ना रोपियो, जिरो टिल मेसिन प्रयोग गरेर गहुं छरेको प्लटमा मेसिनप्रयोग गरेरै धानको बीउ सिधै रोपियो, सघन खनजोत गरी गहुं रोपिएको प्लटमा हिलो बनाएर धानको बेर्ना रोपियो । वालीको बृद्धि, उत्पादन सुचांकहरु, उत्पादन, उत्पादनको आर्थिक विश्लेषण, पोषक तत्वको उपलब्धता र माटोको गुणस्तर बारे तथ्यांकहरु संकलन गरिएको थियो । अनुसन्धानको परिणामले देखाउछ कि, धानगहुं वाली प्रणालीको उत्पादकत्वलाई खनजोत प्रविधि र पराल/छुवाली व्यवस्थापनले तथ्यांकियरूपमा फरक पारेन । तर मलखाद्य व्यवस्थापनले धानगहुं वाली प्रणालीको उत्पादकत्वमा तथ्यांकियरूपमा फरक पारेको पाइयो । गहुंमा सिफारिस मात्रा भन्दा २५% बढी र धानमा सिफारिस मात्रा (१००:३०:३० के.जी. प्र.हे. ना.फ.पो.) प्रयोग गर्दा धान गहुं प्रणालीको उत्पादन (६२३१ कि.ग्र. प्र.हे.) गहुं र धानमा सिफारिस मात्रा तथा गहुंमा किसानको अभ्यास मात्रा र धानमा सिफारिस मात्रा प्रयोग गरेकोमा भन्दा तथ्यांकिय रूपमा बढी देखियो । जहां धान र गहुं दुबैमा सिफारिस मात्रा प्रयोग गर्दा गहुंमा किसानको अभ्यास मात्रा र धानमा सिफारिस मात्रा प्रयोग गरेकोमा भन्दा तथ्यांकियरूपमा प्रणालीको उत्पादन बढेको पाइयो । परम्परागत

अभ्यासमा धानगहुं प्रणालीको उत्पादन खर्च (ने.रु. १५५४१७.०० प्र.हे.) गहुंमा छरुवा विधि र हिलो नवनाइकन धानको बेर्ना रोपेकोमा भन्दा २५.९३ % बढी लाग्यो भने जिरो टिल मेसिन द्वारा दुबै धान र गहुं लगाउदा भन्दा ५९.३६% बढी लाग्यो । खनजोत विधिको फरकले धानगहुं प्रणालीको कुल आम्दानीमा तथ्यांकियरूपमा फरक पारेन । तर खुदनाफा भने जिरो टिल मेसिन द्वारा दुबै धान र गहुं लगाउदा (ने.रु. ११३९०८.०० प्र.हे.) तथ्यांकियरूपमै परम्परागत अभ्यासद्वारा लगाइएकोमा भन्दा बढी पाइयो । जिरो टिल मेसिनद्वारा धान र गहुं दुबै लगाउदा कुलआम्दानी र लागतको अनुपात (२.१६) गहुं छरुवा विधिमा र धान हिलो नवनाइकन बेर्ना रोपेकोमा (१.७१) र परम्परागत तरिकाले लगाइएको धान र गहुंमा (१.२७) भन्दा तथ्यांकिय दृष्टिकोणमा बढी पाइयो । पराल/छ्वाली व्यवस्थापनले धानगहु प्रणालीको कुलआम्दानी, खुदनाफा र कुलआम्दानी र लागतको अनुपातमा तथ्यांकिय दृष्टिकोणले फरक पारेको देखिएन । गहुंमा ना.फ.पो. को सिफारिस मात्राभन्दा २५% बढी र धानमा सिफारिस मात्रा प्रयोग गर्दा प्रणालीको कुलआम्दानी र खुदनाफा धान र गहुं दुबैमा सिफारिस मात्रा र गहुंमा किसानको अभ्यास मात्रा र धानमा सिफारिस मात्रा प्रयोग गरेकोमा भन्दा तथ्यांकियरूपमै बढी पाइयो । तर कुलआम्दानी र लागतको अनुपातमा मलखाद्य व्यवस्थापनले तथ्यांकियरूपमा फरक पारेको देखिएन । संरक्षित कृषिमा आधारित अभ्यासमाभन्दा परम्परागत अभ्यासमा माटोको थोक घनत्व तथ्यांकियरूपमा बढी भएको पाइयो । तर खनजोत विधि, पराल/छ्वाली व्यवस्थापन र मलखाद्य व्यवस्थापनले माटोको चिस्यान, प्रांगारिक पदार्थको मात्रा र माटोमा उपलब्ध खाद्यतत्वमा तथ्यांकिय दृष्टिकोणले फरक पारेको देखिएन । यी परिणामहरूले देखाउछन् कि, धानगहुं वाली प्रणालीको परम्परागत अभ्यासलाई उत्पादनमा तथ्यांकिय दृष्टिकोणले कुनै फरक नपारीकनै संरक्षित कृषिमा आधारित अभ्यासहरूले प्रतिस्थापन गर्न सकिन्छ । गहुंमा सिफारिस गरिएको मात्रा भन्दा २५% बढी ना.फ.पो. प्रयोग गरेर धानगहुं वाली प्रणालीको उत्पादनलाई बढाउन सकिन्छ । जिरो टिल मेसिनद्वारा धान र गहुं लगाउनाले प्रणालीको नाफाआर्जनलाई बढाउन सहयोग गर्छ किनकि यसमा उत्पादन लागत परम्परागत अभ्यासमा भन्दा तथ्यांकियरूपमै कम हुन्छ ।

Improving the Seed Yield and Quality of Egyptian Clover (*Trifolium alexandrinum* L.) through Varied Management Practices in Mid-Western Terai of Nepal

Ram Prasad Ghimire (ANU-01P-2015), PhD 2022

Department of Animal Nutrition and Fodder Production

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Naba Raj Devkota, PhD)

Low level of productivity and substandard quality indicators are the major problems of Egyptian clover seed production in Nepal. To deal with this situation, scientific studies were done, including a social survey, in order to identify the major problems at the farm level to generate appropriate technologies. Experiments were done at the Regional Agricultural Research Station (RARS), Khajura, Banke, Nepal, with the objectives to identify the most tangible factors associated with the seed production and determine their contribution that were also simultaneously conducted at the farmers' field. The experiment in the first year was conducted by using three factors (date of sowing, irrigation application, and sprays of plant bio-regulators) using Randomized Complete Block Design (RCBD) in a factorial arrangement with four replications for each treatment. The second-year experiments were executed at the station and also at the farmer's field, with the use of four irrigation schemes, three levels of foliar sprays of plant bio-regulators. The first year's results had confirmed November 10 as the better sowing date in terms of seed yield (0.809 t ha^{-1}), biological yield (8.32 t ha^{-1}), and number of inflorescence m^{-2} along with better seed quality. The results from the second-year experiments revealed three and four irrigations, the most appropriate for higher seed yield (0.99 and 0.93 t ha^{-1} at on-station, respectively, and 0.87 and 0.85 t ha^{-1} at on-farm, respectively). Likewise, the seed yield of 0.89 and 0.94 t ha^{-1} at on-station and 0.79 and 0.85 t ha^{-1} at on-farm were obtained by two and three sprays of plant bio-regulators, respectively, without significant alteration in days taken to seed maturity and biological yield. The results of these experiments thus clearly revealed that the November 10 could be the appropriate date of sowing compared to November 25, and three times irrigations (@ 666.67 kilolitres of water ha^{-1}) at 15 days intervals after taking one cut at 60 days after sowing along with three times foliar sprays of plant bio-regulators (P_2O_5 @ 2 kg ha^{-1} + KNO_3 @ 4 kg ha^{-1}) at 7 days interval in pre-flowering stage could significantly improve the seed yield and quality of Egyptian clover.

बीऊको उत्पादकत्व र गुणस्तर न्यून हुनु नै नेपालमा ईजिप्सियन क्लोभर (बर्सिम क्लोभर) घाँसको बीऊ उत्पादनका मुख्य समस्याहरूका रूपमा रहेकोले यसको सम्बोधन गर्नको लागि कृषकका प्राथमिकताहरू पत्ता लगाई प्रविधि विकास गर्ने उद्देश्यले यसका पकेट क्षेत्रहरूमा चरणबद्ध रूपमा सामाजिक सर्वेक्षण र जैविक अनुसन्धान परिक्षणहरू गरिएको थियो। पहिलो वर्षमा बाँके र बर्दिया जिल्लाहरूमा सामाजिक-आर्थिक अध्ययन पश्चात क्षेत्रिय कृषि अनुसन्धान केन्द्र, खजुरा, बाँकेको अनुसन्धान स्थलमा अनुसन्धान परिक्षण गरी यसमा बढी प्रभाव पार्ने कारकतत्वहरूको छनोट गर्ने क्रममा बीऊ छर्ने मिति, सिंचाई व्यवस्थापन र प्लान्ट बायोरेगुलेटर (बिरुवाको जैविक नियामक रसायन) हरूको परिक्षण

गरिएको थियो । दोस्रो वर्षको अनुसन्धान परिक्षण चाहिँ सिंचाइका चार स्तरहरू (एकपटक, दुई पटक, तीन पटक र चार पटक) र प्लान्ट बायोरेगुलेटर छराईका तीन स्तरहरू (एकपटक, दुई पटक र तीन पटक) गरी यसलाई रेन्डोमाइज्ड कम्प्लट ब्लक डिजाइनको फ्याक्टोरियल व्यवस्थापनमा तीन पटक पुनरावृत्ति गरी गरिएको थियो । पहिलो वर्षको अनुसन्धान परिक्षणहरूको नतिजालाई हेर्दा नोभेम्बर १० तारिखमा बीऊ छर्दा बीऊको उत्पादकत्व (०.८०९ टन प्रति हेक्टर) लगायतका नतिजाहरू राम्रो पाईएको थियो । दोस्रो वर्षको अनुसन्धान परिक्षणमा चाहिँ अन्तिम घाँस कटाई पछि तीन वा चार पटकको सिंचाईले बीऊको उत्पादकत्व अनुसन्धान केन्द्र र कृषकको खेतबारीमा दुवै ठाउँमा उल्लेख्य रूपमा वृद्धि हुनको साथै जैविक उत्पादन, बीऊको गुणस्तर, १०००-दानाको तौल, प्रति वर्ग मिटरमा फूलको संख्या, प्रति फूल बीऊपत्रको संख्यामा पनि उल्लेख्य सुधार भएको पाइयो । त्यसैगरी, प्लान्ट बायोरेगुलेटर छराईको हकमा दुई वा तीन पटकको छराईले दुवै अनुसन्धान स्थलहरूमा उल्लेख्य राम्रो नतिजा पाइयो । अनुसन्धान परिक्षणको प्राप्त नतिजाबाट के प्रष्ट हुन्छ भने बसिम घाँसको बीऊ नोभेम्बर १० तारिखमा छर्दा, बीऊ छरेको ६० दिनमा एकपटक घाँस कटाई लिईसकेपछि ६६६.६ किलोलिटर प्रति हेक्टरको दरले १५-१५ दिनको फरकमा तीन पटक सिंचाई गर्दा र फूल फूल्नु भन्दा ठिक अघिदेखि ७-७ दिनको फरकमा ३ पटक प्लान्ट बायोरेगुलेटर छर्दा बसिमको बीऊको उत्पादकत्व र गुणस्तर दुवैमा उल्लेख्य सुधार गर्न सकिन्छ ।

Production Performance of Sakini and Giriraj Chickens through Supplement of Poultry Biosa as Feed Additive

Damodar Neupane (LPM-01P-2016), PhD 2022

Department of Livestock Production and Management

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Dainik Bahadur Nepali Karki, PhD)

The research was conducted at the Swine and Avian Research Program of Nepal Agricultural Research Council, Khumaltar, Lalitpur, Nepal. The research was conducted from September 2016 to June 2019 using a Randomized Complete Block Design (RCBD). There were 8 treatments, each with 4 replications, with 14 chickens in each replication. The main objective of the research was to evaluate the effect of supplementary probiotics (Poultry Biosa) on the productive performance of Sakini and Giriraja breeds of chickens, aiming to recommend a comprehensive probiotic feeding protocol as a feed additive. The probiotics (Poultry Biosa) were used with the dose levels of 0, 5, 10, and 15 ml/kg feed in different treatment groups in Sakini and Giriraja breeds of Chickens. Findings revealed that compared to different age groups and probiotic use groups, probiotic treatment groups had lower feed intake, higher weight gain, and a higher rate of conversion of feed to meat (FCR). Similarly, the disease resistance (with the decreased presence of *Salmonella enteritidis* in the case of use of poultry biosa) and the quality of eggs and meat were also improved. Likewise, treatments using poultry biosa had 22 to 30 percent less cholesterol in the blood whereas 10-15 ml probiotic/kg mixed in the feed was most effective compared to the other doses. Therefore, it can be concluded that using the probiotic as a feed additive could be more suitable for Sakini and Giriraja breeds in terms of enhancing productive performance through sound health and effective use of feeds, so as to make this farming more profitable.

यो अनुसन्धान नेपाल कृषि अनुसन्धान परिषद् अन्तर्गत रहेको बंगुर तथा कुखुरा अनुसन्धान कार्यक्रम, खुमलटार, ललितपुर नेपालमा गरिएको हो । अनुसन्धान सन् २०१६ को सेप्टेम्बरबाट सन् २०१९ को जून महिना सम्म च्याण्डोमाइन्ड कम्प्लीट ब्लक डिजाइन (आर.सी.वि.डी.) बाट गरिएको हो । अनुसन्धानमा आठ प्रकारका प्रोबायोटीकका उपचार विधी र प्रत्येक उपचार विधीमा चारवटा रेप्लीकेसन समावेश गरिएको र प्रत्येक अनुसन्धान एकाईमा सातवटा भाले र सातवटा पोथी गरी जम्मा १४ वटा कुखुराहरु राखिएको थियो । यो अनुसन्धानको मुख्य उद्देश्य साकीनी र गिरिराजा जातका कुखुरामा प्रोबायोटिक प्रयोग गर्दा उत्पादन क्षमताको मूल्यांकन गर्ने र प्रोबायोटीकलाई कुखुराको दानामा प्रयोग गर्ने मात्रा तथा विधीको सिफारिस गर्नु रहेको थियो । यो अनुसन्धानमा प्रोबायोटीकको रूपमा पोल्ट्री बियोसा दानामा ०,५,१० र १५ मि.ली./के.जी. का दरले छुट्टा-छुट्टै समूहमा प्रयोग गरिएको थियो । यो अनुसन्धानबाट प्राप्त नतिजा अनुसार प्रोबायोटिक प्रयोग गरेका समूहका कुखुराहरु प्रोबायोटिक प्रयोग नगरिएको कुखुराहरु भन्दा तुलनात्मक रूपमा दाना खपत कम, तौल बृद्धिदर ज्यादा र दानालाई मासुमा रुपान्तरण गर्ने दर ज्यादा पाईयो । त्यसै गरी रोग प्रतिरोधी क्षमता (पोल्ट्री बियोसाको प्रयोगले साल्मोनेला इन्टेरीटाइडीस को मात्रा घटेको) र कुखुराको अण्डा र मासुको गुणस्तर बढेको पाईयो । त्यसैगरी पोल्ट्री बियोसाको प्रयोग गरिएको कुखुराको रगतको जांच गर्दा पोल्ट्री

वियोसाको प्रयोग नगरिएका कुखुरामा भन्दा २२ देखी ३० प्रतिशत सम्म कोलेस्टेरोल कम रहेको पाईयो । त्यसैले यस अनुसन्धानबाट पोल्ट्री वियोसा १०-१५ एम.एल./ कि.ग्रा. कुखुराको दानामा मिसाई खुवाउंदा दानामा अन्य मात्रामा पोल्ट्री वियोसा मिसाएको र पोल्ट्री वियोसा नमिसाएको भन्दा ज्यादा प्रभावकारी रहेको पाईयो । तसर्थ यो निश्कर्षमा पुग्न सकिन्छ की, साकीनी र गिरीराजा जातका कुखुराहरुको दानामा प्रोबायोटीक मिसाएर खुवाउंदा कुखुराको स्वास्थ्य राम्रो राख्दै, दाना खर्च समेत कम हुन गई उत्पादन क्षमता समेत बढ्ने हुनाले कुखुरा पालनलाई ज्यादा नाफामूलक बनाउन सकिने देखियो ।

Intergenerational Mobility in Occupations of People in Rural Nepal

Badri Aryal (RUS-02P-2015), PhD 2022

Department of Rural Sociology and Development Studies

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Durga Devkota, PhD)

Intergenerational occupational mobility is one of the important areas of scientific investigation due to the recent trends of youths leaving parental occupations to take non-farm employment. This is one of the important and interesting research topics in the world context. However, such kind of research in Nepal is scanty. The main objective of this study was to examine whether fathers and sons have been adopting the same or different kinds of occupations, and what kind of attributes define such continuity and/or change in occupations across the generations. The next objective was to explain what father, son, and household characteristics influence the adoption of non-farm occupations of individuals from farming to non-farming activities. A semi-structured questionnaire was used to collect information from a total of 385 father-son pairs in *Gajuri Rural Municipality*, Dhading District, using face to face personal interview method. Binary logistic regression was the main multivariate analytical method used to test research hypotheses. The findings showed that with reference to farming fathers, the sons of fathers having salaried jobs, business, trade, and wage labour work were less likely to adopt different occupations than their fathers. The findings also revealed that compared to the sons of non-farming farmers, the sons of farming fathers were more likely to pursue different occupations than their fathers. Son's attributes, such as level of education and migration experience, had more powerful effects in determining his own occupation. Hence, the findings of the present study can help design policies for managing the labour force in rural agriculture as well as suggest in promoting opportunities in non-farm related sectors of the economy. The findings also suggest that promotion of attributes of socio-economic equality, including education and rural infrastructure facilities become instrumental to keep up occupational mobility across the generations.

आजकल युवाहरूमा पैतृक कृषि पेशा छाडेर अन्य गैर कृषि पेशा गर्ने प्रवृत्ति बढ्दै गैरहेकोले अन्तरपुस्ता पेशागत परिवर्तन वैज्ञानिक अध्ययनको एउटा महत्वपूर्ण तथा चाखलाग्दो विषयबस्तु हो। यद्यपि नेपालमा यसखालका अध्ययनहरू खासै भएका छैनन्। यसै पृष्ठभूमिमा यो अध्ययनको दुईवटा मुख्य उद्देश्यहरू छन्। जसमध्ये पहिलो उद्देश्य भनेको बुवा र छोराको पेशा समान अथवा फरक हुनुमा के कस्ता कुराहरूले असर गर्दा रहेछन्। दोस्रो, बुवा र छोराको कृषि अथवा गैर कृषि सम्बन्धि पेशा अंगाल्ने कुरालाई कुन-कुन कारणहरूले प्रभाव पार्दा रहेछन् भन्ने हो। यस अध्ययनको लागि नेपालको वाग्मती प्रदेश अन्तर्गत गजुरी गाउँपालिकामा बसोवास गर्ने व्यक्तिहरूलाई प्रश्नावलिहरू सोधिएको थियो। यसका लागि वि.सं. २०७५ सालको जेठ देखि असोजसम्म उक्त गाउँपालिका भित्रका ३८५ जना बुवा र उनका विवाहित तथा परिवारका जेठा छोराहरूलाई प्रत्यक्ष अन्तर्वार्ता लिईएको थियो। यसरी संकलन गरिएका तथ्यांकलाई वाईनरी

लजिष्टिक रिग्रेसन भन्ने कम्प्युटर सफ्टवेयर विधिद्वारा विश्लेषण गरेर नतिजा निकालिएको हो । अध्ययनको नतिजा अनुसार कृषि पेशा गर्ने बुवाका छोराहरुको तुलनामा जागिरे, व्यापार व्यवसाय गर्ने अथवा ज्यालादारी काम गर्ने बुवाका छोराहरुले आफ्नो बुवाको पेशा कम छोडेको पाईयो । छोराहरुले कृषि पेशा छोड्ने सन्दर्भमा हेर्दा कृषि पेशा गर्ने बुवाका छोराले भन्दा गैर कृषि पेशा गर्ने बुवाका छोराहरुले बढि कृषि पेशा छोडेको पाईयो । सारांशमा यस अध्ययनले के देखायो भने यदि बुवा खेतिपातिमा संलग्न छन् भने तिनका छोराहरुले बुवाले गरेको पेशा परिवर्तन गर्दछन् तर बुवा स्वयंले नै खेतिपाति गर्न छोडेर अन्य पेशा अपनाएको भए छोराहरुले पनि बुवाकै पेशा अंगाल्ने गरेको पाईयो । यस अध्ययनमा प्रयोग भएका मानकहरु मध्ये छोरासँग सम्बन्धित मानकहरु जस्तै उसको शिक्षा र बसाईसराईले उसैको पेशा निर्धारण गर्ने सन्दर्भमा बढि महत्व राखेको पाईयो । यस अध्ययनको नतिजाका आधारमा कृषि क्षेत्रको जनशक्ति व्यवस्थापन तथा गैर कृषि क्षेत्रमा रोजगारका अवसरहरु श्रृजना गर्न उपयुक्त देखिन्छ । यसप्रकार बुवा र तिनका छोराहरुको बीच अन्तरपुस्ता पेशागत परिवर्तनका लागी सामाजिक आर्थिक समानतामा अभिवृद्धि गर्नुपर्ने, शिक्षाको विस्तार तथा भौतिक संरचनाहरुको विकासमा जोड दिनुपर्ने देखिन्छ ।

Genome-Wide Association Mapping of Foliar Diseases and Grain Nutrient Concentration in the Global Collection of Barley

Bhanu Bhakta Pokhrel (PLB-02P-2014), PhD 2022

Department of Genetics and Plant Breeding

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Madhav Prasad Pandey, PhD)

Barley (*Hordeum vulgare* L.) is one of the founder crops of modern agriculture, and it is important for human nutrition, livestock feed, and the production of malt and other value-added products. Amongst the various barley production constraints, biotic stresses cause significant loss globally, of which stripe rust caused by *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*, and spot blotch (SB) caused by *Bipolaris sorokiniana* (teleomorph: *Cochliobolus sativus*) are important for the cool-wet and warm-humid production areas, respectively. A global set of 336 barley germplasm was evaluated for stripe rust, spot blotch resistance, and grain nutrient concentration during the 2016, 2017, and 2018 crop seasons. For stripe rust screening, two disease hotspot locations in the mid-hills (Dailekh and Dolakha, 1350-1740 m msl), and for spot blotch screening, a warm-humid location (Rampur, 228 m msl) were used. In all the locations, disease screening was performed under the natural epiphytotic condition standardized with susceptible and resistant checks. Grain protein, starch, Fe, and Zn concentrations were analyzed using samples from the Dailekh and Rampur locations in 2016. Genome-wide association mapping was performed to identify the significant marker-trait association of stripe rust, spot blotch resistance, and higher grain Zn, Fe, starch, and protein concentration. The disease screening results revealed that 49 genotypes at Dailekh and 45 at Dolakha have stable stripe rust resistance (R-reaction). Across the years and locations, 11 genotypes (AM-90, AM-146, AM-182, AM-192, AM-200, AM-202, AM-203, AM-250, AM-263, AM-264, and check- Bonus) were resistant to stripe rust (R-reaction). Three genotypes, AM-128, AM-188, and AM-321, showed a high level of resistance (R-MR reaction) to spot blotch across the years, and 34 genotypes consistently showed a moderately resistant reaction (MR-reaction). Regarding the grain nutrient concentration, 10 genotypes at Dailekh and 6 at Rampur had high Zn concentrations (>60 mg/kg). Thirty genotypes at Dailekh and five at Rampur had high Fe (>70 mg/kg) concentrations. Forty genotypes at Dailekh and 23 genotypes at Rampur had high protein concentrations (>14%). Two genotypes at Dailekh and three at Rampur were identified with high starch concentration (>60%). A genome-wide association study (GWAS) is a research approach to identify genomic variants statistically associated with a particular trait. GWAS for stripe rust resistance, spot blotch resistance, and grain nutrient concentration based on 6,519 SNP markers uniformly covering the barley genome identified several significant marker-trait associations (MTAs). For stripe rust resistance evaluated at Dailekh, 9, 11, and 9 significant MTAs were detected in 2016, 2017, and 2018, respectively, and pooled across the years, seven significant MTAs were detected. The associated markers for individual years accounted for 3.4 to 9.1 % (R^2 value) of the disease variation and 3.3 to 8.9 % of the variation across the years. Of the MTAs

for individual years and pooled across the years, SNP marker BOPA1_7302-240 was identified consistently and accounted for 4.1-10.1 (%) of the disease variation. Similarly, at Dolakha, 10, 15, and 6 MTAs were detected in 2016, 2017, and 2018, respectively, and pooled across the years, 8 MTAs were detected. The associated markers for individual years accounted for 3.3 to 14.0 % of the disease variation and 3.3 to 6.7 % of the variation across the years. Of the MTAs identified in the individual years, SNP marker BOPA1_6833-658 was consistent across the years and explained 3.6 to 5.9 % of the disease variation. For spot blotch resistance, 12 MTAs were detected in each year (2016, 2017, and 2018), and when pooled across the years, 9 MTAs were detected. The R^2 value of the associated markers for the individual years ranged from 3.4 to 5.9 (%) and across the years from 3.5 to 4.9 (%). Regarding the grain nutrient concentration, at Dailekh, 2, 3, 4, and 8 MTAs were identified for Fe, Zn, protein, and starch concentration, respectively. At Rampur, 2, 5, and 4 MTAs were identified for Fe, Zn, protein, and starch concentration, respectively. The MTAs identified for Fe concentration accounted for 3.4-5.1 (%), for Zn concentration 3.4-4.5 (%), for protein 3.2-4.6 (%), and for starch concentration 3.8-14.2 (%) of the variation. The barley germplasm used in the present study harbors a good level of stripe rust and spot blotch resistance, and the resistant genotypes identified in this study can be utilized for barley improvement in Nepal or other countries with similar growing environments. Similarly, the germplasm is useful for grain nutrient improvement, especially for Zn and Fe concentration. The genomic regions (MTAs) associated with the stripe rust and spot blotch resistance against the prevalent Nepalese races and those with the grain nutrient concentration can be used to identify candidate genes or QTLs. The significant SNPs can be used for marker-assisted and genomic selection after validation.

जौ बालीलाई मानिसले खेती गर्ने गरेको सबैभन्दा पुरानो बालीको रूपमा लिईन्छ, र यसलाई आधुनिक कृषिको एक आधारशिलाको रूपमा समेत हेरिन्छ। खाद्यान्न, पशुपंक्षीको दाना, विभिन्न पौष्टिक तत्वयुक्त खाद्य एवम् पेय पदार्थको लागि यो बालीको प्रयोग उल्लेख्य मात्रामा हुन्छ। जौ बाली उत्पादन गर्दा आइलाग्ने विभिन्न चुनौतीहरूलाई नियाल्दा विश्वव्यापी रूपमा नै देखा पर्ने मुख्य गरेर २ वटा रोगहरू, पहाडी ईलाकामा चिसो तथा आर्द्र मौसममा लाग्ने धर्से सिन्दुरे रोग (कारक दुसी-पक्सिनिया स्ट्रीफोर्मिस फर्मास्पेसिस हर्डाई) तथा तराईको न्यानो तथा आर्द्र मौसममा लाग्ने थोप्ले रोग (कारक दुसी-बाइपोलारिस सोरोकिनियाना, टेलियोमर्फ कोक्लियोबोलस स्याटीभस) लाई प्रमुख मानिन्छ। विश्वका विभिन्न देशहरूबाट संकलन गरिएका ३३६ वटा जातहरूलाई नेपाल कृषि अनुसन्धान परिषद् अन्तर्गतका तीनवटा अनुसन्धान केन्द्रहरूमा ईस्वी सम्वत २०१६, २०१७ तथा २०१८ मा अध्ययन अनुसन्धान गरिएको थियो। धर्से सिन्दुरे रोगको लागी समुद्री सतहबाट १७४० मिटर उचाईमा रहेको दोलखा जिल्लाको कात्रे गाउँमा अवस्थित पहाडीवाली अनुसन्धान कार्यक्रम तथा समुद्री सतहबाट १४५० मिटर उचाईमा रहेको दैलेख जिल्लाको किमुगाउँमा अवस्थित कृषि अनुसन्धान केन्द्रको अनुसन्धान स्थल प्रयोग गरिएको थियो। त्यसरी नै थोप्ले रोग सहने जातहरू पहिचानको लागी राष्ट्रिय मकैवाली अनुसन्धान कार्यक्रम, रामपुर चितवनको अनुसन्धान स्थल प्रयोग गरिएको थियो। साथै बढी मात्रामा फलाम, जस्ता, प्रोटिन, तथा स्टार्च पाइने जातहरूको पहिचानको लागी दैलेख र रामपुर, चितवनमा परीक्षणहरू गरिएका थिए। उल्लेखित तीनवटै परीक्षणहरूमा नेपालमा सिफारिश गरिएका बोनस तथा सोलुउवा जातका जौ बालीलाई तुलना गर्न राखिएको थियो। अनुसन्धानको क्रममा उल्लेखित तीनवटै परीक्षणहरूमा प्रयोग गरिएका जातहरूको उल्लेखित रोगहरू सहन सक्ने क्षमता तथा दानामा बढी मात्रामा फलाम, जस्ता, प्रोटिन तथा स्टार्च पाईने गुणहरू र

तिनीहरूको आनुवांशिका (जिन) को अन्तरसम्बन्ध बारे समेत अध्ययन गरिएको थियो । धर्से सिन्दूरे रोगको अवरोधी जातहरू छनौट गर्न गरिएको तिन वर्षे परीक्षणको नतिजा बमोजिम दोलखा जिल्लामा ४५ तथा दैलेख जिल्लामा ४९ वटा जातहरूमा यो रोग नै नलागेको पाईयो । त्यसरी नै दोलखा तथा दैलेख जिल्लाको तीन वर्षकै औसत नतिजा हेर्दा ११ वटा जातहरू (ए.एम.-९०, ए.एम.-१४६, ए.एम.-१८२, ए.एम.-१९२, ए.एम.-२००, ए.एम.-२०२, ए.एम.-२०३, ए.एम.-२५०, ए.एम.-२६३, ए.एम.-२६४, तथा तुलना गर्न राखिएको नेपाली जात बोनसमा यो रोग लागेको पाईएन । थोप्ले रोग सहनसक्ने उत्कृष्ट जात छनौट गर्न रामपुर चितवनमा गरिएको एक अर्को तीन-वर्षे परीक्षणको नतिजा अनुसार तीनवटा जातहरू, ए.एम.-१२८, ए.एम.-१८८ तथा ए.एम.-३२१ जातहरूमा यो रोग लागेको देखिएन भने ३४ वटा जातहरूमा यो रोग कम लागेको पाईयो । त्यस्तै बढी मात्रामा फलाम, जिंक, प्रोटिन, तथा स्टार्च पाइने जातहरूको पहिचान सम्बन्धी रामपुर र दैलेखमा गरिएको परीक्षणको नतिजा बमोजिम दैलेखमा १० वटा तथा रामपुरमा ६ वटा जातहरूमा जस्ताको मात्रा बढी पाईयो (६० मि.ग्रा. प्रति के.जी. भन्दा बढी) । त्यस्तै ३० वटा जातहरू दैलेखमा तथा ५ वटा जातहरू रामपुरमा बढी फलाम (७० मि.ग्रा. प्रति के.जी.) पाइने जातहरूको रूपमा पहिचान गरिएका थिए । यसै गरी, बढी मात्रामा प्रोटिन पाईने जातहरू (१४ प्रतिशतभन्दा बढी) को हकमा रामपुरमा २३ तथा दैलेखमा ४० वटा जातहरू छनौट गरिएको थियो । बढी स्टार्च पाइने जातहरू (६० प्रतिशत भन्दा बढी) रामपुरमा ३ वटा तथा दैलेखमा २ वटा पाईएको थियो । आनुवांशिक नतिजा विश्लेषण गर्न विभिन्न ६५१९ वटा मार्करहरू प्रयोग गरीएका थिए । जस अनुसार धर्से रोग अवरोधी जातहरू पहिचान गर्ने मार्करहरूमा दैलेखमा ई.सं. २०१६ मा ९ वटा, ई.सं. २०१७ मा ११ वटा तथा ई.सं. २०१८ मा ९ वटा तथा तीनै वर्षको औषत नतीजा अनुसार ७ वटा मार्करहरू उत्कृष्ट देखिएका थिए । प्रत्येक वर्षको तथा औषत नतिजा अनुसार मार्कर BOPA1_7302-240 सबैभन्दा उत्कृष्ट पाईएको थियो । त्यसरी नै दोलखाको परीक्षणको नतिजा बमोजिम ई.सं. २०१६ मा १० वटा, २०१७ मा १५ वटा तथा २०१८ मा ६ वटा तथा तीनै वर्षको औषत नतिजा अनुसार ८ वटा मार्करहरू प्रभावकारी देखिएका थिए । थोप्ले रोग पहिचानको लागी प्रभावकारी मार्करहरू पहिचानको लागी गरिएको परीक्षणको नतिजा अनुसार २०१६, २०१७ तथा २०१८ मा क्रमशः १२ वटा तथा औषतमा ९ वटा मार्करहरू प्रभावकारी पाईएका थिए । त्यसरी नै बढी फलाम पाईने जातहरूको पहिचानमा रामपुर तथा दैलेखमा क्रमशः २ तथा ५ वटा मार्करहरू प्रभावकारी देखिएका थिए । जिंक बढी पाईने जातहरूको छनौट गर्न दैलेखमा ३ तथा रामपुरमा ५ वटा मार्करहरू उत्कृष्ट पाईएका थिए । ४ तथा २ वटा मार्करहरू बढी प्रोटिन पाईने तथा ८ र ४ वटा मार्करहरू स्टार्च बढी पाईने जातहरूसँग आवद् रहेको पाईयो । यस अनुसन्धानमा प्रयोग भएका जातहरू खैरो सिंदुरे तथा थोप्ले रोग सहन सक्ने एवम् पौष्टिकताको हिसाबले समेत उत्कृष्ट देखिएका छन् । यी जातहरूलाई नेपाल तथा यस्तै आवहवा भएका अन्य देशहरूमा समेत जौबाली अनुसन्धान कार्यक्रममा प्रयोग गर्न सकिन्छ । साथै यी रोगहरू अवरोधी तथा दानामा बढी मात्रामा फलाम, जस्ता, प्रोटिन तथा स्टार्च पाईने जातहरूमा रहेका जीनहरू समेत पत्ता लगाउन सहयोग पुऱ्याउने मार्करहरू नेपालको मध्य पहाडी भूभाग तथा यस्तै आवहवा भएका अन्य देशहरूमा समेत प्रयोग गर्न सकिन्छ । यो अनुसन्धानको नतीजाबाट प्राप्त मार्करहरूलाई आवश्यक प्रमाणिकरण पश्चात मार्करमा आधारित जातिय छनौट कार्यमा प्रयोग गर्न सकिने छ । उत्कृष्ट देखिएका जातहरू तथा मार्करहरू जौ बालीमा काम गर्ने वैज्ञानिक तथा प्राविधिकहरू एवम् अनुसन्धान कर्ताहरूका लागी उन्नत जातहरू विशेष गरेर रोग प्रतिरोधात्मक तथा पोषणको हिसाबले अब्बल जातहरू विकास गर्न जातिय छनौट कार्यमा अमूल्य साबित हुने कुरामा दुईमत छैन र यी जातहरू तथा मार्करहरू जौबाली अनुसन्धान कार्यक्रममा एक उत्कृष्ट स्रोतको रूपमा प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

Genotype Evaluation, Production Practices and Post Harvest Mangement of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under Seasonal Heat Stress

Tika Ram Chapagain (HRT-04P-2016), PhD 2022

Department of Horticulture

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Arjun Kumar Shrestha, PhD)

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is mainly cultivated during the winter season in the plains of Nepal. In the spring-summer season, the higher ambient temperature constraints tomato production in plains; however, the market price remains higher during the season. Adoption of heat-tolerant genotypes, appropriate production practices, and postharvest technologies are key to maintaining optimum productivity and quality of tomato fruit under a seasonal (March-June) heat stress environment. With the objective of finding these technologies, three different studies were conducted in 2018 and 2019 at the Department of Horticulture, Agriculture and Forestry University, Rampur, Nepal. At first, nine genotypes viz. AVTO-9304, AVTO-1314, AVTO-9801, AVTO-9802, Florida-91, Celebrity, Pariposa-4102, TO-1057, and Srijana were transplanted in the first week of February. The experiment was set up in a randomized complete block design (RCBD) with four replications. Analysis of variance showed significant differences ($p \leq 0.05$) among all genotypes for morphological, reproductive, yield attributing, and qualitative traits. Genotypes AVTO-9304 and AVTO-9801 were early flowering (28 DAT) and picking (74 DAT), while Florida-91 was late (85 days). Similarly, the highest number of inflorescences per plant (54) was found on AVTO-9304, followed by TO-1057 (45). Fruit setting percentage was highest in Srijana (54.76%), followed by TO-1057 (53.71%). Determinate AVTO genotypes, along with semi-determinate Celebrity and Florida-91, had the minimum fruit setting percentage. However, all tested genotypes had productivity above the national average productivity of tomato (19.30 t ha^{-1}) in Nepal. TO-1057 produced 110.60 and 92.62 t ha^{-1} marketable fruit yield in the first and second year, respectively. The highest number of fruits per plant (88) and medium-sized fruit (58.10 g) contributed to the highest mean productivity (101.60 t ha^{-1}) of TO-1057. The lowest mean marketable yield (32.9 t ha^{-1}) was obtained from AVTO-9802. The marketable fruit per plant was positively correlated with fruit yield per plant ($r = 0.99$), followed by average fruit weight ($r = 0.79$), plant height ($r = 0.39$), inflorescence per plant ($r = 0.32$), and fruit diameter ($r = 0.25$). The GGE Biplot analysis indicated that TO-1057, Pariposa-4102, and Srijana (check variety) were superior for fruit yield and other major yield contributing traits. The highest amount of total soluble solid content (4.90 °Brix) was observed in AVTO-9801. Genotype 'AVTO-1314' had a significantly higher amount of ascorbic acid ($25.20 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) but statistically at par with AVTO-9801, TO-1057, and Pariposa-4102. TO-1057 was identified as a highly productive genotype suitable for cultivation during the summer

months in the plains of Nepal. However, considering the popularity of Srijana and its genetic superiority, both TO-1057 and Srijana could be recommended for summer season cultivation in the plains of Chitwan and similar agro-ecological regions of Nepal. The second experiment was conducted to increase the productivity of tomato by reducing root-zone soil temperature by applying organic mulches and shade net production practices during seasonal heat stress. Therefore, Srijana variety was further evaluated for yield and quality of tomato fruit under three levels of organic mulching (rice husk, rice straw, dry grass @ 10 cm thickness), shade net, and no mulch condition. The experiment was conducted in RCBD with four replications. The production practices significantly affected morphological, reproductive, and yield traits of Srijana. Srijana gained the maximum plant height (317.58 cm) under shade net, while the minimum plant height (208.34 cm) was measured under the no-mulch condition. Moreover, organic mulches were not different for plant height. The highest fruit setting percentage (61.70%) and number of fruits per inflorescence (5.22), average fruit weight (46.56 g), and fruit diameter (4.99 cm) were recorded from rice husk mulching. Fruit yield is positively and significantly associated with the number of fruits per inflorescence ($r = 0.78^{***}$), fruit diameter ($r = 0.65^{***}$), and average fruit weight ($r = 0.56^{***}$). Rice husk contributed to the highest mean marketable fruit yield (95.68 t ha^{-1}) over the years, where the yield was 96.52 and 94.86 t ha^{-1} in the first and second year, respectively. Higher values for total soluble solids, vitamin C, and pericarp thickness were observed under rice husk mulching. This production practice provided the highest net return (NRs. 20, 46, 430.00 per hectare); however, the benefit-cost ratio was highest (3.59) under shade net. The notable difference for climatic parameters (light, temperature, relative humidity) and soil temperature was observed between shade net and open field (mulches) production practices. Monthly variation in illumination in the shade net ranged from 23.46 to 40.06% compared to the open field. In terms of average monthly maximum temperature, the shade net reduced the temperature by 2.58°C as compared to the open field during the afternoon. Likewise, the daily variation in root-zone temperature was 3.79 , 2.37 , and 1.47°C in shade net, no-mulch, and rice husk mulching, respectively. The present study revealed that shade net could not maintain illumination, air, and soil temperature and relative humidity at the optimum range required for tomato. Since the production alone is not responsible for the higher profitability, the maintenance of optimum quality during postharvest is also an important factor. Therefore, a study was conducted to evaluate the postharvest life of tomato fruits of five superior genotypes (Srijana, TO-1057, Pariposa-4102, Celebrity, and Florida-91 identified from a previous study) on four levels of CaCl_2 concentrations (0, 2, 4, and 6%) under the modified atmospheric packaging (MAP) method. The treatments were laid out in a completely randomized design with three replications in 2018. The result revealed that the highest physiological loss in weight (PLW) (11.07%) was recorded from 0% CaCl_2 concentration (control). The highest

weight loss (11.94%) was observed in Pariposa-4102. The 6% CaCl₂ concentration offered the longest shelf-life of 26 days, maintaining the shelf-life of Pariposa-4102 and TO-1057 for 30 and 31 days, respectively. CaCl₂ did not significantly affect the color development of the fruit after harvest. The genotypes varied for physico-chemical properties, titratable acidity, and vitamin C, but they did not differ due to CaCl₂ application at the termination of the experiment (final day). Due to improved shelf life, reduced PLW, and maintained superior physico-chemical properties, 6% CaCl₂ along with MAP, is recommended as a commercial postharvest treatment for tomato under high temperature storage conditions. Additionally, the use of calcium chloride along with modified atmospheric packaging helps to increase the postharvest shelf-life of tomato under higher atmospheric temperatures. TO-1057 is suitable for long-period storage. From this study, it could be concluded that the selection of high temperature tolerant genotype is the best option to minimize the negative impact of heat stress. Further, adoption of appropriate production practices could significantly make differences to enhance the productivity of tomato. Identification of a tomato genotype (TO-1057) with the highest productivity as well as storability is the key achievement of this study.

गोलभेंडा, नेपालको तराई भेगमा, मुख्यतया जाडोयाममा खेती गरिन्छ। वसन्त तथा ग्रीष्म ऋतुमा, त्यस क्षेत्रमा, वायुको तापक्रम उच्च हुने हुनाले गोलभेंडाको उत्पादन गर्न समस्या हुन्छ, यद्यपि, उक्त अवधिको उत्पादनले बजारमा उच्च मूल्य प्राप्त गर्दछ। अधिक तापमानहुने मौसममा, उच्च तापक्रम सहने जात, उपयुक्त उत्पादन अभ्यास तथा उत्पादनोपरान्त संरक्षण प्रविधिको पहिचान र समायोजनबाट गोलभेंडाको उत्पादन र गुणस्तर व्यवस्थापन गरी गोलभेंडाको उपलब्धता बढाउनका साथै थप आय आर्जन गर्न सकिन्छ। यी प्रविधिहरू हासिल गर्ने उद्देश्यले कृषि तथा वन विश्वविद्यालयको वागवानी संकायमा तीन वटा फरक अनुसन्धानकार्यहरू वि.सं. २०७४/७५ (सन २०१८) र २०७५/७६ (सन २०१९) गरी दुई वर्षसम्म संचालन गरियो। सुरुमा, उच्च तापक्रम सहन सक्ने सम्भावना भएका गोलभेंडाका नौ वटा जातहरू क्रमशः ए.भि.टि.ओ.- ९३०४, ए.भि.टि.ओ.- १३१४, ए.भि.टि.ओ.- ९८०१, ए.भि.टि.ओ.- ९८०२, सेलिब्रेटी, फ्लोरिडा-९१, पेरिपोसा-४१०२, टि.ओ.-१०५७ र सृजनालाई तिनीहरूको उच्च तापक्रम सहने क्षमता अध्ययनका लागि माघको अन्तिम (फेब्रुअरीको पहिलो) हप्तामा बेर्ना सारी परीक्षण गरियो। यो परीक्षण रेन्डमाईज्ड कम्प्लट ब्लक डिजाइन विधिबाट चारपटकसम्म पुनरावृत्ती गराई संचालन गरियो। यस अध्ययनमा, यी जातहरूको आकृति, प्रजनन तथा उत्पादनजन्य गुणहरूमा भिन्नता रहेको पाइयो। ए.भि.टि.ओ.-९३०४ र ९८०१ जातहरू छिटो फूलने (२८ दिन) र फल दिने (७४ दिन) खालका देखिए भने फ्लोरिडा-९१ सबैभन्दा ढिलो (८५ दिन) भयो। त्यस्तै, फूलका थुङ्गाहरू सबैभन्दा धेरै ए.भि.टि.ओ.-९३०४ (५४ प्रति बोट) मा विकसित भए भने टि.ओ.-१०५७ (४५ प्रति बोट) दोश्रो स्थानमा रह्यो। फूलहरू फलमा रूपान्तरण हुने क्षमता (उच्च तापमान सहने जातहरूको मुख्य सुचक) सृजनामा (५४.७६००) सबैभन्दा बढि देखियो भने टि.ओ.-१०५७ (५३.७१००) सहित दोश्रो स्थानमा रह्यो। सेलिब्रेटी र फ्लोरिडा-९१ लगायत ए.भि.टि.ओ. लाईनका होचा जातहरूमा फल लान्ने प्रतिशत कम देखियो। तथापि, सबै जातहरूको उत्पादकत्व नेपालमा गोलभेंडाको औसत उत्पादकत्व (१९.३० टन प्रति हे.) भन्दा धेरै रहेको पाइयो। टि.ओ.-१०५७ जातले पहिलो वर्ष ११०.६० टन प्रति हे., दोश्रो वर्ष ९२.६२ टन प्रति हे. गरि समग्रमा सबैभन्दा बढि १०१.६० टन प्रति हेक्टर बजारयोग्य

उत्पादन दियो । उच्चतम उत्पादन हुनुमा, प्रति बोट फलको संख्या (८७.६९) तथा औसत तौल (५८.१० ग्राम) प्रमुख कारण रहेको पाईयो । फलको औसत तौल (०.७९), बोटको उचाई (०.३९), फूलको थुङ्गाको संख्या (०.३२) र फलको गोलाई (०.२५) को गोलभेडाको फल उत्पादन संग सकारात्मक सहसम्बन्ध हुने देखियो । जी.जी.ई बाईप्लट विधिबाट गरिएको विश्लेषणले टि.ओ.-१०५७, पेरिपोसा-४१०२ र श्रृजनामा उत्पादकत्वमा प्राभाव पार्ने धेरै गुणहरु समेटिएको पाइयो । समुह (कलस्टर) विश्लेषण विधिले, मध्यम उत्पादनका बाबजुद श्रृजनामा (स्टाण्डर्ड चेक) उच्च फललाग्ने प्रतिशत, अग्लो बोट र लामो समयसम्म फलदिने गुणहरुका कारण यस जातलाई उच्च उत्पादन दिने जातहरुको समूहमा समूहकृत गर्यो, तसर्थ, यस मौसमका लागि सृजना सम्भावनायुक्त देखियो । फलको गुणस्तर विश्लेषण गर्दा, फलमा पूर्ण घुलनशील ठोस पदार्थको मात्रा सबैभन्दा बढि (४.९० डिग्री ब्रिक्स) ए.भि.टि.ओ.-९८०१ मा पाइयो भने ए.भि.टि.ओ.-१३१४ जातमा पि.एच. को मात्रा (४.४८) धेरै पाइयो । भिटामिन सि को मात्रा ए.भि.टि.ओ.-१३१४ (२५.२० मि.ग्रा. प्रति १०० ग्राम) र टि.ओ.-१०५७ (२३.३४ मि.ग्रा. प्रति १०० ग्राम) उस्तै- उस्तै पाइयो । त्यसैगरी टि.ओ.-१०५७ को बोक्रा बाक्लो (पेरीकार्पको मोटाई) भएकोले उत्पादनोपरान्त लामो समय राख्न सकिने देखियो । उत्पादन लागत र मुनाफका हिसाबले समेत टि.ओ.-१०५७ बाट सबैभन्दा बढि रु.२५,५२,४०५ प्रति हेक्टर मुनाफा भयो । यस्तै मुनाफा र लागतको अनुपात (६.१५:१) समेत यहि जातमा धेरै पाइयो । समग्रमा, मध्यम तौलको फल, उच्च उत्पादन, उत्पादनोपरान्त लामो भण्डारण क्षमता साथै अत्यधिक मुनाफा समेत देखिएकोले, टि.ओ.-१०५७ चितवनको समथर तथा यस्तै प्रकृतिको जलवायु भएका ठाउँमा खेतिगर्न उपयुक्त देखियो । पहिलो र दोश्रो परिक्षण एकै समयमा र एकै प्रकारको डिजाइन संचालन गरिएका थिए । दोश्रो परिक्षणमा, प्राङ्गारिक छाद्यावरण र छाँयादार जालिघर लगाएतका उत्पादन अभ्यासहरुले गोलभेडाको जराको वरीपरीको तापमानलाई कम तथा स्थिर राख्दछन,जसले गर्दा उच्च तापक्रम हुने मौसममा समेत गोलभेडाको उत्पादन गरी मुनाफा लिन सकिन्छ भन्ने अवधारणको परीक्षण अध्ययन गरियो । यसका लागि, सृजना जातको गोलभेडालाई तीन प्रकारको प्राङ्गारिक छाद्यावरण (धानको भुस, धानको पराल र सुकेको खर) र छायायुक्त जालीघरभित्र तथा कुनै पनि छाद्यावरण नराखी दुई वर्षसम्म संचालन गरियो । उत्पादन अभ्यासहरुले सृजनाको बृद्धि विकास, प्रजनन तथा उत्पादकत्व सम्बन्धित गुणहरुमा प्रभाव पारेको देखियो । सृजनाको उचाई छायादार जालीघर भित्र सबैभन्दा बढी (३१७.५८ से.मि.) र छाद्यावरण विनाको प्लटमा सबैभन्दा कम (२०८.३४ से.मि.) रह्यो । सृजनाको उचाईमा प्राङ्गारिक छाद्यावरणहरुको फरक असर भने देखा परेन । धानको भुस प्रयोग गर्दा फल लाग्ने प्रतिशत (६१.७०००) लगाएत फलको संख्या प्रति थुङ्गा (५.२२), फलको औसत तौल (४६.५६ ग्राम) र गोलाई (४.९९ से.मि.) बढी हुन गई समग्र उत्पादननै बढी भयो । प्रति थुङ्गा फलको संख्या (०.७५८८८), फलको औसत तौल र गोलाई संग फलको उत्पादन संग उल्लेखनिय सकारात्मक सहसम्बन्ध हुने देखियो । धानको भुसको छाद्यावरण राख्दा पहिलो र दोश्रो वर्ष, क्रमशः ९६.५२ र ९४.८६ टन प्रति हेक्टर उत्पादन भई समग्रमा सृजनाको उत्पादकत्व ९५.६८ टन प्रति हेक्टर रह्यो । यसका साथै फलको गुणस्तर मापक मध्ये पूर्ण घुलनशील ठोस पदार्थका साथै भिटामिन सि पनि धानको भुसको छाद्यावरण राख्दा बढी पाईयो भने यसमा फलको बोक्रा समेत बाक्लो भएको पाईयो । यस उत्पादन अभ्यासबाट सबैभन्दा बढी खुद मुनाफा (रु. २०,४६,४३०) र छाँयादार जालिघरमा मुनाफा र लागतको अनुपात (३.५९:१) बढि देखियो । मौसमका प्यारामिटरहरु (प्रकाश, तापक्रम, सापेक्षत आद्रता) र माटोको तापक्रम समेत छाँयादार जालिघरभित्र र बाहिर उल्लेख्य भिन्नता पाईयो । प्रकाशको प्रविष्टि छाँयादार जालिघरभित्र बाहिरको तुलनामा भिन्न महिनाहरुमा २३.४६ देखि ४०.०६ प्रतिशतसम्म मात्र प्रवेश गरेको पाईयो । अत्यधिक तापक्रमको मासिक औसत तापमान हेर्दा, छाँयादार जालिघरले बाहिरको तुलनामा दिउसोको समयमा २.५८ डिग्री से. सम्म तापक्रम कम गरेको पाइयो । गोलभेडाको जराक्षेत्रमा दिनभरको तापमानको बदलाव सबैभन्दा बढी, दोश्रो

स्थान र सबैभन्दा कम क्रमशः ३.७९, २.३७ र १.४७ डिग्री से. छाद्यावरण प्रयोग नगरेकोमा, छाँयादार जालिघरभित्र र धानको भुसको छाद्यावरणमा पाइयो। यस अनुसन्धानमा प्रयोग गरिएको छाँयादार जालिघरले प्रकाश, तापक्रम र सार्पेक्षित आद्रताको मात्रा गोलभेडाललाई सर्वोत्तम हुने स्तरमा भने राख्न सकेन। उच्च तापक्रम सहने जात र उपयुक्त उत्पादन अभ्यासहरूले उत्पादन त बढाउन सकिन्छ तर यस बाट मात्र उच्च प्रतिफल प्राप्त गर्न कठिन हुन्छ। उत्पादन सँगै उत्पादनोपरान्त गुणस्तर कायम राख्न समेत जरुरी देखिन्छ। तसर्थ, तेश्रो परिक्षणकारूपमा, पहिलो परिक्षणमा उत्पादनका आधारमा उत्कृष्ट पाँचवटा जातहरू (टि.ओ.-१०५७, पेरिपोसा-४१०२, सेलिब्रेटी, फ्लोरिडा-९१ र श्रृजना) लाई उत्पादनोपरान्त गुणस्तर कायम राख्न क्यासियम क्लोराइडको चार वटा भिन्न मात्रा (०, २, ४ र ६ प्रतिशत) ले उपचार गरि मोडिफाइड एटमोसफेरिक प्याकेजिङमा राखियो। यो परिक्षण कम्प्लिट रेण्डोमाईज्ड विधिमा तीनपटक पुनारावृत गरि कृषि तथा वन विश्वविद्यालयको वागवानि प्रयोगशालामा वि.सं. २०७५ (सन २०१८) संचालन गरिएको थियो। क्यासियम क्लोराइडले फलको उपचार गर्दा गोलभेडाकाको फलको संरक्षित दिन र अन्य गुणस्तर मानकहरूमा फरक पर्ने देखियो। साथै, यी मानकहरू गोलभेडाका जातहरूमा समेत निर्भर रहने पाईयो। भण्डारण अवधिमा, कुनै पनि उपचार नगरेकोमा (कन्ट्रोल) सबैभन्दा बढिले (११.७१ प्रतिशत) फलको तौल घटेको पाईयो। साथै, जातहरूमा पेरिपोशामा सबै भन्दा बढिमात्रामा (११.९४ प्रतिशत) फलको तौल घटेको पाइयो। क्यासिम क्लोराइडको ६ प्रतिशत को घोलले उपचार गर्दा र कुनै उपचार नगरी भण्डार गर्दा क्रमशः २६ र २१ दिन संरक्षण गर्न सकिने देखियो। यो मात्रामा उपचार गर्दा पेरिपोसा-४१०२ र टि.ओ.-१०५७ लाई क्रमशः ३० र ३१ दिन संरक्षण गर्न सकिने देखियो। परिक्षणको अन्त्यमा, फलमा रहेको टाईट्रेटेबल एसिडिटी र भिटामिन सि को मात्रामा क्यासिम क्लोराइडको कुनै असर देखा परेन। यस्तै, अन्तिममा टेष्ट इन्डेक्स हेर्दा सबै जात हरू भण्डारणको अन्तिम दिन सम्म उपयोगयोग्य देखिएका छन्। लामो समय संरक्षित गर्न सकिने र गुणस्तर समेत कायम रहने हुनाले क्यासिम क्लोराइडको ६ प्रतिशतको घोलको उपचार विधि तथा टि.ओ.-१०५७ जात उपयुक्त भएको निष्कर्ष निकालियो। साथै, क्यासियम क्लोराइड र मोडिफाइड एटमोसफेरिक प्याकेजिङको संयोजनबाट, उच्च तापक्रम हुने मौसममा समेत गोलभेडाको भण्डारण अवधि लम्बाउन सकिने देखिएको छ। यस अध्ययनले उच्च तापक्रम व्यवस्थापनको लागि तापक्रम सहन सक्ने जातको छनौटनै सबैभन्दा महत्वपूर्ण विकल्प हुने निष्कर्ष निकालेको छ। उत्पादन अभ्यासको प्रयोगबाट समेत उत्पादकत्व बढाउन सकिने देखियो। उच्च उत्पादकत्व भएको जातलाई उपयुक्त उत्पादन अभ्यासको उपयोग गरी थप उत्पादकत्व बढाउन सकिने संभावनालाई यस अध्ययनले औल्याएको छ। उच्च उत्पादकत्व र लामो भण्डारण क्षमता भएको एउटै जात छनौट गर्न सक्नु यस अध्ययनको मुख्य उपलब्धि हो।

Characterization of *Trichoderma* Isolates and their Bio-Control Efficacy Against Collar Rot (*Sclerotium Rolfsii* Sacc) Disease in Lentil

Pratishtha Adhikari (PLP-01P-2017), PhD 2022

Department of Plant Pathology

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Sundar Man Shrestha, PhD)

Lentil is one of the most important pulse crops in Nepal with export potential. Lentil seedlings are susceptible to collar rot disease caused by *Sclerotium rolfsii*. This pathogen is soil-borne in nature and can survive in the soil for a longer duration with the production of sclerotia. *Trichoderma* species are endophytic plant symbionts that have high antagonistic ability against a wide range of plant pathogens, including *S. rolfsii*. They are also reported to parasitize sclerotia of *S. rolfsii* present in the soil. One hundred four *Trichoderma* isolates were tested *in vitro* to determine the effective biocontrol isolates against *S. rolfsii* in 2019 at the Department of Plant Pathology, AFU. Of them, 30 selected *Trichoderma* isolates were used to study their physio-morphological characters, biocontrol potential against *S. rolfsii* in the screen house, and sclerotia parasitization *in vitro* 2019/20. Promising, four *Trichoderma* isolates were used to study their ability to control *S. rolfsii* in the field, and parasitize sclerotia present in the soil. Selected 9 *Trichoderma* isolates were assessed for their effect on lentil seedlings under physiological stress conditions. Similarly, five *Trichoderma* isolates were evaluated for their ability to overcome abiotic stress. The survival ability of the *Trichoderma* isolate in seven crop residues was studied for six months. Similarly, seven solid substrates were evaluated for the mass production of *Trichoderma* inoculum. Liquid and powder formulations of *Trichoderma* conidia were prepared, and their viability in ambient and refrigeration conditions was evaluated. *S. rolfsii* were isolated from eight crop species, viz. rice, lentil, rajma, onion, chickpea, mustard, soybean, and chilli. Physio-morphological characters such as mycelial growth rate, number of sclerotia formed, size of sclerotia, and number of days required to form sclerotia were studied. Cross-infectivity of the isolates was done on the seven crop species in artificially inoculated soils in a screen house. Thirty *Trichoderma* isolates were found effective against *S. rolfsii* in dual culture, and they were able to colonize the sclerotia of the pathogen *in vitro*. In a screen house assay of selected 30 *Trichoderma* isolates, all exhibited good percentage disease control. *Trichoderma* isolates T₄₉, Bhaktapur, and T₃₁, Banke showed the highest percentage of disease control and percentage yield increase in the field conditions. All four isolates used in the study for sclerotial parasitization were effective. *Trichoderma* isolate T₈₇, Forest soil, colonized 22 sclerotia, and about 16 sclerotia were unable to germinate when tested in the laboratory. Under stress conditions, *Trichoderma*-treated seed showed improved germination, root and shoot length, and dry and fresh weight of root and shoot of seedlings compared to untreated seeds. Among the *Trichoderma* isolates, T₈₇, a forest soil isolate, gave the highest vigor index of seedlings under both abiotic and physiological stress conditions. Seed treated with *Trichoderma* isolates showed significant high percentage of germination than untreated in the presence of *Sclerotium rolfsii*. Rice straw was found to be the ideal crop residue that can harbor the highest

population of *Trichoderma* even after six months of incubation. Mass culture in a mixture of rice husk and rice bran (5:1) was the best for immediate use, whereas mass culture prepared in finger millet grains and sorghum grains was ideal for storage and future use. Conidial viability of *Trichoderma* was high in powder form in both ambient and refrigeration conditions, and decreased viability as the storage time increased. Physio-morphological characters of the *S. rolfisii* varied among the isolates. All crop species tested were found to be susceptible to all the tested isolates except the onion isolate. Rice was resistant to almost all isolates except rice isolate and chilli isolate. Germination percentage was greatly reduced (80%) in rajma. Post emergence seedling mortality ranged between 10% in rice and chilli and 100% in chickpea, mustard, lentil, and Rajma. The results of the present study indicate that the application of antagonists provides a consistent biocontrol of collar rot diseases in lentil. For reliable biocontrol of this disease, the application of the antagonist requires appropriate and economically feasible nutritional support with proper substrate for proliferation when introduced into the soil. Similarly, *Trichoderma* can be applied as a seed treatment to increase the seedlings' performance and reduce stress.

मुसुरो अत्यन्तै लोकप्रिय कोशेवाली हो । विभिन्न दुसी जन्य रोगहरुले मुसुरो वालीको उत्पादनमा प्रत्यक्ष तथा परोक्षरूपमा असर पुऱ्याउँछ । ६ हप्ता सम्मका मुसुरा वाली स्कलेरोसीयम रोल्फसी नामक दुसीबाट हुने फेद कुहीने रोगको लागि अति संवेदनशील हुन्छन् । यो दुसीले तोरीका गोडा जस्ता स-साना दाना 'स्कलेरोसीयम' उत्पादन गर्ने हुँदा माटोमा लामो समय सम्म बाँच्न सक्दछ । यो दुसीलाई ट्राइकोडर्मा नामक शत्रु दुसीको प्रयोग गरि जैविक नियन्त्रण गर्न सकिन्छ । वि.सं. २०७६ देखि २०७८ सम्म यस अध्ययन गरिएको थियो । यस अध्ययनमा १०४ रैथाने ट्राइकोडर्मा माटोबाट निकाली 'डुअल कल्चर टेक्निक' अपनाई स्कलेरोसीयम रोल्फसाई विरुद्ध प्रयोग गरिएको थियो । डुअल कल्चर गर्दा राम्रो नतिजा देखाएका ३० वटा ट्राइकोडर्मा आइसोलेटहरु अन्य अध्ययन जस्तै स्कलेरोसीयम रोल्फसाइको स्क्रीन हाउसमा जैविक नियन्त्रण, स्कलेरोसीयाको प्यारेसाइटेजेसन र विभिन्न तापक्रममा ट्राइकोडर्माको वृद्धिमा प्रयोग गरिएको थियो । यी ३० मध्ये ४ वटा ट्राइकोडर्माको आइसोलेटहरु, रोगको खेतमा जैविक नियन्त्रण र स्कलेरोसीया प्यारासाइटेजेसन अध्ययन गर्न प्रयोग गरिएको थियो । साथै ट्राइकोडर्माको खडेरी, पुरान विउँमा हुने असरहरु अध्ययन गरिएको थियो । त्यसै गरि विभिन्न सात वाली अवशेषहरुमा ट्राइकोडर्माको ६ महीना सम्म जीवीत रहने वा नरहने क्षमता पनि अध्ययन गरिएको थियो । त्यसैगरी ट्राइकोडर्माको मास कल्चर गर्न ७ वटा वाली अवशेषहरु प्रयोग गरेर अध्ययन गरियो । यसरी स्कलेरोसीयम रोल्फसाईको ट्राइकोडर्माद्वारा जैविक नियन्त्रण र ट्राइकोडर्माको विभिन्न क्षमता सम्बन्धि गरिएको अध्ययनमा, १०४ आइसोलेट मध्य भक्तपुरवाट ल्याइएको ट्राइकोडर्मा रोगको जीवाणु विरुद्ध वढी प्रभावकारी रहेको पाइएको थियो । डुअलकल्चरमा राम्रो जैविक नियन्त्रण देखाउन सफल सबै ट्राइकोडर्मा आइसोलेटहरु स्कलेरोसीयम रोल्फसाईलाई नियन्त्रण गर्न सक्ने र स्कलेरोसीया पनि प्यारासाइड गर्न सक्ने क्षमता भएको पाइयो । त्यसै गरी स्ट्रसहरु अवस्थामा ट्राइकोडर्माको असर सम्बन्धि अध्ययनमा ट्राइकोडर्माले त्यस्तो स्ट्रसहरु घटाउने र वालीको वेर्नाको वृद्धि गराउने देखाएको छ । ट्राइकोडर्माको कोनिडीया धानको परालमा ६ महिनापछि पनि उच्च रहेको पाईएको थियो । त्यस्तै धानको ढुटो र भुसको मिश्रणमा ट्राइकोडर्माको वृद्धि राम्रो रहेको र तुरुन्त चाहिएको अवस्थामा खेतमा प्रयोग गर्न सकिने अध्ययनले देखाएको छ भने मकैको ढोड र उँखुको वगास, कोदो र जुनेलोको विउँमा वृद्धि हुने तर धेरै कोनिडीया हुने भएकाले केहि समय भण्डारण गर्न मिल्ने र त्यस पश्चात प्रयोग गर्न मिल्ने देखिएको छ । विभिन्न वालीवाट निकालीएका स्कलेरोसीयम रोल्फसाइका सम्पूर्ण आइसोलेटहरु, सबै जसो वालीमा घातक पाइएको थियो ।

Nutrient Use Efficiency of Maize (*Zea mays* L.) -Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cropping System in Mid-Hill of Nepal

Nabin Rawal (SSC-01P-2018), PhD 2022

Department of Soil Science and Agriculture Engineering

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Keshab Raj Pande, PhD)

Nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) are the major nutrient elements that frequently become limiting factors in field crops. A poor nutrient management technique results imbalance in soil nutrient status, creating a long-term negative impact on crop production. Despite very high phosphorus content in soil, the response on addition of phosphorus has been observed. A study on P mineralization was carried out under laboratory conditions in order to obtain clear information in this field. Three times replicated soil incubation experiment was carried out using a 3×4 factorial Completely Randomized Design to determine the effect of P levels (0, 25, 50 and 75 kg P₂O₅ ha⁻¹) and soil textures (silty clay loam, loam and sandy loam) on P and K mineralization in different incubation duration (1, 30, 60, 90 and 120 days) at National Soil Science Research Centre, Nepal Agricultural Research Council, Nepal during 2020/21. P and K mineralization patterns differed by soil types and P levels. P content fluctuated comparatively more in silty clay loam soil than in loam and sandy loam soil. In 120 days of incubation, P mineralization was 95.6, 112.2, and 116.6 mg kg⁻¹ with the application of 25, 50, and 75 kg P₂O₅ ha⁻¹, respectively. The mineralization with the application of 75 kg P₂O₅ ha⁻¹ was 45.9% higher than the control (79.9 mg kg⁻¹). Olsen-P and available K mineralization-immobilization turnover showed four phases: a sharp decline up to 30 days, a gradual rise up to 60 days, strong mineralization up to 90 days, and finally a slowdown from 90 to 120 days. On average, the pH of the soil decreased from 6.62 to 5.43 within 120 days of incubation. A series of field experiments were also conducted to determine the effect of different levels of N, P, and K on residual soil chemical properties, nutrient uptake at various growth stages, nutrient use efficiency (NUE) indices, crop production, and soil nutrient balance in hybrid maize and wheat, under a maize-wheat cropping system in Khumaltar, Lalitpur, during 2019/20 and 2020/21. A three-factorial randomized complete block design with 27 treatment combinations and three replications was employed. Three factors were three levels of N (150, 180, 210 N kg ha⁻¹ in maize and 100, 125, 150 N kg ha⁻¹ in wheat), three levels of P (40, 60, 80 kg P₂O₅ ha⁻¹ in maize and 25, 50, and 75 kg P₂O₅ ha⁻¹ in wheat) and three levels of K (40, 60, 80 kg K₂O ha⁻¹ in maize and 25, 50, and 75 kg K₂O ha⁻¹ in wheat). Increasing N and K levels significantly ($p < 0.05$) increased total dry matter (TDM), grain yield, nutrient content, and uptake in grain and straw of hybrid maize and wheat. An application of higher rates of N (210 kg ha⁻¹) and K₂O (80 kg ha⁻¹) produced significantly higher grain yields of 10.95 Mg ha⁻¹ and 10.54 Mg ha⁻¹, respectively, of hybrid maize and significantly higher wheat grain yields of 6.3 Mg ha⁻¹ with the application of N @ 125 kg ha⁻¹

and K_2O @ 50 kg ha^{-1} . The mean content of N, P, and K was $15.8, 4.2,$ and 3.2 g kg^{-1} , respectively in maize grain; $15.5, 3.6,$ and 5.8 g kg^{-1} , respectively, in wheat grain and $6.74, 1.8,$ and 8.7 g kg^{-1} , respectively in maize stover; $5.4, 0.9,$ and 10.9 g kg^{-1} , respectively in the wheat straw at maturity. Similarly, N and P were accumulated mostly in grain ($68.4\text{--}83.4\%$ in maize and $65.5\text{--}72.7\%$ in wheat), whereas K was observed more in the stover of maize (70.5%) and straw of wheat (74.5%). Partial factor productivity, partial nutrient balance, internal efficiency, physiological efficiency, recovery efficiency, and agronomic efficiency of NPK for hybrid maize and wheat were mostly influenced by nutrient levels. NUE was high at low rates of their respective nutrients. Higher P and K fertilizer rates increased N efficiencies, and the same was valid for P and K efficiencies. There was a remarkable change in soil pH, soil organic carbon (SOC), total N, available P, and K content of soil over a period of time with the application of different doses of NPK. Soil pH changed from 5.98 to 5.53 , SOC increased from 11.7 to 16.8 g kg^{-1} , total N decreased from 1264 to 1177 mg kg^{-1} , available P_2O_5 declined from 214 to 63.6 mg kg^{-1} , and available K_2O decreased from 71.7 to 24.8 mg kg^{-1} with varying rates of NPK after four cropping seasons. Furthermore, partial, apparent, and net N, P, and K balances were predominantly negative in all the fertilizer treatments; however, the magnitude was lower under higher nutrient rates. There was a positive partial N balance with higher N levels. Crops were more responsive to N and K fertilizer application, but the efficiency of N and K fertilizer application was decreased when P was applied at a lower rate. Quantification of NUE under varied levels of NPK in mid hill condition is the novelty of the research. Nutrient content in grain and stover/straw obtained from the study can be used as a reference for estimating nutrient removal from the soil with the use of the yield-based technique in other experiments related to maize and wheat. The depletion of native P and K pools even at higher application rates was attributed to higher crop removal over time as compared to inputs, and hence continuous application of balanced fertilizers is crucial in maintaining soil fertility and crop productivity.

नाइट्रोजन, फस्फोरस र पोटसियम बाली उत्पादनका लागि अत्यावश्यक प्रमुख पोषक तत्वहरू हुन्, जसको अभाव प्रायः खेतबारीमा उत्पादन सीमित गर्ने प्रमुख कारण बन्छ। पोषक तत्व व्यवस्थापनको कमजोर अभ्यासले माटोमा पोषक तत्वहरूको असन्तुलन सिर्जना गरी दीर्घकालीन रूपमा बाली उत्पादनमा नकारात्मक प्रभाव पार्छ। माटोमा फस्फोरसको मात्रा उच्च भए तापनि थप फस्फोरस मल प्रयोग गर्दा बालीले सकारात्मक प्रतिक्रिया देखाउने गरेको पाइन्छ। यस अवस्थाको स्पष्ट जानकारी प्राप्त गर्न फस्फोरस खनिजीकरण सम्बन्धी अध्ययन प्रयोगशाला अवस्थामार्फत सञ्चालन गरिएको थियो। नेपाल कृषि अनुसन्धान परिषद् अन्तर्गत राष्ट्रिय माटो विज्ञान अनुसन्धान केन्द्रमा सन् २०२०/२१ मा तीन रेप्लिकेसन सहित 3×4 गुणात्मक आ. सि. वि. सि. प्रयोग गरी माटो इन्क्युबेसन परीक्षण सञ्चालन गरियो। यस अध्ययनमा चार तहका फस्फोरस ($0, 25, 50$ र 75 के.जी. प्रति हेक्टर) तथा तीन प्रकारका माटो बनावट (सिल्टी क्ले लोम, लोम र स्यान्डी लोम) को प्रभाव विभिन्न इन्क्युबेसन अवधिहरू ($9, 30, 60, 90$ र 920 दिन) मा फस्फोरस तथा पोटसियम खनिजीकरणमा कस्तो पछि भन्ने मूल्याङ्कन गरिएको थियो। अध्ययनले

फस्फोरस र पोटासियम खनिजीकरणको ढाँचा माटोको प्रकार तथा फस्फोरसको मात्रा अनुसार फरक हुने देखायो । फस्फोरसको मात्रा सिल्टी बले लोम माटोमा लोम तथा स्यान्डी लोमको तुलनामा बढी उतारचढाव भएको पाइयो । १२० दिनको इन्क्यूबेसनपछि क्रमशः २५, ५० र ७५ के.जी. फस्फोरस प्रति हेक्टर प्रयोग गर्दा उपलब्ध फस्फोरसको मात्रा ९५.६, ११२.२ र ११६.६ मि.ग्रा. प्रति के.जी. पुगेको थियो । ७५ के.जी. फस्फोरस प्रति हेक्टरको प्रयोगबाट प्राप्त खनिजीकरण नियन्त्रण उपचार (७९.९ मि.ग्रा. प्रति के.जी.) भन्दा ४५.९ प्रतिशत बढी थियो । ओल्सेन-ए तथा उपलब्ध पोटासियमको खनिजीकरण-स्थिरीकरण चक्र चार चरणमा विभाजित देखियो— पहिलो ३० दिनसम्म तीव्र गिरावट, ३० देखि ६० दिनसम्म क्रमिक वृद्धि, ६० देखि ९० दिनसम्म तीव्र खनिजीकरण, र ९० देखि १२० दिनसम्म पुनः खनिजीकरणको दर सुस्त हुनु । औसत रूपमा माटोको पिएच १२० दिनको अवधिमा ६.६२ बाट घटेर ५.४३ पुगेको थियो । यस्ता खनिजीकरण अध्ययनहरूले माटोमा उपलब्ध पोषक तत्वको मात्रा अनुमान गर्न तथा बालीको पोषक तत्व आवश्यकतासँग त्यसलाई समन्वय गर्न महत्वपूर्ण योगदान पुऱ्याउन सक्छन् । यसका अतिरिक्त, सन् २०१९/२० र २०२०/२१ मा ललितपुरको खुमलटारस्थित अनुसन्धान फार्ममा मकै-गहुँ बाली प्रणाली अन्तर्गत विभिन्न नाइट्रोजन, फस्फोरस र पोटासियम मल मात्राहरूले अवशिष्ट माटोका रासायनिक गुणहरू, विभिन्न वृद्धि अवस्थाहरूमा पोषक तत्त्व अवशोषण, पोषक तत्त्व उपयोग दक्षता, बाली उत्पादन तथा माटोको पोषक सन्तुलनमा पार्ने प्रभाव अध्ययन गर्न श्रृंखलाबद्ध क्षेत्रीय परीक्षणहरू सञ्चालन गरिए । तीन रेप्लिकेसन सहित २७ उपचार संयोजन प्रयोग गरिएको थियो । परीक्षणमा मकैका लागि नाइट्रोजनका १५०, १८० र २१० के.जी. प्रति हेक्टर तथा गहुँका लागि १००, १२५ र १५० के.जी. प्रति हेक्टर; फस्फोरसका मकैमा ४०, ६० र ८० के.जी. प्रति हेक्टर तथा गहुँमा २५, ५० र ७५ के.जी. प्रति हेक्टर; र पोटासियमका मकैमा ४०, ६० र ८० के.जी. प्रति हेक्टर तथा गहुँमा २५, ५० र ७५ के.जी. प्रति हेक्टरका दरहरू प्रयोग गरिएका थिए । नाइट्रोजन र पोटासियमको मात्रा बढाउँदा मकै र गहुँ दुवैमा कुल सुख्खा पदार्थ उत्पादन, दाना उत्पादन, पोषक तत्त्वको मात्रा तथा दाना र पराल/डाँठमा पोषक तत्त्वको अवशोषणमा उल्लेखनीय वृद्धि भएको पाइयो । मकैमा २१० के.जी. नाइट्रोजन प्रति हेक्टर तथा ८० के.जी. पोटासियम प्रति हेक्टर प्रयोग गर्दा क्रमशः १०.९५ र १०.५४ मे.टन प्रति हेक्टर दाना उत्पादन प्राप्त भयो । गहुँमा भने १२५ के.जी. नाइट्रोजन प्रति हेक्टर र ५० के.जी. पोटासियम प्रति हेक्टर प्रयोग गर्दा ६.३ मे.टन प्रति हेक्टरको उच्चतम दाना उत्पादन प्राप्त भयो । परिपक्व अवस्थामा मकैको दानामा नाइट्रोजन, फस्फोरस र पोटासियमको औसत मात्रा क्रमशः १५.८, ४.२ र ३.२ ग्राम प्रति के.जी. तथा गहुँको दानामा १५.५, ३.६ र ५.८ ग्राम प्रति के.जी. रहेको थियो। मकैको डाँठमा क्रमशः ६.७४, १.८ र ८.७ ग्राम प्रति के.जी. तथा गहुँको परालमा ५.४, ०.९ र १०.९ ग्राम प्रति के.जी. नाइट्रोजन, फस्फोरस र पोटासियम पाइयो। नाइट्रोजन र फस्फोरस मुख्यतः दानामा सञ्चित भएको (मकैमा ६८.४-८३.४% र गहुँमा ६५.५-७२.७%) देखियो भने पोटासियमको अधिकांश भाग मकैको डाँठ (७०.५%) तथा गहुँको पराल (७४.५%) मा सञ्चित भएको पाइयो । पोषक तत्व उपयोग दक्षताका विभिन्न सूचकहरू प्रयोग गरिएका पोषक तत्वका स्तरबाट प्रभावित भएका थिए । सामान्यतया कम मात्रामा मल प्रयोग गर्दा पोषक तत्व उपयोग उच्च देखियो । फस्फोरस र पोटासियमको उच्च मात्रा प्रयोग गर्दा नाइट्रोजन उपयोग दक्षता बढेको पाइयो, र यही प्रवृत्ति फस्फोरस तथा पोटासियम उपयोग दक्षतामा पनि देखियो । विभिन्न NPK दरहरूको प्रयोगले समयक्रममा माटोको पिएच, माटोको जैविक कार्बन, कुल नाइट्रोजन, उपलब्ध फस्फोरस तथा पोटासियममा उल्लेखनीय परिवर्तन ल्यायो । चार बाली मौसमपछि माटोको पिएच ५.९८ बाट ५.५३ मा झऱ्यो, माटोको जैविक कार्बन ११.७ बाट बढेर १६.८ ग्राम प्रति के.जी. पुग्यो, कुल नाइट्रोजन १२६४ बाट ११७७ मि.ग्रा. प्रति के.जी. मा घट्यो, उपलब्ध फस्फोरस २१४ बाट ६३.६ मि.ग्रा. प्रति के.जी. मा झऱ्यो र उपलब्ध पोटासियम ७१.७ बाट २४.८ मि.ग्रा. प्रति के.जी. मा घट्यो । आंशिक, प्रत्यक्ष तथा शुद्ध नाइट्रोजन, फस्फोरस र पोटासियम सन्तुलन

अधिकांश उपचारहरूमा ऋणात्मक देखिए, यद्यपि उच्च मल मात्रामा यो कमीको परिमाण कम थियो । उच्च नाइट्रोजन स्तरमा भने आंशिक नाइट्रोजन सन्तुलन सकारात्मक रहेको पाइयो । बालीहरूले विशेषगरी नाइट्रोजन र पोट्यासियम मलप्रति बढी प्रतिक्रिया देखाए, तर फस्फोरस कम मात्रामा प्रयोग गर्दा नाइट्रोजन र पोट्यासियमको उपयोग दक्षता घटेको देखियो । यस अध्ययनबाट प्राप्त दाना तथा डाँठ/परालमा रहेको पोषक तत्वको मात्रा भविष्यमा मकै तथा गहुँसम्बन्धी अन्य अनुसन्धानहरूमा उत्पादन-आधारित विधिबाट माटोबाट हट्ने पोषक तत्वको अनुमान गर्न सन्दर्भ सामग्रीका रूपमा प्रयोग गर्न सकिन्छ । उच्च मात्रामा मल प्रयोग गरिए तापनि माटोमा रहेको प्राकृतिक फस्फोरस तथा पोट्यासियमको भण्डार क्रमशः घट्दै गएको पाइयो, जसको मुख्य कारण मलमार्फत थपिएको मात्राभन्दा बालीले माटोबाट हटाएको मात्रा बढी हुनु हो । त्यसैले दीर्घकालीन रूपमा माटोको उर्वराशक्ति कायम राख्न तथा स्थिर बाली उत्पादन सुनिश्चित गर्न सन्तुलित मल व्यवस्थापनको निरन्तर अभ्यास अत्यन्त आवश्यक रहेको निष्कर्ष निकालिएको छ ।

Human -Wildlife Conflict in Buffer Zone Area of Chitwan National Park in Centre Terai Region of Nepal

Sunita Ghimire (RUS-04P-2015), PhD 2022

Department of Rural Sociology and Development Studies

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Durga Devkota, PhD)

Human-wildlife conflict (HWC) is a major issue for policymakers and conservationists due to economic loss to the communities living in the vicinity of the park, affecting their livelihoods and well-being. This study aims to explore the dynamics of HWC, explore the methods and techniques adopted by local people to reduce the conflict, assess the effectiveness of present conflict mitigation initiatives, and recommend effective solutions to reduce the conflict around the Chitwan National Park (CNP). Household surveys, key informant interviews, focus groups, field observations, and other secondary sources were used to collect the data. A total of 434 households (35 from Amltari, 72 from Kasara, 293 from Madi, and 35 from the Sauraha sector) living in the vicinity of the park from the ten forest user groups around the CNP and buffer zone (BZ) were randomly sampled and interviewed with the use of semi-structured questionnaires in the year 2020. Thirty key informants were interviewed, and five focus group discussions were done during the study. The data were analyzed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS), Geographical Information System (GIS), MS-Excel, Chi-square test, and ANOVA. The majority of the respondents felt the necessity of conserving the forest and CNP. More than half of the respondents benefited from the park in a multitude of ways. However, the extraction of all the forest resources, i.e., timber, firewood, fodder, and non-timber forest products (NTFP) was significantly decreased in recent years. Wildlife incidence was very common but significantly varied across the different sectors of CNP. In the last 20 years, more than four thousand incidents of human and economic damage from 12 wildlife species were reported to the BZ users' committee and CNP authority, and a total of NRs. 61 million was paid as a relief to the victim's family. Findings revealed that around 90% reported damage to cereal crops (excluding the bird damage) with the annual loss of 260 kg of grains per household, worth 6318 at prevailing market rates. Potato and vegetables were damaged by the wildlife with an average damage proportion of 37.50 and 47.07%, respectively. The severity of wildlife-induced damage to crops was significantly higher near the borders of CNP and BZ. About 59% of households had lost at least a livestock species and poultry last year, and that varied well across the sectors. Poultry/duck and goat were highly preyed by wild animals, and leopard/tiger and fox were the major wild animals that caused these losses. Respondents reported that most of the wild animals caused damage mostly at night and early morning, and mostly during the rainy and summer seasons. The intensity of appearance of the wild animals significantly differs. To avoid crop damage and livestock loss, 12 different techniques were used regularly. A

total of 425 (97.93%) reported that they used at least one technique. Among all these techniques, crop guarding, shouting, natural fences, guarding by dogs, and throwing stones were the most effective and safest techniques, but the use of a single technique was found to be ineffective. Only 22.81% of the respondents felt that the local measures were sustainable in the future. The majority of the respondents did not alter their crops and varieties, as they all felt all the crops were damaged by wildlife. Rather, 45.62% left their fields fallow due to wildlife problems, though their primary occupation is agriculture. The respondents agreed that the BZ provides facilities like NTFP collection, timber extraction, construction and maintenance of community infrastructure, enhancing environmental services, providing vocational training, providing annual treatment expenditure, etc. Almost all respondents had fences in their locality, which significantly reduced the wildlife incidence. About 55% of respondents reported that an electric fence is effective for HWC management. Around one-third of the respondents had not applied for the compensation because they thought there was a prolonged and difficult procedure to make claims, followed by a lack of knowledge on the damage type, wildlife, and compensation. On average majority of respondents (59.45%) were aware of crop and livestock insurance, but the adoption rate was very low. More than 97% of respondents reported that there is a practice of capturing, handling, and managing problematic wild animals. The plantation of trees and stall feeding reduced the carnivores' attacks. There is a need for site-specific management techniques to minimize crop damage and livestock loss in the CNP vicinity and adjoining protected areas. Electric fencing is a reliable approach to preventing conflicts between people and wildlife, but its effectiveness depends on its design and layout. Thus, concrete wall fencing up to a certain height with mesh wire between the national park and community land must be developed. There should be the provision of conservation education to communities to practice sustainable agriculture and income-generating programs that are conservation-friendly.

निकुञ्जको नजिकको इलाकामा बसोबास गर्ने समुदायहरूको आर्थिक क्षतिको कारण नीति निर्माता तथा संरक्षणविद्हरूका लागि मानव-वन्यजन्तु द्वन्द्व एउटा प्रमुख मुद्दा बनेको छ। यसले उनीहरूको जीविका निर्वाह र हितलाई असर गरेको छ। चितवन राष्ट्रिय निकुञ्ज र यसको बफर जोन वरपरका बसोबास गर्दै आएका दश वन प्रयोगकर्ता समूहबाट कुल ४३४ घरपरिवार (अमलटारीबाट ३५, कसराबाट ७२, माडीबाट २९३ र सौराहा क्षेत्रबाट ३५ जना) लाई २०७७ सालमा अर्धसंरचित प्रश्नपत्रको प्रयोग गरी अन्तर्वार्ता लिइएको थियो। अध्ययनको दौडान तीस जना मुख्य जानकारी दिनेहरूको अन्तरवार्ता लिइएको थियो र पाँचवटा समूहगत पनि छलफल गरियो। सामाजिक विज्ञानका विभिन्न तथ्याङ्कीय विधि प्रयोग गरी तथ्याङ्क विश्लेषण गरियो। जवाफ दिनेहरूमध्ये अधिकांशले वन र चितवन राष्ट्रिय निकुञ्ज संरक्षणको आवश्यकता महसुस गरे। जवाफ दिनेहरू मध्ये आधाभन्दा बढीले यस निकुञ्ज र बफर जोनबाट थुप्रै प्रकारका लाभहरू पाएका छन्। तथापि, वनका सबै स्रोतहरू जस्तै: घाँस, काठ, दाउरा र गैर-काठका वनजन्य पदार्थहरू हालैका वर्षहरूमा निकै कम मात्रामा विकास भएको छ। वन्यजन्तुबाट हुने घटना एकदमै सामान्य तर चितवन राष्ट्रिय निकुञ्जका विभिन्न क्षेत्रमा भने निकै फरक-फरक मात्रामा थियो। विगत २० वर्षमा १२ वटा विभिन्न

वन्यजन्तुहरु बाट मानवीय तथा गैर मानवीय चार हजार भन्दाबढी नोकसानका घटनाहरु बफर जोन प्रयोगकर्ता समिति र चितवन राष्ट्रिय निकुञ्जको कार्यलयलाई दर्ता भएको र पीडित परिवारहरुलाई राहत स्वरुप कुल ६१ लाख रुपैयाँ भुक्तानी गरिएको थियो । लगभग ९०% ले अन्नवालीमा (चराको क्षतिवाहेक) प्रति घर २६० किलोग्राम अन्नको क्षति भएको बताए र प्रचलित बजार दरमा वार्षिक क्षति प्रति घर रु. ६,३१८ भएको पाईयो । आलु र तरकारीमा क्रमशः ३७.५० र ४७.०७% को औसत क्षति वन्यजन्तुले पुर्याएका थिए । चितवन राष्ट्रिय निकुञ्ज र बफर जोनको सिमाना नजिकै वन्यजन्तुले बालीमा निकै बढी क्षति भएको उत्तरदाताले बताए । गत वर्ष लगभग ५९% परिवारहरुले कम्तीमा एक वटा गाईवस्तु वा कुखुरा गुमाएका थिए र यो क्षति क्षेत्र अनुसार फरक-फरक थियो । कुखुरारहाँस र बाखालाई चितुवारबाघ र स्यालले अत्यन्तै क्षति गरेको पाईयो । उत्तरदाताहरुको रिपोर्ट अनुसार प्रायःजसो जंगली जनावरहरुले राती र बिहान सबेरै अनि प्रायजसो वर्षा र गर्मीयाममा क्षति पुऱ्याउँछन् । बालीको तथा गाईवस्तुहरुको क्षति हुन नदिन १२ वटा विभिन्न प्रविधिहरु नियमित उत्तरदाताहरुले प्रयोग ल्याएको पाईयो । करिब ९८% तिनीहरुले कम्तीमा पनि एउटा प्रविधि प्रयोग गरेको रिपोर्ट भयो । यी सबै प्रविधिमध्यै बाली कुर्नु, कराउनु, प्राकृतिक बारको प्रयोग गर्नु, कुकुरले सुरक्षा दिनु र हुंगाले हानेर लखेट्नु प्रभावकारी देखिए तर एउटा मात्रै प्रविधिको प्रयोग धेरै प्रभावकारी नहुने पनि उत्तरदाताहरुले बताए । जवाफ दिनेहरुमध्ये २२.८१% ले मात्र भविष्यमा यस्ता स्थानीय उपायहरु प्रयोगमा आउने महसुस गरे । जवाफ दिनेहरुमध्ये अधिकांशले वन्यजन्तुहरुले क्षति पुर्याए पनि सबै बाली र बाली विविधतामा कुनै परिवर्तन नगरेको बताए । बरु, ४५.६२% ले आफ्नो मुख्य पेशा कृषि भए तापनि वन्यजन्तुको समस्याले गर्दा आफ्नो खेतबारी बाँझो राखेको बताए । बफर जोनले गैर-काठका वनजन्य पदार्थहरु संकलन, काठ निकासी, सामुदायिक पूर्वाधारहरुको निर्माण तथा मर्मत सम्भार, वातावरणीय सेवामा बढवा हुने, व्यावसायिक तालिम प्रदान गर्ने, वार्षिक उपचार खर्च लगायतका सुविधा उपलब्ध गराउने गरेकोमा उत्तरदाताहरु सहमत भए । उत्तरदाताहरु प्रायः सबैको आफ्नो इलाकामा बारहरु रहेको जसले गर्दा वन्यजन्तुको घटना निकै कम भएको बताए । जवाफ दिनेहरुमध्ये ५५% ले विघुतीय बार प्रभावकारी भएको रिपोर्ट गरे । उनीहरुले क्षतिको प्रकार, वन्यजन्तु र क्षतिपूर्ति सम्बन्धी ज्ञानको अभाव, क्षतिपूर्ति दाबी गर्न लामो समय लाग्ने र कठिन प्रक्रिया भएको महशुस गरेको कारण उत्तरदातामध्ये करिब एक तिहाइले क्षतिपूर्तिका लागि निवेदन नदिएको बताए । जवाफ दिनेहरुमध्ये अधिकांशलाई बाली र गाईवस्तु क्षतिकमे बिमाबारे थाह भएपनि बिमा गर्ने दर भने एकदमै कम रहेको पाईयो । जवाफ दिनेहरुमध्ये ९७% भन्दा बढीले समस्याग्रस्त जंगली जनावरहरु लाई कब्जा गर्ने, त्यसलाई सम्हाल्ने र व्यवस्थापन गर्ने चलन छ, भनी रिपोर्ट गरे । रूख रोप्ने र गाईवस्तुहरु घरमा नै बाँधि घाँसपात खुवाउने गर्नाले मांसाहारी वन्यजन्तुहरुको आक्रमणलाई कम भयो । निकुञ्ज र आसपासका संरक्षित क्षेत्रहरुमा बाली क्षति र पशुधनको क्षति कम गर्न क्षेत्र विशिष्ट व्यवस्थापन प्रविधिको आवश्यकता महसुस भयो । मानव-वन्यजन्तु द्वन्द्व कम गर्न विघुतीय बार एउटा बलियो विकल्प हो तर विघुतीय बारको प्रभावकारिता यसको डिजाइन र निर्माण भर पर्छ । तसर्थ, राष्ट्रिय निकुञ्ज र सामुदायिक जमिनको बीचमा एक उचाइसम्म काँक्रेट पर्खाल बानाउने र त्यसमाथि जालीको तार भएको बार बनाउनु पर्छ । र साथै समुदायलाई दिगो कृषि र आय आर्जनका कार्यक्रमहरु सहित संरक्षण शिक्षाको व्यवस्था गराउनु पर्छ ।

Effect of Seasons and Fodder Tree Leaves to the Mineral Content in Serum and Goat Production in the Middle Hill of Nepal

Luma Nidhi Pandey Laudary (ANU-01P-2014), PhD 2023

Department of Animal Nutrition and Fodder Production

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Naba Raj Devkota, PhD)

Goats (*Capra hircus*) are a popular livestock commodity in rural livelihoods of Nepal, particularly in the middle hills. Goat production is not being as expected due to several reasons, including poor feeding and nutritional management. A series of research works were done at the National Goat Research Program (NGRP), Bandipur, Nepal, including situation analysis and feeding practices of goats in the communities. Common fodder trees were identified, and their proximate constituents and minerals (Ca, iP, Mg, Cu, Zn, Se, and Mn) content were analyzed. Besides, an experiment was done to determine the effect of common fodder tree leaves on blood serum content of major minerals by using a 2×3×3 (season- i.e., summer and winter; breed-Khari, Boer, and Crossbred; and diet-selected seasonal fodder tree leaves (FTL) only, the FTL plus 150 g maize grain, and the FTL plus 150 g. mineral mixed compound feed) factorial combination of treatments in an RCBD, with 4 replications (n=36). *Ficus cunia*, *Bauhinia longifolia*, and *Ficus hispida* were the topmost popular fodder tree species for the summer, as the *Litsea polyantha*, *Drepanostachyum khasianum*, and *Leucaena leucacephala* for the winter season. A moderate level of CP (10-20 %), Ca (1-2%), and a lower level (<0.5%) of iP was found in most of these species whereas the fibre content was higher (57 % NDF and >46.6% ADF) for both the seasons. The iP and Se were always below the critical level of requirements (<0.25 and <0.20) while Cu and Zn were below the level only in winter. Diets and seasons had a significant effect (p<0.001) on most of the minerals, although diet could not meet the reference range of Se and Cu (62-158, ug/l and 0.8- 1.5, mg/l). However, the diet of compound feed with mineral mixture had significantly influenced (p<0.001) kid weight at birth and BCS of does and signalled for reducing the kidding interval (269.5 vs. 257.4). Hence, these findings revealed that blood serum status of major minerals varied seasonally with the pronounced deficit during winter. Thus, supplementation of a major minerals' mixture, especially during winter and Se throughout the year, in the diet of goats can be suggested in the middle hills of Nepal to improve productivity and reproductive efficiency.

नेपालको मध्य पहाडी क्षेत्रमा पशुपालन विशेषगरी बाखापालन व्यवसायलाई जनजिविकाको मुख्य आधार मानिन्छ, तर कमजोर आहार व्यवस्थापन लगाएत विभिन्न कारणहरूले उत्पादकत्व कम हुन गई यो व्यवसायबाट अपेक्षाकृत लाभ लिन सकिरहेको अवस्था भने छैन । मध्य पहाडी क्षेत्रमा डाले घाँसलाई बाखाको मुख्य आहारको रूपमा हेरिन्छ । यसमा रहेको पौष्टिकता र यसले बाखा उत्पादनमा पार्ने प्रभाव हेर्नको लागि तनहुँ जिल्लाको बरादी र घिरिङका बाखा

पालक कृषकहरूले अपनाएको आहारा व्यवस्थापन समेत समेटिएको एक अध्ययन राष्ट्रिय बाखा अनुसन्धान कार्यक्रम बन्दिपुरमा गरियो । उक्त अध्ययनबाट बाखालाई हिउँद र वर्षामा खुवाईने मुख्य मुख्य डाले घाँसहरूको पहिचान गरियो, जसमा हिउँदको मुख्य घाँसहरू क्रमशः कुटमिरो, निगालो, साल, साज र आँप, थिए भने वर्षायामका मुख्य घाँसहरू क्रमशः खनायो, टाँकी, पाखुरि, कटुस र निमारो थिए । घाँसहरूमा रहेको शुक्का पदार्थ, कच्चा प्रोटीन, रेशादार पदार्थ, खनिज पदार्थहरू (क्याल्सियम, फस्फोरस, म्यागनेसियम, कपर, सेलेनियम, जिङ्ग, म्याङ्गानिज) को मात्रा प्रयोशालामा हेर्दा धेरै घाँसहरूमा कच्चा प्रोटीन मध्यम स्तरको (१०-२०%), क्याल्सिएम १-२% र रेशादार पदार्थको मात्रा उच्च पाईयो । अध्ययन गरिएका खनिज तत्वहरूमा सेलेनियम र फस्फोरस हिउँद-वर्षा दुवै सिजनका घाँसमा बाखाको आवश्यकता भन्दा कमि पाईयो । हिउँदको घाँस हरूमा कपर र जिङ्गको पनि कमि पाईयो । यिनै मौसम अनुसारको घाँसहरूले बाखा उत्पादनमा पार्ने प्रभाव हेर्नको लागि दुवै मौसममा तिन जातको बाखा (खरी, बोर, र यसका बर्णशंकर) प्रयोग गरी तिन प्रकारको आहारा (मौसमी घाँसमात्र, मौसमी घाँसमा थप १५० ग्राम मकै, र मौसमी घाँसमा थप १५० ग्राम खनिज पदार्थ मिसाएको यौगिक दाना) खुवाएर एक विशिष्ट किसिमको परीक्षण गरियो । यस परीक्षणमा बाखाको रगतमा रहेको सिरमबाट माथि उल्लेखित सबै खनिज तत्वहरूको मात्रा दुवै मौसममा हेरिएको थियो, परीक्षणको नतिजाले दुवै सिजनका बाखामा सेलिनियको कमि देखियो, हिउँदमा कपरको पनि कमि देखियो । यसैगरी अन्य खनिज तत्वहरूमा मिश्रित असर देखियो । बाखामा खनिजको पुर्ति गर्न र उत्पादन क्षमता बढाउनको लागि मकैको दाना, र खनिज तत्वहरूको मिश्रण भएको दानालाई पुरक रूपमा उपलब्ध गराउँदा अपेक्षाकृत सुधार नभएपनि केहीमा भने खनिज तत्वहरूको मात्रा बढेको पाईयो । तर, खनिज मिश्रित पुरक दानाले पाठा पाठिको जन्म तौल र माउको शारीरिक अवस्थामा भने उल्लेख्य सुधार गरेको देखियो । यि पुरक हरूले जन्मान्तर र माउ ब्याए पछि बोका खोज्ने समय पनि छोट्याउन सकिने संकेत पनि देखायो । यस अध्ययनको नतिजालाई समग्रमा हेर्दा डाले घाँसमा आधारित बाखाहरूलाई आवश्यकत खनिज तत्वको उपलब्धतामा मौसमको प्रभाव पारेको देखिन्छ । जसलाई संबोधन गर्न मौसम अनुसार कमि रहेको खनिज तत्वहरू उचित तवरले पुरकको रूपमा दिन उपयुक्त हुन्छ ।

Investigation on the Ecofriendly Management of Spot Blotch (*Bipolaris sorokiniana* Sacc.) Disease of Wheat

Roshan Basnet (PLP-01P-2015), PhD 2023

Department of Plant Pathology

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Sundar Man Shrestha, PhD)

Wheat spot blotch disease caused by *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker has emerged as an important fungal disease in warmer global wheat production systems. In Nepal, also, spot blotch is the major fungal disease in the warmer wheat-growing regions. Common wheat varieties like RR 21, Nepal 297, and BL 1135, thus released from the national system, are lacking adequate combined resistance to spot blotch and terminal heat stress. Chemical management is costly as well as detrimental to human health and the environment. Thus, experiments were conducted at two hot spot locations (Bharahawa and Parawanipur) for two consecutive years (2016-17 and 2017-18) to investigate the eco-friendly management options for the management of spot blotch disease. The experiments included (i) evaluation of commonly available botanicals against spot blotch disease under artificially inoculated conditions, and (ii) evaluation of wheat genotypes under natural epiphytotic conditions. The first experiment had eight treatments viz; Ashok (*Polyalthia longifolia*), Babool (*Acacia nilotica*), Eucalyptus (*Eucalyptus obliqua*), Neem (*Azadirachta indica*), Jamun (*Syzygium cumini*), and Mehandi (*Lawsonia inermis*) as aqueous botanical extracts, and Tilt (propiconazole) as standard fungicidal check and control (water application), and was conducted in a randomized complete block design with three replications. Of the botanical extracts, Mehandi leaf extract was effective for the management of spot blotch disease at both locations in both years. For the crop year 2016-17, analysis of variance for treatment \times location interaction revealed a highly significant difference ($p < 0.01$) for AUDPC on flag leaf, total AUDPC, and mean AUDPC. Similarly, for the crop year 2017-18, analysis of variance for treatment \times location interaction was highly significant for spike length and AUDPC on the flag leaf. The effect of treatment \times year interaction at Bhairahawa was highly significant for total AUDPC and mean AUDPC. Similarly, the effect of treatment \times year interaction at Parwanipur conditions was non-significant for all tested traits except spike length. Analysis of variance for treatment \times location \times year interaction revealed a highly significant ($p < 0.01$) effect for total AUDPC and mean AUDPC. Among the botanicals, application of Mehandi extract had the lowest mean AUDPC value (347), and in control (water application) mean AUDPC value was highest (742) and was significant. The second experiment included a total of 52 wheat genotypes from the 8th Helminthosporium Leaf Blight (HLB) Screening Nursery obtained from CIMMYT, Mexico were screened in natural epiphytotic condition in Alpha Lattice design with two replications. Individual plot size was 4m².

Chirya-3 was used as resistant check while RR-21 and Nepal-297 were used as susceptible checks. For the year 2016, analysis of variance for genotype by location (G×L) interaction revealed highly significant difference ($p<0.01$) for days to heading, days to maturity, plant height, number of grains per spike, penultimate Flag leaf AUDPC, Total AUDPC, mean AUDPC, thousand grain weight and grain yield. Similarly, for the year 2017, genotype by location (G×L) interaction revealed highly significant difference ($p<0.01$) for days to heading, days to maturity, number of grains per spike, number of tillers per meter square, Total AUDPC, mean AUDPC and thousand grain weight. The effect of genotype × year interaction at Bhairahawa condition revealed non-significant for all the studied traits while, the effect of genotype by year (G×Y) interaction at Parwanipur condition revealed highly significant difference for number of grains per spike, Total AUDPC, mean AUDPC, thousand grain weight and grain yield. Analysis of variance for genotype × location × year interaction revealed highly significant ($p<0.01$) difference for Total AUDPC, mean AUDPC, thousand grain weight and grain yield. Lowest mean AUDPC value (320) was obtained by 8HLBSN47 followed by 8HLBSN48 (338) and highest mean AUDPC value (863) was obtained by 8HLBSN52 followed by 8HLBSN51 (805). Highest yield (4966 kg/ha) was obtained by 8HLBSN23 followed by 8HLBSN 24 (4951 kg/ha) and lowest grain yield (2222 kg/ha) was obtained by 8HLBSN52 followed by 8HLBSN51 (2335 kg/ha). Out of six botanical extracts, application of Mehandi leaf extract worked effectively for the management of spot blotch disease in both locations over consecutive years. So, Mehandi leaf extract as a botanical origin could be alternative of chemical fungicide for the management of spot blotch disease. Similarly, the resistant genotypes 8HLBSN47, 8HLBSN48, 8HLBSN27 and 8HLBSN9 could be used as a resistant donor parent in national breeding program for the development of spot blotch resistant varieties for spot blotch prone areas of Nepal.

गहुँको पात डहुवा रोग वाईपोलारिस सोरोकिनियना भन्ने दुसीले लाग्दछ । संसार भरी नै गहुँ उत्पादनहासको लागि महत्वपूर्ण यो दुसीको रहेको छ र नेपालको तातो वातावरण हुने क्षेत्र (तराई, भित्री मधेश) को मुख्य रोग हो । अधिक रोग लगाउने दुसीको चाप र गहुँको दुधे अवस्थामा लाग्ने तातो हावाको कारणले नेपालमा विकास गरिएका गहुँको जातहरुमा पनि लामो समय सम्म यो रोगसंघ अवरोधी हुन सकेका छैनन् । रासायनिक विषादीवाट यो रोगलाई नियन्त्रण गर्न सकिन्छ तर मानव स्वास्थ्य, वातावरणमा प्रतिकूल असर पर्नुका साथै अधिक आर्थिक भार पनि पर्दछ । त्यस कारण यो परीक्षण दुई वाली वर्ष (ई.सं. २०१६/२०१७ र २०१७/२०१८) मा दुई फरक फरक तराईका जिल्लामा (रुपन्देही, भैरहवा र बारा, परवानीपुर) वातावरण मैत्री रोग नियन्त्रण गर्न परीक्षण गरियो । यस परीक्षणको लागी स्थानिय ठाउँमा पाईने विभिन्न ६ वटा विरुवा (अशोका, बबुल, मसला, निम, जामुन र मेहन्दी) को पातहरु संकलन गरी त्यसको रस निकालियो र साथै रासायनिक विषादी (प्रोपिकोनाजोल) लाई स्ट्याण्डर्ड चेक र पानीलाई लोकल चेकको रूपमा ८ वटा उपचारलाई ३ पटक दोहरायर परीक्षण संचालन गरियो र प्रति उपचार ४ वर्ग मिटर क्षेत्रफलमा गरिएको थियो । ई.सं. २०१६ मा उपचार र जिल्लाको अन्तरक्रियामा भण्डे पातमा रोग बकरेखामुनीको क्षेत्रफल, जम्मा रोग

बक्ररेखामुनीको क्षेत्रफल र औसत रोग बक्ररेखामुनीको क्षेत्रफलमा तथ्याङ्कीय तात्विक भिन्नता पाईयो । यसै गरी ई.सं. २०१७ उपचार र जिल्लाको अन्तरक्रियामाको बालाको लम्बाई, भण्डेपातमा रोग बक्ररेखामुनीको क्षेत्रफलमा तात्विक भिन्नता पाईयो । त्यसरी नै उपचार र रुपन्देहीको दुई वर्षको अन्तरक्रियामा जम्मा र औसत रोगको बक्ररेखामुनीको क्षेत्रफलमा तात्विक भिन्नता पाईयो । त्यसै गरी उपचार र परीक्षण वर्षको अर्न्तकृत्यामा परवानीपुरको हकमा बालाको लम्बाईमा तात्विक भिन्नता पाईयो भने रोगको बक्ररेखामुनीको क्षेत्रफलमा तात्विक भिन्नता पाईएन । परीक्षण गरिएको वर्ष, जिल्ला र उपचारको अन्तरक्रियामा जम्मा र औसत रोगको बक्ररेखामुनीको क्षेत्रफलमा तात्विक भिन्नता पाईयो । परीक्षणमा प्रयोग गरिएका विभिन्न विरुवाहरुको पातको रस मध्ये मेहेन्दीले उपचार गरेकोमा सबै भन्दा कमरोगको बक्ररेखामुनीको क्षेत्रफल (३४७) पाईयो भने पानीले मात्र उपचार गरेकोमा सबै भन्दा धेरै रोगको बक्ररेखामुनीको क्षेत्रफल (७४२) पाईयो भने स्ट्याण्ड चेक (प्रोपिकोनाजोल) मा रोगको बक्ररेखामुनीको क्षेत्रफल (२७१) पाईयो । रोगको अवरोधी जात पत्ता लगाउने परीक्षण दुई वालीवर्ष (ई.सं. २०१६/२०१७ र २०१७/२०१८) मा दुई फरक फरक तराईका जिल्लामा (रुपन्देही, भैरहवा र बारा, परवानीपुर) संचालन गरिएको थियो । जसमा ५२ वटा विभिन्न गहुँका जिनोटाईप्सहरु अन्तराष्ट्रिय गहुँ तथा मकै अनुसन्धान केन्द्र (सिमिट), मेक्सिकोबाट प्राप्त भएको थियो उक्त परीक्षणलाई अल्फा ल्याटिस डिजाइनमा दुई पटक दोहोराएर गरिएको थियो । यस परीक्षणमा गहुँको जिनोटाईप (ट्रिटमेन्ट) राखिएको थियो । उपचार र जिल्लाको अन्तरक्रियामा बाला निस्कने समय, पाक्ने समय, प्रतिवाला दानाको संख्या, गांज, जम्मा रोगको बक्ररेखा मुनीको क्षेत्रफल, औसत बक्ररेखा मुनीको क्षेत्रफल र हजार दानाको तौलमा तथ्याङ्कीय तात्विक भिन्नता पाइयो । त्यसै गरी ई.सं. २०१७/२०१८ उपचार र जिल्लाको अन्तरक्रियामा बाला निस्कने समय, प्रतिवाला दानाको संख्या, गांज, जम्मा बक्ररेखा मुनीको क्षेत्रफलमा तात्विक भिन्नता पाइयो । रुपन्देहीको अवस्थामा उपचार र वर्षको अन्तरक्रियामा तात्विक भिन्नता पाइएन भने परवानीपुरको अवस्थामा भने उपचार र वर्षको अन्तरक्रियामा प्रतिवाला दानाको संख्या, जम्मा रोगको बक्ररेखा मुनीको क्षेत्रफल, औसत रोगको बक्ररेखा मुनीको क्षेत्रफल, हजार दानाको तौल र उत्पादनमा तथ्याङ्कीय तात्विक भिन्नता पाइयो । उपचार, वर्ष, जिल्लाको अन्तरक्रियामा जम्मा रोगको बक्ररेखा मुनीको क्षेत्रफल, औसत बक्ररेखा मुनीको क्षेत्रफल, हजार दानाको तौल र उत्पादनमा तथ्याङ्कीय तात्विक भिन्नता पाइयो । सबै भन्दाकम रोगको बक्ररेखा मुनीको क्षेत्रफल 8HLBSN47 (३२०) पाइयो भने 8HLBSN48 (३३८) र सबै भन्दा धेरै औसत बक्ररेखा मुनीको क्षेत्रफल 8HLBSN52 (८७३) र 8HLBSN51 (८०५) पाइयो । सबै भन्दा धेरै उत्पादन 8HLBSN23 (४९६६ के.जी/हे) र 8HLBSN24 (४९५१ के.जी/हे) पाइयो भने सबै भन्दाकम उत्पादन 8HLBSN52 (२२२२ के.जी/हे) र 8HLBSN51 (२३३५ के.जी/हे) पाइयो । स्थानीय रुपमा उपलब्ध हुने छ वटा विभिन्न विरुवाहरुको पातको रस प्रयोग गर्दा मेहेन्दीको पातको रसले दुवै वर्षमागहुँको पात डडुवा रोग नियन्त्रण गर्ने पाइयो । यस कारण रासायनिक विषादीको विकल्पमा मेहेन्दीको पातको रस उपयुक्त देखियो ।

Federalization of Agriculture Sector: Restructuring and Service Delivery in Nepal

Bishnu Kumar Bishwakarma (DES-03P-2018), PhD 2023

Department of Rural Sociology and Development Studies

(Chairperson of the Advisory Committee: Bishnu Raj Upreti, PhD)

This research was done with the objective to examine the current status of agricultural functions-institutions, and policies, with respect to service delivery, including farmers' response on agricultural services under the federal system. This research employed mixed method approach-combination of qualitative and quantitative methods. Federalism as a major theoretical basis, constitutionalism, intergovernmental relations, decentralization, and evolutionary governance theories were postulated for the analysis of findings in relation to service delivery. Findings revealed functional overlap, duplication, and a distinct lack of coordination between the three tiers of the government, resulting in an unbalanced institutional setup and fragmentizing national policy diffusion for the delivery of agricultural services, reflecting the strong need for clarification on the jurisdiction and roles of each tier of the government to avoid such confusion. However, relative importance index analysis revealed that local governments are effective in providing agricultural services that are relevant to the farmers, resulting in increased access to services in spite of the capacity gap, institutional gap, and limited financial resources for agricultural services. Findings also revealed that one tenth of the respondents were highly satisfied; about two-fifths were satisfied, and nearly half of them were moderately satisfied with the agricultural services at all three local levels. Moreover, overlapping authority on institutional and policy-related functional elaboration, sectoral restructuring in general had increased service coverage, innovations, and leadership at the local level for service delivery. Thus, the findings suggest a strong need for strengthening local staff capacities; the formulation of appropriate policies, and the establishment of institutional mechanisms to ensure farmers' participation at the local-level planning process, and the prioritization of resource allocation to the agriculture sector to achieve improved agricultural service delivery and greater farmer satisfaction.

कृषि क्षेत्रको कार्यक्षेत्र, संस्थागत संरचना तथा नीतिगत तहमा भएको परिवर्तन, कृषि सेवा प्रवाहमा यसको प्रभाव तथा संघीय संरचनामा कृषि प्रसार सेवा प्रवाह प्रति कृषकको धाराणा पत्तालगाउने उद्देश्यले यो अनुसन्धान गरिएको थियो । यस अनुसन्धान मिश्रित विधिबाट गरिएको थियो जसमा गुणात्मक र संख्यात्मक दुवै तरिका अपनाइएको थियो । यस अनुसन्धानमा संघीयतालाई मुख्य प्रस्थापना मानी संविधानवाद, विकेन्द्रीकरण, अन्तर सरकार सम्बन्ध र शासनमा क्रमागत विकासको सिद्धान्तको आधारमा कृषि सेवा प्रवाहका सम्बन्धमा प्राप्त नतीजाहरूको विश्लेषण गरिएको थियो । अध्ययनको नतीजा विश्लेषणले तीन तहका सरकारका बीचमा समन्वयको कमी, भूमिकामा अस्पष्टताको कारण असन्तुलित संस्थागत संरचना, नीति तर्जुमा, नीतिमा एकरूपता तथा नीतिगत व्यवस्थाको अनुशरण र प्रसारमा समस्या

देखियो । यस्तो दुविधा, असन्तुलन तथा अन्योल हटाउन तीनै तहका सरकारको अधिकार क्षेत्र तथा भूमिकामा स्पष्ट पार्न जरुरी देखियो । तथापी सापेक्षिक महत्व सुचांकको विश्लेषणले के देखायो भने क्षमतामा कमी, सानो संस्थागत संयन्त्र तथा न्युन वित्तिय स्रोतका बावजुत स्थानीय सरकार कृषकका लागि उपयोगी कृषि सेवा प्रवाह गर्न तथा कृषि सेवामा कृषकको पहुँच बढाउन प्रभावकारी भएको पाईयो । अनुसन्धानको नतीजा विश्लेषणले यस अनुसन्धानमा संलग्न कृषकहरू मध्ये स्थानीय सरकारको कृषि सेवा प्रवाह प्रति १० जनामा एक जना कृषक पूर्णरूपमा सन्तुष्ट रहेको, पाँच जनामा दुई जना सन्तुष्ट रहेको तथा करिव आधा जति कृषक ठिकैरूपमा सन्तुष्ट रहेको पाईयो । साथै कार्य विस्तृतिकरण तथा संस्थागत संरचनामा खप्टिएको अधिकार तथा नीतिमा समस्या हुँदाहुँदै पनि क्षेत्रगत पुनरसंरचनाले कृषि सेवा प्रवाहमा कृषकको पहुँच बढेको, नीति तथा कार्यान्वयनमा नवपर्वतन बढेको एवं स्थानीय तहमा नेतृत्वको विकास गरेको पाईयो । तसर्थ यस अनुसन्धाका नतीजाले कृषि सेवा प्रवाहमा सुधार तथा कृषि सेवा प्रवाहप्रति कृषकको पूर्ण सन्तुष्टि हासिल गर्नका लागि नीतिगत तहमा स्थानीय सरकारको क्षमता वृद्धि, प्रभाकारी नीति तथा योजना तर्जुमा प्रक्रियामा कृषकको सहभागिता सुनिश्चित गर्न संस्थागत संरचना र कृषि सेवा प्रवाहमा आर्थिक स्रोत व्यवस्थापनमा प्राथमिकता दिन जरुरी देखियो ।

Measuring the Flood Resilience in Development Practices: Analysis of Community Actions in Narayani River Basin, Nepal

Narayan Gyawali (DES-04P-2017), PhD 2023

Department of Rural Sociology and Development Studies

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Durga Devkota, PhD)

Measuring flood resilience is important in the context of development practices in rural Nepal. This research aimed to achieve three objectives: identifying factors associated with flood resilience, identifying rural strategies and actions, and providing a recommendation-based review of the available disaster risk reduction plans and policies of the government. The study was conducted over a period of 5.5 years, starting from June 2017, in two communities within the Susta Rural Municipalities of Nawalparasi-Bardghat (Susta) west district, which lie in the Narayani river basin of Nepal. The research utilized the Sustainable Livelihood Framework (SLF) as the technical conceptual framework and employed a mixed-methods research design for data collection, analysis, and presentation. The key findings revealed that the factors contributing to flood resilience were identified as livelihood capitals, resilience properties, resilience themes, Disaster Risk Reduction (DRR) cycle, and resilience sources. The research findings also showed that lower index scores coincide with a higher impact of flood in Kudiya than in Paklihawa sites. In this research, thirty flood source criteria were used for measuring flood resilience. Indeed, community actions and rural strategies are found to be critical and very relevant to increasing flood resilience. To be a flood-resilient community, a community must demonstrate the ability to protect, self-organize, prepare, mitigate, respond, and recover from the adverse impact of flooding. This results in adaptive social behaviors, building social capital, timely dissemination of early warnings, and effective implementation of DRR plans and policies at the community level. It is thus well learnt that flood resilience is not merely surviving but succeeding and obtaining benefits from the stressor as well. From the research, it is realized that flooding cannot be stopped fully, but flood impacts can be mitigated and reduced by adhering to resilience principles of adequate preparation and learning from the active participation of community people and rural actions.

ग्रामीण नेपालको विकास अभ्यासको सन्दर्भमा बाढी उत्थानशीलता मापन गर्नु महत्वपूर्ण र सान्दर्भिक हुन्छ। यस अध्ययनको तीनवटा उद्देश्यहरू रहेको थियो, बाढी उत्थानशीलतासँग सम्बन्धित कारक तत्वहरूको पहिचान गर्नु, ग्रामीण रणनीतिहरू तथा प्रयासहरूको पहिचान गर्नु, र नेपाल सरकारका विद्यमान विपद् जोखिम न्यूनीकरणका नीति तथा कार्यक्रमहरूलाई समीक्षा गरी सिफारिस प्रदान गर्नु। यो अध्ययन नेपालको नारायणी नदी जलाधारामा पर्ने नवलपरासी-बर्दघाड (सुस्ता) पश्चिम जिल्लाको सुस्ता गाउँपालिकाका दुईवटा समुदायहरूमा सन् २०१७ को जुनदेखि साढे पाँच वर्षसम्म गरियो। यस अध्ययनको लागि दिगो जीविकोपार्जन फ्रेमवर्कलाई प्राविधिक अवधारणात्मक ढाँचाको

रूपमा र मिश्रित विधिलाई तथ्याङ्क संकलन, विश्लेषण तथा प्रस्तुतिकरणको लागि प्रयोग गरियो । यस सोधको मुख्य निष्कर्षले जीविकोपार्जन पूँजी, उत्थानशीलताका गुणहरू, उत्थानशीलताका विषयहरू, विपद् जोखिम न्यूनीकरण चक्र र उत्थानशीलताका स्रोतहरूलाई बाढी उत्थानशीलतामा योगदान पुर्याउने कारक तत्वहरूको रूपमा पहिचान गरेको छ । पक्लिहवा गाउँको तुलनामा कुडियामा बाढीको धेरै प्रभाव परेको कुरा यस अध्ययनको कम सूचांक स्कोरले देखाएको छ । यस अनुसन्धानमा बाढी उत्थानशीलता मापनको लागि तीसवटा बाढीका स्रोतहरूको प्रयोग गरिएको थियो । यथार्थमा सामुदायिक प्रयासहरू र ग्रामीण रणनीतिहरू बाढी उत्थानशीलता बढाउनको लागि निकै महत्वपूर्ण र सान्दर्भिक भएको पाईयो । कुनै पनि बाढी उत्थानशील समुदाय हुनका लागि त्यो समुदायले बाढीको प्रतिकूल प्रभावबाट जोगिने, आफै सङ्गठित गर्ने, तयारी गर्ने, न्यूनीकरण गर्ने, प्रतिकार्य गर्ने र पुनःउत्थान गर्ने क्षमता दर्शाउनु पर्दछ । जसले गर्दा सामुदायिक स्तरमा अनुकूल सामाजिक व्यवहारहरू, सामाजिक पूँजीहरूको विकास, समयमै पूर्वसूचनाको सम्प्रेषण र विपद् जोखिम न्यूनीकरणका नीति तथा कार्यक्रमहरूको प्रभावकारी कार्यान्वयन हुन्छ । तसर्थ बाढी उत्थानशीलता भन्नाले बाढीबाट जीवित रहने मात्र नभई यसबाट जोगिन सफल हुनु र लाभ प्राप्त गर्ने कुरासमेतलाई पनि बुझिन्छ । यस अनुसन्धानले यो देखाएको छ कि बाढीलाई पूर्ण रूपमा रोकन सकिँदैन, तर पर्याप्त तयारीको लागि बाढी उत्थानशीलताका सिद्धान्तहरू अवलम्बन र समुदायका मानिसहरूको सक्रिय सहभागिता तथा सामुदायिक प्रयासहरूबाट प्राप्त सिकाईलाई आत्मसात गरेर बाढीको प्रतिकूल प्रभावलाई न्यूनीकरण गर्न सकिन्छ ।

Ecology and Management of Chinese Citrus Fly, *Bactrocera minax* (Enderlein, 1920) (Diptera: Tephritidae) in Nepal

Debraj Adhikari (ENT-01P-2018), PhD 2023

Department of Entomology

(Chairperson of the Advisory Committee: Resham Bahadur Thapa, PhD)

Citrus is one of the main fruit crops grown in the mid-hills for household consumption and income generation. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) are the destructive pests of citrus orchards in Nepal. Among fruit flies, the Chinese citrus fly, *Bactrocera minax* (Enderlein), originated in China possess great threat to the citrus production in Nepal. The *B. minax* is comparatively larger in size than other *Bactrocera* species, univoltine in life-cycle, oligophagus host-taste only in *Citrus* spp., and only attracted to protein hydrolysate lure but indifferent to conventional parapheromones lures. The *B. minax* is geographically distributed in Bhutan, China, India, and Nepal exclusively. Therefore, the *B. minax* pestilence surveys in different citrus cultivating districts and their seasonal phenology were studied. The fruit fly species authentication and area-wide control programs (AWCP) of this species were carried out in the sweet orange orchards in Sindhuli district from 2018 to 2021. The orchard survey validated its invasions in twenty citrus cultivated districts of Nepal. The occurrence of fruit flies varied significantly during the monitoring period between March 2019 and February 2021. The findings showed that Syangja and Sindhuli, respectively, cultivated the highest percentage of mandarin (97%) and sweet orange (70%) crops, among all citrus cultivations. Lemon was observed to be the most vulnerable citrus fruit to the *B. minax* followed by sweet orange and mandarin in citrus orchards. Compared to the dry and winter months (December, January, February), fruit flies were more abundant in the warm and rainy months (June, July, August, and September). In the premises of citrus orchards, on March 13, 2019, *Zeugodacus tau* (Walker, 1849), *Z. cucurbitae* (Coquillett, 1899), *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912), *Z. scutellaris* (Bezzi, 1913), *B. zonata* (Saunders, 1842), and *Dacus longicornis* (Wiedemann, 1830) reached the highest Shannon-Wiener diversity index (1.309) in cue-lure (CL) traps. The species evenness of *B. dorsalis*, *B. zonata*, and *Z. tau* (0.342) in the methyl eugenol (ME) traps peaked on January 14, 2020, and the highest Simpson diversity index (SDI) was measured in the ME trap (0.701) on January 28, 2021. The SDI in the CL traps peaked (0.703) on November 30, 2020. The *B. minax* measured to be the largest horticultural fruit fly pest in body size, measuring 12.6 ± 0.2 mm in length in males and 14.3 ± 0.2 mm in females. Likewise, adult females possessed a wider body, 23.4 ± 0.2 mm, than males, 22.8 ± 0.2 mm. The *B. minax* species from the citrus orchards premises in Sindhuli district was authentically identified by means of the DNA barcoding method with the sequence of the mitochondrial cytochrome c oxidase I (COI) gene. The mean numbers of maggots per infested fruit were 7.3, 6.6, and 7.0, respectively, in 2018, 2019, and pooled for two years (2018 and 2019). The average pupal depth in soil and pupation rate of *B. minax* were 11.0 cm and 87.9%, respectively. The mean eclosion (in the years 2018 and 2019) from pupae

and maggots was calculated to be 82.7% and 74.1%, respectively. The surrounding environmental temperature affected the *B. minax* pupal winter diapause intensity in soil, and, thus, the average adult emergence period was 165.5 days in different citrus orchards in Golanjor-4, Sindhuli, Nepal. The multi-location study at different altitudes of citrus orchards for the developing pupae to *B. minax* adult fruit flies in a degree-days model revealed the emergence of adult flies on March 26 and April 6 at lower elevation, 897 masl (Tallo Dundu) as compared to April 27 and 29 at higher elevation, 1462 masl (Ranikhola) in 2019 and 2020, respectively. Similarly, the assessment of growing degree days indicated the first emergence of fly occurred 33 days and 23 days earlier at Tallo Dundu than Ranikhola, Sindhuli in 2019 and 2020, respectively. The oviposition by *B. minax* adults in sweet orange fruits was observed in June and July, when the average fruit diameter ranged from 22.3 to 61.4 mm. A field practice of AWCP integrated spot application of protein bait and orchard sanitation measures to minimize the problem of *B. minax* was implemented for the first time in the selected 231 citrus orchards in Sindhuli in 2018. Encouraged by the result of *B. minax* damage recession in sweet orange production by virtue of the deployment of AWCP in 2018, a score of 1153 citrus growers adopted the same orchard management practice in 2019. The AWCP with lethal protein bait, along with the orchard sanitation measure, resulted in the obvious recessions of mean fruit damage to 10.9% in 2018, and the lowest 4.5% in 2019, as compared to 56.7% fruit damage without AWCP in 2017. The findings of this study appear to be pertinent for implementation when formulating management strategies for citrus fruit flies.

नेपालको मध्य-पहाडी क्षेत्रका किसानहरूका लागि सुन्तलाजातका फलफूल पौष्टिक आहार लगायत नगद आम्दानीको एक प्रमुख स्रोत हो । यस जातका फलफूल बालीमा अनेक थरिका फल कुहाउने भिँझाहरूले पिरोल्छन् । यस्ता फल कुहाउने भिँझाहरू मध्ये चाइनिज सिट्रस फ्लाई, ब्याक्टोसेरा मिनाक्स नामक एक चीनको रैथाने भिँझाले हालका वर्षहरूमा नेपालमा जुनार फलहरूलाई निकै विगार गरेको प्रतिवेदित छ । अन्य थरिका फल कुहाउने भिँझाहरूको तुलनामा चाइनिज सिट्रस फ्लाई निकै ठूलो आकारको, जीवन चक्र पूरा गर्न एक वर्ष लगाउने र सुन्तलाजात फलफूलहरू मात्र आहार गर्ने स्वभावको हुन्छ । यो भिँझा चीन, भारत, नेपाल र भुटानमा मात्रै पाइन्छ । प्रोटिन हाइड्रोलाइजेट रसायन बाहेक अरु कुनै पनि पाराफेरोमोन जस्ता रसायनहरूमा यिनीहरूलाई लोभ्याएर समाउन सकिन्न । गत केही वर्षहरूदेखि नेपालमा पूर्व मध्य-पहाडी क्षेत्रका जिल्लाहरूमा रहेका सुन्तलाजात फलफूलहरूका बगैँचाहरू लगायत मध्य नेपाल स्थित सिन्धुली जिल्लाको जुनार बगैँचाहरूमा चाइनिज सिट्रस फ्लाईको विगविगी विस्तार भएकोले यस कीराको यथार्थ जानकारीका लागि सन् २०१८ देखि २०२१ सम्म सुन्तलाजात फलफूल खेती गरिएका विभिन्न जिल्लाहरूमा यस कीराले गर्ने खास हानि सर्वेक्षण, बगैँचामा कीराका मौसमी जीवन(चलखेल प्रकरणको रेखदेख मूल्यांकन कार्य, सुन्तलाजात फलफूल बगैँचाको परिसरमा संकलित फलफूल विगाने भिँगाहरूका प्रजातिहरूको आधिकारिक पहिचान र चाइनिज सिट्रस फ्लाईको नियन्त्रण गर्न यसको व्यापक(क्षेत्रगत नियन्त्रण कार्यक्रम सिन्धुली जिल्लाको जुनार बगैँचाहरूमा सञ्चालन गरिएका थिए । सुन्तलाजातका फलफूलहरूको उत्पादन-सर्वेक्षण अनुसार मार्च २०१९ देखि फेब्रुअरी २०२१ सम्मको अनुगमन अवधिमा फलफूलको भिँझाको उपस्थितिमा उल्लेखनीय रूपमा भिन्नता पाइयो । सुन्तलाजातका फलफूल बालीहरू मध्ये स्याङ्गा र सिन्धुली जिल्लामा क्रमशः सुन्तला (९७%) र जुनार (७०%) खेती सबैभन्दा धेरै क्षेत्रमा गरेको पाइयो । सर्वेक्षणमा देखिए अनुसार चाइनिज सिट्रस फ्लाईले सबैभन्दा बढी निबुवा, त्यसपछि जुनार र सुन्तलामा क्षति गरेको भेटियो । नेपालमा सुन्तलाजातका फलफूल खेती हुने जिल्लाहरू

मध्ये २० जिल्लाहरूमा यस कीराको आक्रमणलाई सर्वेक्षणले पुष्टि गरेको छ। सुन्तलाजातका फलफूल बगैँचामा मार्च १३, २०१९ मा क्युल्यूर पासोमा परेका जुगोड्याकस टाउ, जुगोड्याकस कृकुरबिटी, ब्याक्ट्रोसेरा डोर्सालिस, जुगोड्याकस स्कुटेलारिस, ब्याक्ट्रोसेरा जोनाटा र ड्याकस लान्जिकोर्निसको विविधता विश्लेषण गर्दा फलफूल क्षति गर्ने भिँगाहरूको प्रजातीय विविधता १।३०९ देखियो। मिथाइल युजेनोल पासोमा ब्याक्ट्रोसेरा डोर्सालिस, ब्याक्ट्रोसेरा जोनाटा र जुगोड्याकस टाउ प्रजातीय समानता जनवरी १४, २०२० मा उच्चतम (०.३४२) देखियो र जनवरी २८, २०२१ मा उच्चतम विविधता (०.७०१) देखियो। यसैगरी, नोभेम्बर ३१, २०२० मा क्युल्यूर पासोमा विविधता सूचकाङ्क उच्चतम (०.७०३) पाइएको थियो। चाइनिज सिट्रस फ्लाईको वयस्क भालेको लम्बाई १२.६+०.२ मि.मि. र पोथीको लम्बाई १४.३+०.२ मि.मि. देखियो। यस्तैगरी, वयस्क पोथी र भाले भिँगाहरूमा पखेटाको फैलावट क्रमशः २३.४+०.२ मि.मि. र २२.८+०.२ मि.मि. देखियो। प्रस्तुत लेखाजोखा अनुसार चाइनिज सिट्रस फ्लाई, हाल सम्मको तथ्याङ्क मुताबिक, बागवानीजन्य बालीको फल कुहाउने भिँगाहरूमा सबैभन्दा ठूलो आकार भएको पहिचान गरिएको थियो। सिन्धुली जिल्लाको सुन्तलाजात फलफूल बगैँचा परिसरमा क्रियाशील रहेको यो चाइनिज सिट्रस फ्लाई (ब्याक्ट्रोसेरा मिनाक्स) लाई डि.एन.ए. बारकोडिंग विधिद्वारा जाति र प्रजातिको वैज्ञानिक प्रमाणीकरण गरिएको थियो। यस कीराको मौसमी(चलखेल प्रकरणको) रेखदेख मूल्याङ्कन सन्दर्भमा, सन् २०१८ र २०१९ तथा उक्त दुई वर्षको औसत प्रति संक्रमित फलहरूमा औसाहरूको औसत संख्या क्रमशः ७.३, ६.६ र ७.० देखिए। माटोमा प्युपा बसेको औसत गहिराइ र प्युपा बनेको दर क्रमशः ११.० सेन्टिमिटर र ८७.९% देखियो। साथै प्युपा र औसाबाट औसत वयस्क भिँगा निस्कने दर २०१८ र २०१९ मा क्रमशः ८२.७% र ७४.१% थियो। वातावरणको तापक्रमले माटोभित्र बसेको चाइनिज सिट्रस फ्लाईको प्युपाको अवधिलाई असर गरेको पाइयो। यसरी, गोलन्जोर-४, सिन्धुलीको विभिन्न सुन्तलाजातका फलफूल बगैँचाहरूमा वयस्क भिँगा निस्कने औसत अवधि १६५.५ दिन पाइयो। सन् २०१९ र २०२० मा विभिन्न उचाईका बहु-स्थानमा डिग्री-डे मोडेलमा गरिएको अध्ययनको नतिजा अनुसार सुन्तलाजातका फलफूल बगैँचामा मार्च २६ र अप्रिल ६ मा कम उचाई, ८९७ मि., भएको तल्लो ढुँडेमा र अप्रिल २७ र २९ मा धेरै उचाई, १४६२ मि., भएको रानीखोलामा प्युपा देखि वयस्क भिँगामा विकास भई माटोदेखि बाहिर निस्कने क्रम देखियो। अतः डिग्री-डेको मूल्याङ्कन अनुसार यस भिँगाको सन् २०१९ र २०२० को विकास कम सिन्धुलीको तल्लो ढुँडे (८९७ मि.) मा रानीखोला (१४६२ मि.) भन्दा छोटो क्रमशः ३३ र २३ दिनअघि भिँगा देखा परे। चाइनिज सिट्रस फ्लाईले औसत व्यास २२.३ देखि ६१.४ मि.मि.सम्म भएका जुनार फलहरूमा जुन र जुलाई महिना तिर फुल पारेको पाइयो। २०१८ मा चाइनिज सिट्रस फ्लाईको समस्या न्यूनीकरण गर्न एकीकृत प्रोटीन बेटको स्पोट उपचार विधि प्रयोग साथै बगैँचा सरसफाईका कार्यक्रमहरू एकीकृत गरी व्यापक(क्षेत्रगत) कीरा नियन्त्रण कार्यक्रम सिन्धुलीका २३१ सुन्तलाजातका फलफूल बगैँचाहरूमा पहिलो पटक लागु गरिएको थियो। यो कीरा नियन्त्रण कार्यक्रम परिचालन गरेको बगैँचामा चाइनिज सिट्रस फ्लाईले गरेको क्षति अत्यधिक न्यूनीकरण र बढी जुनार उत्पादनबाट प्रोत्साहित भएर सन् २०१९ मा ११५३ सुन्तलाजातका फलफूल खेती गर्ने कृषकहरूले व्यापक-क्षेत्रगत कीरा नियन्त्रण कार्यक्रम अवलम्बन गरेका थिए। रुखहरूमा घातक प्रोटीन चारोको स्पोट उपचार र बगैँचामा औसा कीराहरू संक्रमित भई खसेका फलहरूको नियमित सरसफाई सहितको यस कीरा नियन्त्रण कार्यक्रम कार्यान्वयनको परिणाम स्वरूप सन् २०१७ मा व्यापक(क्षेत्रगत) कीरा नियन्त्रण कार्यक्रम नभएको अवस्थामा ५७.७% फल औसा कीराले क्षति गरेको तुलनामा २०१८ मा व्यापक(क्षेत्रगत) कीरा नियन्त्रण कार्यक्रम सञ्चालित भएको अवस्थामा १०.९%, र त्यसपछि यसै नियन्त्रण पद्धतिमा २०१९ मा ४.५% मात्र फल क्षति भएको पाइयो। यस अनुसन्धानबाट प्राप्त नतिजाहरूलाई सुन्तलाजात फलफूलको औसा कीरा व्यवस्थापनका लागि नीतिगत तवरले अवलम्बन गर्न सान्दर्भिक देखिन्छ।

Information and Communication Technology (ICT) Tools and Agricultural Mechanization in Nepal

Udit Prakash Sigdel (EXT-02P-2018), PhD 2023

Department of Agricultural Extension and Rural Sociology

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Kailash Nath Pyakurel, PhD)

Information and Communication Technology (ICT) tools and agricultural machinery can boost production and lower costs. ICT tools and related technologies are employed with different understandings of access, affordability, and social and cultural norms. This study evaluated farmers' usage of ICT tools and farm machinery in the Jhapa, Kapilbastu, and Bardiya districts of Nepal with the general objective of exploring the adoption of ICT tools and agricultural machinery in paddy farming by assessing farmers' knowledge, perception, and attitude towards ICT tools and farm machinery. A pre-tested and adjusted interview schedule was used to interview 390 randomly selected respondents face-to-face from November 2019 to November 2020. ICT and farm machinery adoption drivers were determined using descriptive data, index values, and logit regression. The study revealed that respondents knew moderately (0.44) about ICT tools (radio, television, mobile phone, internet, and computer apps), but more about radio (0.87), TV (0.85), and cell phones (0.85). ICT was better comprehended among Bardiya respondents. Kapilbastu respondents were more dissatisfied with ICT tools, yet they had a vague understanding (0.50) of their use in paddy production. The most common farm machinery were tractors (0.65) and knapsack sprayers (0.61). Over 25% of respondents enjoyed (0.28) agricultural machinery and were satisfied (0.4) with its use, but high costs, a lack of experienced workers, inadequate facilities, and bad maintenance services prevented its adoption. Age and education had a negative impact on the adoption of ICT tools, whereas media exposure, family structure, and ICT abilities had a positive impact. Total farmland, occupation, ICT skills, and awareness boosted agricultural machinery use. Better understanding through awareness campaigns and training may boost the adoption and use of ICT tools and agricultural machines, reducing constraints. Investment in ICT tool-related training would also boost the acceptance and use of agricultural machines.

कृषि क्षेत्रमा सूचना तथा सञ्चार प्रविधि (आईसीटी) उपकरण र कृषि मेशिनरीको प्रयोगले उत्पादन क्षमता बढाउन र उत्पादन लागत कटौती गर्न सकिन्छ। आईसीटी उपकरण र प्रविधिहरू विभिन्न स्तरको ज्ञान, सीप, पहुँच, र उपलब्धताका साथ-साथै सामाजिक, र सांस्कृतिक मुल्य मान्यताहरूसँग अनुकूल रहने गरी प्रयोग गरिन्छ। नेपालका झापा, कपिलबस्तु, र बर्दिया जिल्लाका ३९० कृषकहरूलाई आईसीटी उपकरण र कृषि मेशिनरीका अनुसरण, उपयोग र सोको लागी भोगेका कठिनाईहरू एवं कारक तत्वहरूको पहिचानको लागी विभिन्न उद्देश्यहरू सहित नोभेम्बर २०१९ देखि नोभेम्बर २०२० सम्ममा पूर्व परीक्षण गरिएको अर्ध संरचित प्रश्नावली मार्फत सूचना एवं आवश्यक जानकारी संकलन गरिएको थियो। संकलित सूचना, एवं जानकारीहरूलाई वर्णनात्मक तथ्यांक विधि, स्केलिड विधि,

र लजिट रिग्रेसन मोडलद्वारा विश्लेषण गरिएको थियो । अध्ययनको नतिजाले आईसिटि प्रविधि एवं उपकरणहरूमा उत्तरदाताहरूको ज्ञान मध्यम स्तरको (०.४४) रहेको पाईयो जसमा रेडियो (०.८७), टि.भि. (०.८५), र मोबाईल (०.८५) को विषयका उत्तरदाताहरू बढी जानकार रहेको पाईयो । आईसिटिको विषयमा अन्य जिल्लाका उत्तरदाताहरूको तुलनामा बर्दियाका उत्तरदाताहरू बढी जागरुक रहेको पाईयो भने कपिलवस्तुका उत्तरदाताहरू अन्य उत्तरदाताहरूको तुलनामा आईसिटिको विषयमा धेरै असन्तुष्ट रहेको पाईयो । तथापि समष्टिमा सम्पूर्ण उत्तरदाताहरूको धारणा आईसिटिको सकारात्मक प्रभावको विषयमा मध्यम स्तरको रहेको पाईयो । अध्ययनको नतिजा अनुसार उत्तरदाताहरूले धान खेतीमा अन्य मेशीनरीको दाँजोमा ट्र्याक्टर (०.६५) र न्यापस्याक स्प्रेयर (०.६९) को प्रयोग धेरै गरेको पाईयो । एक चौथाई (०.२८) उत्तरदाताहरूले कृषि यान्त्रीकरणलाई मन पराउनुको साथमा यसको उपभोगमा मध्यम (०.४०) रूपमा सन्तुष्ट भएको पाईयो । तथापि धेरै लागत, अनुभवी कामदारको कमी, सुविधाहरूको अभाव, मेशीनरीहरूको मर्मतसम्भरका समस्याहरूले कृषि मेशिनरीको अबलम्बनमा कमी भएको पाईयो । बढी उमेर, धेरै शिक्षा तथा नवीन प्रविधि प्रतिको नकरात्मक धारणाहरूले आईसीटी उपकरण अनुसरण एवं अबलम्बनमा नकरात्मक असर परेको देखियो भने संयुक्त परिवार, आईसिटिको सीप र अनुभवको भने सकारात्मक भूमिका रहेको पाईयो र, धेरै खेती गर्ने जग्गा, आईसीटीको सीप, चेतनाले कृषि मेशीनरीको अनुसरण एवं अबलम्बनमा सकारात्मक भूमिका रहेको पाईयो । जसनुसार, धेरै जागरुक अभियान, सम्बन्धित तालिमहरूले धान खेतीमा आईसिटि उपकरण र कृषि मेशिनरीको अनुसरण एवं अबलम्बनलाई बढाउँदै जानेछ ।

Generating Adaptation Services through Transformation: A Case of Significance of Forest Resource Management in Climate Change Adaptation Planning

Gyanendra Karki (FOS-02P-2016), PhD 2023

Faculty of Forestry

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Balram Bhatta, PhD)

Nepal is at the crossroads of socio-political transition and also in the process of country restructuring. Federal, provincial and local government systems as well the support offered by international agencies has offered opportunities for the most climate vulnerable people, however, the conflict in resource use over the governments is manifested and halted the forest management and adaptation services. In the given caveat of climate change, the proposed research aimed at cataloguing the Climate Change Adaptation (CCA) interventions; analyzing the interactions of climate change effects, adaptation, resilience and adaptation service in the forestry sector; and assessing how transitional CCA interventions shape future climate change pathways and adaptation and resilience building. It also fostered to redefine natural resource (forestry specific) management regime and associated natural resource bases to formulate a climate resilient, sustainable livelihood and resource management system comprehending the production and distribution of adaptation services and environmental functions driven by good governance within the given ecological system. Likewise, research on transformational adaptation is new to Nepal, opens up the new research avenues in climate change adaptation and resilience building. The present research is a supplement to the global knowledge source and guiding post for researchers, national and sub-national policy actors, natural resource managers, forestry and climate change actors because it has supplied answers to the pertinent crucial questions related to 'generation and distribution' of adaptation services in the context of climate change vulnerability and community based natural resources (e.g., forests). The study area Tanahun and Kaski districts of Gandaki province selected for this study covers the hills and middle mountain regions. Total 36 respondents including six key persons representing community forest user groups, local farmers, medicinal plant traders and herders from Tanahun and Kaski districts took part in semi-structured questionnaire survey. Other 236 key discussants from all seven provinces were asked to join in discussions to assess the climate change adaptation services, their delivery mechanism, circular economy, and policy and institutional mechanism that appraises forest management, project assessment and value of research and publications to build more resilient and adaptive system and to advance the adaptation planning. Discussions were held in Butwal, Dhangadi, Surkhet, Hetauda, Pokhara, Janakpur and Biratnagar and two supplementary community-level meetings were organized in Damauli and Panchase. Climate change is comparatively a new domain of science, and adaptation is a craft of science and practice. There is considerable interest in understanding how human populations will respond to climate change through adaptation. As a consequence, there are several and increasing CCA related publications,

projects, policies and practices under way. Given the prioritized adaptation needs underlined by NAPA (2010), NCCP (2019) and NAP (2021), various CCA interventions are implemented in Nepal that helps in advancing CCA and offsetting the climate change vulnerabilities and risks. The interventions echoed the tenet of country's development plans, climate change policy and combating measures needs as well as international commitments, including Nationally Determined Contribution (NDC) and COP agreements. Despite a slow increase, there is no clear trend in CCA publication research in the last two decades. Researches on forest, biodiversity and watershed management were found increasing over a period. A total of 76 CCA projects were found to be recorded in the last two decades while the most (32%) were community-based and the least (8%) were approached as ecosystem-based. The adaptation practices cover the local knowledge and measures as well as autonomous and planned interventions targeted at reducing risk and enhancing the resilience of vulnerable households and communities with respect to their livelihoods and the economy. Community forest users of Tanahun and Kaski districts have limited access to technologies and services focussed on climate resilience so they have adopted local adaptation practices, mostly based on local technologies, indigenous knowledge and available resources. Afforestation and reforestation, promotion of traditional practices, raising awareness, agroforestry, and controlling soil erosion and landslides were five major local level adaptation measures to combat climate change with afforestation and promotion of traditional forest management practices were common to both districts. Local communities were well acquainted with the knowledge of community-based and ecosystem-based adaptation, which needed to be capitalized with the embracing of circular economy and nature-based solutions to the adverse impacts of climate change. Thus, it is crucial in strengthening community-and locally-based mechanisms (e.g. forest-user groups, farmers groups, agricultural and fisheries cooperatives) for management and delivery of services to facilitate locally appropriate adaptation measures, including community-based adaptation. A multitude of researches on strengthening local communities' ownership and improving the circularity of forest service generation and consumption could be an approach in generating knowledge to balance the interaction of climate risk, sustainable forest management and transformational adaptation. Circularity in ecosystem services generation and fostering is a nature-based solution that can play a role in enhancing transformational adaptation to climate change at a local level by adopting community-based and culturally appropriate methods and enhancing and incentivizing adaptation measures and capacities. The initiatives acknowledging participatory, nature-based, and local culture-indigenous knowledge friendly measure adaptations are likely to be successful in leading sustainable forest management.

यस अनुसन्धानले शासकीय स्वरूप सुधारमा सहयोग पुग्ने गरी पारिस्थितिकीय प्रणालीभित्र अनुकूलनका सेवाहरू र वातावरणीय सेवाहरूको उत्पादन र वितरणमा सघाउ पुर्याउने गरी जलवायु समानुकूलित दिगो जीविकोपार्जन तथा स्रोत व्यवस्थापन प्रणाली विकास गर्न प्राकृतिक स्रोत (वन विशेष) व्यवस्थापन तथा सम्बन्धित प्राकृतिक स्रोतका

आधारहरूको पुनर्परिभाषा स्थापित गर्ने जमर्को गरेको छ । साथै, यो अध्ययनले जलवायु संकटको विकराल अवस्थामा अनुकूलनका स्थानीय प्रयास र उपायहरूको सूची तयार पार्ने, वनक्षेत्रमा जलवायु परिवर्तनका असरहरू, अनुकूलन तथा समानुकूलनका सेवाहरूबीचका अन्तरसम्बन्धहरूको विश्लेषण गर्ने, संक्रमणकालिन अनुकूलनका कृयाकलापहरूले भावी जलवायु परिवर्तनको मार्ग तथा अनुकूलन र समानुकूलन निर्माणको उपायहरूको विश्लेषण गर्ने तथा अनुकूलन गन्तव्य निर्दिष्ट गर्ने उद्देश्य राखेको छ । नेपालका लागि अनुकूलन रूपान्तरणमा खोज-अनुसन्धान एउटा नयाँ विषयवस्तु भएकोले यस अनुसन्धानले जलवायु परिवर्तन अनुकूलन तथा समानुकूलन विकासका लागि नवीन खोजका बाटाहरू समेत पहिचान गरेको छ । यस अध्ययनको सूचना संकलनका क्रममा तनहुँ र कास्की जिल्लाका सामुदायिक वन उपभोक्ता समूहहरू, स्थानीय किसानहरू, वन पैदावार व्यवसायीहरू तथा व्यवस्थापकका प्रतिनिधिहरू समेतका सूचनादाताहरूले अर्धसंरचित प्रश्नमाला सर्वेक्षण मार्फत स्वयमंसेवीरूपमा सहभागिता जनाएका थिए । यसमा थप अनुकूलन र समानुकूलन प्रणाली मजबूत गर्न तथा अनुकूलनका योजना प्रकृया अगाडि बढाउन जलवायु परिवर्तन अनुकूलनका सेवाहरू, तिनलाई वितरण गर्ने संयन्त्र, चक्रीय अर्थतन्त्र, वन व्यवस्थापन नीति, परियोजना तथा खोज अनुसन्धान र प्रकाशनहरूको लेखाजोखा र मूल्याङ्कनमा भूमिका खेल्ने संथागत संयन्त्रहरूको मूल्याङ्कन जस्ता विषयहरूमा छलफल गर्न सातै प्रदेशका शहरहरू (धनगढी, सुर्खेत, बुटवल, पोखरा, हेटौँडा, जनकपुर र विराटनगर) का सरोकारवालाहरूसंग छलफल र दमौली र पंचासेमा समुदायस्तरमा अन्तर्क्रियाहरू गरिएका थिए । अध्ययनबाट छनोट भएका सामुदायिक वन उपभोक्ताहरूको उत्थानशीलतामा केन्द्रित आधुनिक प्रविधिहरू तथा सेवाहरूमा सीमित पहुँच पाइयो । उनीहरूले स्थानीय प्रविधि, परम्परागत ज्ञान र उपलब्ध स्रोतहरूमा आधारित स्थानीय अनुकूलनका अभ्यासहरू गर्दै आएका छन् । अध्ययनले दर्शाए अनुसार वृक्षारोपण तथा वनजङ्गलको पुनरुत्थान, परम्परागत अभ्यासहरूको प्रोत्साहन, सचेतना अभिवृद्धि, कृषि-वन र माटो संरक्षण तथा भूक्षयको रोकथाम जलवायु परिवर्तनसँग जुध्ने प्रमुख अनुकूलनका उपायहरूका रूपमा पहिचान भए । स्थानीय समुदायहरू समुदाय तथा पारिस्थितिकीय प्रणालीमा आधारित अनुकूलन सम्बन्धी ज्ञानसँग परिचित थिए । यी ज्ञानलाई चक्रीय अर्थतन्त्र तथा प्रकृतिमा आधारित जलवायु समाधानहरूसँग आत्मसात गर्दै पूंजीकृत गर्नु आवश्यक देखिए । यिनै ज्ञान र अनुभवहरूलाई राष्ट्रिय अनुकूलनसँग समन्वय गराई जलवायु परिवर्तन अनुकूलन सम्बन्धी मानकहरू तयार गर्न यो अध्ययन सफल भएको छ । जलवायु परिवर्तन तुलानात्मक रूपमा विज्ञानको नविन विधा हुनुका साथै विकास, विज्ञान तथा अभ्यासहरूको नयाँ शिल्प समेत हो । फलस्वरूप, जलवायु परिवर्तन अनुकूलन सम्बन्धी प्रकाशनहरू, परियोजनाहरू, नीतिहरू तथा अभ्यासहरू हाल मुलुकमा बढ्दो क्रममा उपलब्ध तथा सञ्चालनमा छन् । यस अध्ययनमा नेपालमा पछिल्लो दुई दशक (२००० देखि २०२०) मा कूल ७६ जलवायु परिवर्तन अनुकूलनका परियोजनाहरू दस्तावेजीकरण भएका थिए, जस मध्ये सबैभन्दा धेरै (३२ प्रतिशत) समुदायमा आधारित अनुकूलन र सबैभन्दा थोरै (८ प्रतिशत) पारिस्थितिकीय प्रणालीमा आधारित अनुकूलन कार्यक्रमहरू थिए । पारिस्थितिकीय प्रणाली व्यवस्थापनबाट अनुकूलन सेवाहरू उत्पादन र तिनलाई प्रोत्साहन गर्ने कार्यमा स्थानीय चक्रीय अर्थतन्त्र तथा प्राकृतिक सेवामा आधारित समाधान प्रवर्द्धन उत्तम उपायको रूपमा देखिएको छ, जसले समुदायमा आधारित तथा उपयुक्त परम्परागत तथा सांस्कृतिक विधिहरू अपनाउँदै र अनुकूलनका माध्यमहरू तथा क्षमताहरूलाई प्रोत्साहन गर्दै स्थानीयस्तरमा जलवायु परिवर्तन विरुद्ध उत्परीवर्तनकारी अनुकूलनलाई प्राथमिकता दिनमा अहम् भूमिका खेल्न सक्दछ । यस अनुसन्धानको निचोड अनुसार दिगो वन व्यवस्थापनमा सहभागितामूलक, प्रकृतिमा आधारित तथा स्थानीय परम्परागत ज्ञानलाई प्रोत्साहन गर्ने खालका अनुकूलनका उपायहरू सफल सिद्ध हुने विश्वास गर्न सकिन्छ र यी क्षेत्रमा थप अनुसन्धान कार्यहरू सञ्चालन गर्नु वाञ्छनीय हुनेछ ।

Performance of Different Sweet Potato (*Ipomoeas batatas* L.) Genotypes in Hill and Terai of Nepal

Prakash Bhattarai (HRT-04P-2017), PhD 2024

Department of Horticulture

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Kalyani Mishra Tripathi, PhD)

A series of experiments were carried out at Khumaltar, Lalitpur (1360 masl), and Rampur (228 masl), Chitwan, Nepal, to investigate the effect of location and harvesting time on the growth, yield, and quality of sweet potato genotypes and to determine the response of crop geometry. Further, storage performance of sweet potato genotypes was also investigated in different storage conditions under ambient temperature at Khumaltar, Lalitpur, Nepal. The field experiments were carried out in a factorial randomized complete block design (RCBD) with three replications from July to December 2018 and 2019 and included a total of twelve treatment combinations of three sweet potato genotypes (CIP 440015, CIP 440267 and Local White), two locations (Khumaltar and Rampur) and two harvesting times [120 and 150 days after planting (DAP)]. Field experiments were conducted in a factorial randomized complete block design (RCBD) with three replications in 2018 and 2019 to determine the effect of crop geometry on the growth, yield, and quality of sweet potato genotypes and comprised of a total of twelve treatment combinations of four crop geometry (60 cm × 25 cm, 60 cm × 30 cm, 70 cm × 25 cm, and 70 cm × 30 cm) and three genotypes. Storage experiment was carried out in two factorial completely randomized design with three replications under ordinary ambient temperature (10.11-17.49°C) at Khumaltar from December to March. Tuberos roots of three genotypes harvested at 4-month maturity were stored inside an ordinary room in dry sand, sawdust, thin jute sack, natural mud pot, and open crates. The findings showed growing locations significantly affected plant growth traits such as days to bud sprouting, ground foliage coverage, vine length, vine internode diameter, vine internode length, mature leaf size, and petiole length of sweet potato genotypes. Significant variation was found in marketable tuber number and weight plant⁻¹, total tuberous root weight plant⁻¹ and tuberous root yield t ha⁻¹ among genotypes and across the locations. The genotype CIP 440267 produced higher total and marketable yields (0.468 kg plant⁻¹). The genotype CIP 440267 produced the highest tuberous root weight (0.370 kg plant⁻¹) and tuberous root yield (20.57 t ha⁻¹) in 2018 and (0.663 kg plant⁻¹) and (35.48 t ha⁻¹) in 2019. Genotype CIP 440267 had the highest average yield (28 t ha⁻¹). The harvest time did not affect yield characters significantly. Yield characters were significantly influenced by the locations with greater yields in Khumaltar than in Rampur during July planting. Total tuberous fresh root weight per plant, total tuberous root yield (t ha⁻¹), and marketable tuber weight per plant all displayed positive correlations. Moisture, dry matter, starch, and amylose content did not differ among genotypes while reducing sugar was highest in the Local White. The

starch content was affected by the harvest time, with delaying harvest (150 DAP) resulting in a decrease in starch content (23.59%), compared to 30.61% at 120 DAP in 2018. The reducing sugar was found increased in the delayed harvested sweet potatoes. The CIP genotypes had high (241.93 mg/100 g⁻¹) levels of β -carotene, whereas Local White (2.2 mg/100 g⁻¹) had extremely low levels. The starch, reducing sugar and β -carotene content were higher in Rampur than Khumaltar. The results concluded that orange fleshed sweet potato genotypes are suited for hilly areas of Nepal like Lalitpur, Khumaltar. The crop harvested at dates 120 and 150 DAP did not result in a significant difference in tuber yield, but some qualities were reduced in delayed harvested sweet potatoes (150 DAP), suggesting that sweet potato crops can be harvested at 4 months with appropriate yield and quality attributes. It is revealed that the highest tuber yield (30.08 t ha⁻¹) was produced at 60 cm \times 25 cm plant spacing (66,666 plants ha⁻¹), whereas the tuber size was larger at 70 cm \times 30 cm plant spacing (47, 619 plants ha⁻¹). The highest marketable tuberous root weight per plant (0.527 kg), tuberous root diameter (62.59 mm), shoot fresh weight (509 g), and tuberous root yield per plant (616 g) were obtained at 70 cm \times 30 cm plant spacing. The average size of the tuber was reduced by the closer plant spacing. The reducing sugar content was influenced significantly by crop geometry and genotypes. The pooled data showed the highest (15.48 and 17.26%) reducing sugar in closer geometry 60 cm \times 25 cm and Local White genotype respectively and the lowest (11.54%) in the genotype CIP 440015. CIP genotypes, on the other hand, were high in β carotene content, whereas the Local White had a negligible amount (0.35 mg/100 g⁻¹). Findings suggest that crop geometry can have a considerable impact on sweet potato production. As a result, the geometry of sweet potatoes can be wide or narrow depending on our needs and the area available in our study area or a similar situation. With the progression of the storage period, physiological loss in weight (PLW) and rotting (%) were significantly increased in all treatments of the storage. In the 12th week of storage, the highest PLW was recorded in the tubers stored in open crates (70.2%) followed by natural mud pot (65.2%) whereas the lowest PLW was observed in tubers stored inside the dry sand (50.2%). No weevil infestation and sprouting were observed during the experimental period due to low temperature. The lowest tuber rotting (%) was recorded in the genotype CIP 440015 (55.3%) and inside dry sand (48.7%) during the 12th week of storage while it was the highest up to 85.9% in CIP 440267. The highest rotting (76.7%) was recorded in thin jute sack followed by natural mud pot (76.5%). The results showed an increment in dry matter and reducing sugar (%), while the reduction in β -carotene and starch content of tubers after 3 months of storage inside dry sand. There was strong positive correlation of storage duration with dry matter ($r=0.750$) and reducing sugar ($r=0.658$) whereas, a negative correlation with starch ($r=-0.918$) and β -carotene ($r=-0.352$) content of sweet potato genotypes. The study concluded that sweet potato tuber can be kept for 8 to 10 weeks in dry sand with minimum postharvest loss in ordinary room conditions and the Genotype CIP 440015 has good storability among the tested genotypes in similar conditions.

सन् २०१८ देखि २०१९ सम्म, खुमलटार, ललितपुर (१३६० मिटर) र रामपुर (२२८ मिटर), चितवन, नेपालमा सखरखण्डको जीनोटाईपहरूको वृद्धि, उत्पादन र गुणस्तर मापदण्डमा स्थान र बाली काट्ने समयको प्रभाव जाँच गर्न र बाली लगाउने दूरीको असर निर्धारण गर्न श्रृंखलावद्ध परीक्षणहरू गरिएको थियो। साधारण परिवेश तापक्रम अन्तर्गत विभिन्न भण्डारण अवस्थाहरूमा सखरखण्डको जीनोटाईपहरूको भण्डारण क्षमताको मूल्याङ्कन गर्न प्रयोगहरू पनि खुमलटार, ललितपुर, नेपालमा सञ्चालन गरिएको थियो। फिल्ड परीक्षणहरू सन् २०१८ र २०१९ को जुलाई देखि डिसेम्बर सम्म तीन प्रतिकृतिहरू सहित फ्याक्टोरियल ज्याण्डोमाईज्ड पूर्ण ब्लक डिजाईनमा गरिएको थियो र तीन सखरखण्डको जीनोटाईपहरू (सी.आई.पी. ४४००१५, सी.आई.पी. ४४०२६७ र स्थानीय सेतो), दुई स्थान, खुमलटार, ललितपुर र रामपुर, चितवन र दुई बाली काट्ने समय (लगाएको १२० र १५० दिन पछि) को कुल बाह्र उपचार संयोजन समावेश गरिएको थियो। त्यसै गरी, सन् २०१८ र २०१९ मा फ्याक्टोरियल ज्याण्डोमाईज्ड पूर्ण ब्लक डिजाईनमा तीन प्रतिकृति सहित फिल्ड परीक्षण गरिएको थियो, जस अन्तरगत चार बाली लगाउने दूरी (६० सेमी × २५ सेमी, ६० सेमी × ३० सेमी, ७० सेमी × २५ सेमी, र ७० सेमी × ३० सेमी) र तीन जीनोटाईपहरूको प्रभाव जाँच गर्नको लागि कुल बाह्र उपचार संयोजनहरू समावेश गरिएको थियो। त्यसै गरी डिसेम्बर २० देखि मार्च १३ सम्म खुमलटारमा साधारण परिवेशको तापक्रम (१०.११-१७.४९ डिग्री सेल्सियस) अन्तर्गत तीन वटा प्रतिकृति सहित फ्याक्टोरियल पूर्ण ज्याण्डोमाईज्ड डिजाईनमा भण्डारण परीक्षण गरिएको थियो। परीक्षणमा ४ महिनाको परिपक्वतामा खनिएका सखरखण्डका जरालाई सामान्य कोठामा सुक्खा बालुवा, काठको धुलो, पातलो जुटको बोरा, प्राकृतिक माटोको भाँडो र खुला क्रेटमा राखिएको थियो। सखरखण्डको जीनोटाईपहरू र लगाउने स्थानहरूले विरुवाको वृद्धि विशेषताहरूलाई महत्वपूर्ण रूपमा असर गरेको खोजहरूले देखाए। जीनोटाईपहरू र स्थानहरूमा प्रति विरुवा बजार योग्य जराको संख्या र वजन, कुल जराको वजन प्रति विरुवा र जरा उत्पादन प्रति हेक्टरमा उल्लेखनीय भिन्नता पाईयो। स्थानीय सेतोको तुलनामा, सी.आई.पी. ४४०२६७ ले उच्च कूल र बजार योग्य उपज उत्पादन गर्‍यो, औसत बजार योग्य जराको तौल प्रति विरुवा ०.४६८ किलो पाईयो। जीनोटाईप सी.आई.पी. ४४०२६७ ले २०१८ मा सबैभन्दा धेरै जराको तौल (०.३७० कि.ग्रा. प्रति विरुवा) र जराको कूल उपज प्रति हेक्टर २०.५७ मे.टन र २०१९ मा ०.६६३ कि.ग्रा. प्रति विरुवा र ३५.४८ मे.टन प्रति हेक्टर उत्पादन गर्‍यो। जीनोटाईप सी.आई.पी. ४४०२६७ ले औसत बढी उत्पादन २८.० मे.टन दिएको थियो। बाली काट्ने समयले उपजलाई खासै असर नगरेपनि १५० दिनमा खन्दा उपज थोरै बढेको देखियो। रामपुरको तुलनामा खुमलटारमा बढी उत्पादन भई स्थानहरूले उपज उल्लेखनीय रूपमा प्रभावित भएको देखियो। चिनीको मात्रा स्थानीय सेतोमा सबैभन्दा बढी हुँदा, चिनीको मात्रा, सुक्खा पदार्थ, स्टार्च र एमाईलोजको मात्रा जीनोटाईपहरू बीच फरक थिएन। बाली कटनी चाडोको तुलनामा (३०.६१%) ढिलोमा स्टार्च मात्रा २३.५९% ले कमी भएको पाईयो। बालीको ढिलो कटनीले, जरामा चिनीको मात्रा बढेको थियो। बिटा क्यारोटिनको मात्रा सी.आई.पी. जीनोटाईपहरूमा स्थानीय सेतो भन्दा धेरै बढी पाईयो, त्यस्तै खुमलटारको तुलनामा रामपुरमा स्टार्च, चिनीको मात्रा र बिटा क्यारोटिनको मात्रा बढी थियो। सुन्तला रंगको सखरखण्डको जीनोटाईप ललितपुर, खुमलटार जस्ता पहाडी क्षेत्रका लागि उपयुक्त छन भन्ने देखिन्छ। बाली लगाएको १२० र १५० दिनमा खन्दा जरा उत्पादनमा उल्लेखनीय फरक नदेखिए पनि, केही उत्पादनोपान्त गुणहरू ढिलो खन्दा (१५० दिनमा) कमसल पाईयो, तसर्थ सखरखण्ड बाली १२० दिनमा उपयुक्त उत्पादन र गुणस्तरीय विशेषताहरू सहित खन्न सकिन्छ। विभिन्न बाली लगाउने दूरीहरू मूल्याङ्कन गरिएका मध्ये ६६,६६६ विरुवाहरूको उच्चतम घनत्व प्रति हेक्टर (६० से.मि. × २५ से.मि.) अनुसार प्रति एकाई क्षेत्रमा बढी उत्पादन दिन सक्छ तर ७० से.मि. × ३० से.मि. दूरीले प्रति विरुवा बजार योग्य जराको तौल (०.५२७ कि.ग्रा.), जराको व्यास (६२.५९ मि.मी.), लहराको ताजा तौल प्रति विरुवा (५०९ ग्राम) र कुल जराको प्रति विरुवा तौल (६१६ ग्राम) बढाउनको लागि तथ्याङ्कीय रूपमा उच्च पाईयो। विरुवाको नजिकको दुरीले

दानाले दानाको आकार घटयो । हाम्रो खोजहरूले सुभाब दिन्छ कि बाली लगाउने दूरीहरूले सखरखण्डको उत्पादनमा उल्लेखनीय प्रभाव पार्न सक्छ । फलस्वरूप सखरखण्डको लगाउने दूरीहरू आवश्यकता र उपलब्ध क्षेत्र वा समान अवस्थाको आधारमा फराकिलो वा साँघुरो हुन सक्छ । भण्डारण अवधिको समय बढ्नुको साथै, भौतिक वजन घटने र सड्ने प्रतिशत भण्डारण प्रयोगका सबै उपचारहरूमा उल्लेखनीय रूपमा वृद्धि भएको थियो । भण्डारणको १२ औं हप्तामा, खुल्ला क्रेट (७०.२%) मा भण्डारण गरिएका जराहरूमा उच्चतम भौतिक वजन घट्ने रेकर्ड गरिएको थियो र त्यसपछि प्राकृतिक माटोको भाँडोमा (६५.२%) र सबैभन्दा कम भौतिक वजन घट्ने सुखा बालुवा भित्र भण्डारण गरिएका जराहरूमा (५०.२%) देखियो । परीक्षण अवधिमा घुन किराको प्रकोप र अंकुरण देखिएको छैन । भण्डारणको १२ औं हप्तामा जीनोटाईप सी.आई.पी. ४४००१५ (५५.३%) र सुखा बालुवा भित्र (४८.७%) जरा सड्ने सबैभन्दा कम प्रतिशत रेकर्ड गरिएको थियो जबकि सी.आई.पी. ४४०२६७ मा यो उच्चतम ८५.९% सम्म थियो । पातलो जुटको बोरा र प्राकृतिक माटोको भाँडामा उच्चतम सड्ने (क्रमशः ७६.७% र ७६.५%) देखियो । नतिजाले सुखा बालुवा भित्र ३ महिना भण्डारण गरेपछि जराको सुखा पदार्थ र चिनीको मात्रामा वृद्धि भएको छ भने बिटा क्यारोटिन र स्टार्चको मात्रामा कमी आएको छ । अध्ययनले यो निष्कर्ष निकालेको छ कि सखरखण्डको जरालाई सामान्य कोठाको अवस्थामा भण्डारण गर्दा न्यूनतम उत्पदानोप्रान्त क्षति सहित सुखा बालुवामा ८ देखि १० हप्तासम्म राख्न सकिन्छ र समान अवस्थामा परीक्षण गरिएका जीनोटाईपहरूमा जीनोटाइप सी.आई.पी. ४४००१५ ले राम्रो भण्डारण क्षमता देखाएको पाईयो ।

Genetic Diversity of Nepalese Finger Millet Landraces and Their Reaction to Blast Disease and Drought Stress Revealed by Phenotyping and Genome-Wide Association Study

Krishna Hari Ghimire (PLB-05P-2016), PhD 2024

Department of Genetics and Plant Breeding

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Madhav Prasad Pandey, PhD)

Finger millet (*Eleusine coracana* L. Gaertn.) is an important crop due to its stress resilient capacity and grain yields under dry environments. It is the fourth important crop in Nepal after rice, maize and wheat, however, is neglected from the mainstream research and development. Because of this, the rich finger millet genetic resource available in Nepal is still underutilized. With the objective of enhancing the utilization of Nepalese finger millet genetic resource, 300 accessions collected from 54 districts were studied in three sets of field experiments for two consecutive crop seasons (2017-2018) followed by genome-wide association study (GWAS). The agromorphological characterization and blast diseases screening were carried out at three hill locations (Kabre, Dolakha; Vijayanagar, Jumla; and Khumaltar, Lalitpur) whereas, drought screening was conducted at Khumaltar, Lalitpur. Genotyping-by-sequencing was performed at International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Hyderabad, India. Shannon-Weaver diversity indices (H') showed high diversity (0.647-0.908) for most of the studied qualitative and quantitative traits. Accessions were clustered into four distinct groups based on the quantitative traits. The correlation analyses indicated that accessions with early flowering, tall plants, long leaves, high tillers, large ears and bold grains can be selected for grain yield improvement. Fifteen landraces were selected based on stable grain yield over the environments, out of which, NGRC04849, NGRC06490, NGRC04871, NGRC06487, NGRC06489, NGRC04806 and NGRC04817 were superior ones. The landraces NGRC04849 and NGRC06490 produced 15.5% and 4.5% higher grain yield respectively, than Kabre Kodo-2, a latest and best performing variety amongst the five released varieties in Nepal. The highest incidence of leaf, neck, and finger blast was observed at Lalitpur, Dolakha and the least at Jumla condition. The overall disease incidence was higher in 2018 than in 2017. The combined analysis over the environments revealed a non-significant difference for leaf blast, however, the difference was highly significant for neck and finger blast. Among the accessions, about 32% had lower disease score for finger blast, 10% for neck blast, and 25% for leaf blast than the standard check variety Kabre Kodo-2. The landraces NGRC04798, NGRC03478, NGRC05765, NGRC03539, NGRC06484, NGRC01458, NGRC01495 and NGRC01597 were resistant to finger blast and neck blast. Five landraces namely, NGRC4849 (4670 kg ha⁻¹), NGRC6487 (3624 kg ha⁻¹), NGRC04852 (3426 kg ha⁻¹), NGRC03491 (3191 kg ha⁻¹) and NGRC6490 (3132 kg ha⁻¹) were identified as stable drought tolerant landraces. The landraces identified for blast resistance, drought tolerance, high yield and other traits can be promoted as candidate variety or utilized

in breeding programs. The GWAS identified 120 significant marker-trait associations (MTA) for nine traits and explained up to 43% phenotypic variation. Of these, four MTAs were associated with candidate genes for coding protein kinase and coiled-coil domain-containing protein. Post-validation, the significant MTAs and putative genes identified in this study could be deployed in molecular breeding programs to develop superior finger millet cultivars resilient to various biotic and abiotic stresses.

विभिन्न किसिमका तनाव सहने साथै सुख्खा वातावरणमा पनि पर्याप्त उत्पादन दिने क्षमता भएकोले कोदो एक महत्वपूर्ण बाली हो । धान, मकै र गहुँपछिको नेपालको चौथो प्रमुख बाली कोदो अनुसन्धान र विकासको मूल प्रवाहवाट हेलत्वमा परेको छ जसले गर्दा यसको प्रचुर विविधता अझै उपयोगमा आउन सकेको छैन । नेपाली कोदोको आनुवंशिक विविधताको उपयोगलाई बढाउने उद्देश्यले नेपालका ५४ जिल्लाबाट संकलन गरिएका कोदोका ३०० वटा जातहरूलाई सन् २०१७ र २०१८ को वर्षायाममा तिनवटा परीक्षणका सेटहरूमा अध्ययन पश्चात् जिनोम-वाइड एसोसिएशन अध्ययन गरिएको थियो । चरित्रचित्रण र मरुवा रोग सम्बन्धी परीक्षण काब्रे, दोलखा; विजयनगर, जुम्ला; तथा खुमलटार, ललितपुरको प्राकृतिक वातावरणमा साथै सुख्खा सहने सम्बन्धी परीक्षण खुमलटार, ललितपुरमा सञ्चालन भएको थियो । जिनोटाइपिङ्ग-वाइ-सिक्वेन्सिङ्ग मार्फत् जिनोम-वाइड एसोसिएशन अध्ययन सेमि-एरिड ट्रपिक्सको लागि अन्तरराष्ट्रिय बाली अनुसन्धान संस्थान, हैदरावाद, भारतमा गरिएको थियो । शानन-वेभर विविधता सुचकांक अनुसार विभिन्न गुणात्मक तथा मात्रात्मक गुणहरूमा परीक्षण गरिएका जातहरूमा उच्च विविधता (०.६४७-०.९०८) देखियो । विभिन्न मात्रात्मक गुणहरूको आधारमा ३०० संकलनहरूलाई चारवटा समुहमा विभाजन गरियो । सह-सम्बन्ध विश्लेषणले छिटो फूलने, अग्ला बोट, लामा पात, धेरै गाँज, ठूला बाला साथै पोटीला दाना हुने जातहरू छनौट गरी उत्पादनमा सुधार गर्न सकिने देखाएको छ । उत्पादन क्षमतामा स्थिरताको विश्लेषणको आधारमा १५ वटा उत्कृष्ट जातहरू छनौट गरिएको थियो, जसमध्ये एन.जी.आर.सी.०४८४९, एन.जी.आर.सी.०६४९०, एन.जी.आर.सी.०४८७१, एन.जी.आर.सी.०६४८७, एन.जी.आर.सी.०६४८९, एन.जी.आर.सी.०४८०६ र एन.जी.आर.सी.०४८१७ ले एक भन्दा धेरै स्थानमा राम्रो नतिजा देखाएका छन् । एन.जी.आर.सी.०४८४९ र एन.जी.आर.सी.०६४९० ले पाँचवटा उन्मोचित जातमध्ये सबैभन्दा राम्रो र नयाँ जात काब्रे कोदो-२ ले भन्दा क्रमशः १५.५% र ४.५% बढी उत्पादन दिएको पाइयो । कोदोको पात, घाँटी र औँलामा लाग्ने तीनै किसिमको मरुवा रोगको प्रकोप सबैभन्दा धेरै ललितपुरमा, त्यसपछि दोलखा र सबैभन्दा कम जुम्लामा पाइयो भने पहिलो वर्ष (सन् २०१७) मा भन्दा दोस्रो वर्ष (सन् २०१८) मा समग्रमा मरुवा रोग धेरै लागेको पाइयो । तीनवटै परीक्षण स्थलहरूको औसत आंकडा विश्लेषण गर्दा पातको मरुवाको आधारमा जातहरूमा तात्विक भिन्नता पाइएन भने घाँटी र औँलाको मरुवा रोगको आधारमा जातहरूको बीचमा अत्यन्तै ठूलो भिन्नता भेटियो । काब्रे कोदो-२ को तुलनामा समग्रमा करिब २५% जातहरूमा पातको मरुवा, १०% मा घाँटीको मरुवा र ३२% मा औँलाको मरुवा रोग कम लागेको पाइयो । एन.जी.आर.सी.०४७९८, एन.जी.आर.सी.०३४७८, एन.जी.आर.सी.०५७६५, एन.जी.आर.सी.०३५३९, एन.जी.आर.सी.०६४८४, एन.जी.आर.सी.०१४५८, एन.जी.आर.सी.०१४९५, एन.जी.आर.सी.०१५९७ आदि जातहरूमा औँलाको मरुवा रोग (२.१-२.३) तथा घाँटीको मरुवा रोग (१.५-२.३) कम देखियो । पाँच वटा रैथाने जातहरू: एन.जी.आर.सी.०४८४९ (४६७० के.जी./हेक्टर), एन.जी.आर.सी.०६४८७ (३६२४ के.जी./हेक्टर), एन.जी.आर.सी.०४८५२ (३४२६ के.जी./हेक्टर), एन.जी.आर.सी.०३४९१ (३१९१ के.जी./हेक्टर) र एन.जी.आर.सी.०६४९० (३१३२ के.जी./हेक्टर) मा सुख्खा सहने क्षमतामा स्थिरता देखियो । यस अध्ययनबाट मरुवा रोग प्रतिरोधी, सुख्खा सहने, उच्च उत्पादन क्षमता तथा अन्य गुणहरूको लागि सम्भाव्य दाता जातहरूको पहिचान

गरिएको छ, जसलाई आगामी दिनहरूमा कोदो प्रजनन् कार्यमा प्रयोग गर्न सकिने देखिन्छ। जिनोम-वाइड एसोसिएशन अध्ययन को नतिजा अनुसार विभिन्न नौ वटा गुणहरूको लागि ४३% सम्म फिनोटाइपिक भिन्नता व्याख्या गर्ने १२० वटा मार्कर-ट्रेट एसोसिएशनहरू पहिचान भएका छन्। यसमध्ये चारवटा प्रोटीन-काइनेज र कोइल्ड-कोइल डोमेन प्रोटीन निर्धारण गर्ने उम्मेदवार जीन सँग सम्बन्धित रहेका छन्। यो अध्ययनबाट पहिचान भएका मार्कर-ट्रेट एसोसिएशन एवं निहित जीनहरू विभिन्न जैविक तथा अजैविक तनाव सहन सक्ने कोदोका नयाँ उत्कृष्ट जातहरू विकास गर्नको लागि आनुवंशिक बाली प्रजनन् कार्यमा उपयोग गर्न सकिन्छ।

QTL Environment Interaction for Yield and Yield -Related Traits of Rice under Diverse Rainfed Lowland

Santosh Raj Tripathi (PLB-01P-2016), PhD 2024

Department of Genetics and Plant Breeding

(Chairperson of the Advisory Committee: Krishna Hari Dhakal, PhD)

Drought and flood are becoming serious limiting factors to rice production and yield stability in rainfed lowland areas. Genotypes alter their relative behavior in different environments, while quantitative characters are inherited to polygene and have strong environmental influence. This study aims to identify and develop a rice variety with high yield, anaerobic germination, drought and stagnant flooding tolerance for rainfed lowland fields. Mapping populations developed from two parents (IRRI 119 and Samba Mahsuri) were used to study the genetic basis of abiotic stress tolerance related important traits. IRRI 119 was backcrossed to an F_1 progeny to generate BC_1F_1 and was allowed to self until BC_1F_3 generation. Four hundred BC_1F_3 lines were used to generate genotypic data, while more advanced line $BC_1F_{3:4}$ and $BC_1F_{3:5}$ were used to generate phenotypic data. These 400 lines along with parents were planted in three growing conditions by using augmented design at DoAR, Tarahara under rainfed lowland conditions during 2019 and 2020. Yield and yield related trait's performance were studied under the stagnant flood, reproductive stage, drought stress and irrigated condition to understand the relationship among stagnant flood tolerance (SFT), drought tolerance (DT) and yield potential (YP) in rice. Likewise, anaerobic germination and their underlying mechanisms were evaluated over two years in lab condition. Total of 1,14,000 SNPs derived from the 1k Rice Custom Amplicon (RiCA) SRR genotyping with call rate of 80% and minor allele frequency (MAF) of >5% (24306 SNPs) were used to estimate the genetic relationship. Genome-wide association study was performed to identify significant marker-trait associations (MTAs) for traits enhancing rice adaptability to rainfed lowland ecosystem. The results showed that the level of genomic characterization that applied allows the prediction of yield traits evaluated in three different production environments. These results represent the concrete illustration of the genomic selection for potential concerning complex traits in rice with high abiotic stress tolerance. Eleven genotypes produced higher grain yield and had higher stress tolerance index (0.60) under drought conditions. While three genotypes were shown to have consistent performance and high yields during stagnant flooding. Similarly, twelve genotypes had more than 80 percent germination under anaerobic condition. In drought condition, overlapping QTL qDTY2.2 and qPL2 were found on Chromosome-2 associated with grain yield and panicle length. Similar QTLs for 1000 grain weight in Chromosome 8, QTL for plant height in Chromosome-7, QTL for days to 50% flowering in Chromosomes 4, 5, 6, and 12. QTL for spikelet

fertility percentage was found in Chromosome- 2, 4, 5, 6, 7, 9, Chromosome- 10, 11, and 12 where QTL for straw yield was found in Chromosome- 6 and 11. There was a tendency for unidirectional positive additive effects, as shown by the fact that 10% of detected QTL showed additive effects contributed by the recurrent parent and 90% by the donor parent. The QTLs for grain yield in stagnant flood conditions were found on Chromosome- 1, 2, 4, 5, 7, and 9, whereas the QTL for survival in 60 cm of stagnant water was found on Chromosome- 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9 and 11. In anaerobic germination condition, QTL for coleoptile length were found on Chromosome-1, 2, 3, 4, 5, 6 and 9 where QTL qAG for germination was found on 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10 and 12. Nearly 98% of identified QTLs showed additive effects contributed by recurrent parents. AMMI analysis of variance over time of grain yield of 400 rice mapping populations in three environments showed that PC1 and PC2 accounted for 72.6% and 18.35%, respectively. The study found that QTLs for traits like anaerobic germination, grain yield, survival in stagnant floods, and coleoptile length varied over time. Epistatic effects were more significant than additive effects in the population. The QTL × Environment interaction was found to be a significant factor in epistatic effect. This interaction is significant for many QTLs, even highly heritable traits. Droughts have been observed near the center and may be informative, whereas normal irrigation and stagnant floods were the least representative over the years. Genotypes IR 129077:1-1-19-6-B, IR 129077:2-1-30 -8 -B, IR129077:1-1-6-8-B and IR 129077:2-1-22-6-B showed the highest average yield and stability. Therefore, these genotypes can be used as donors in breeding programs and should be promoted in areas of the country where such environments are prevalent.

असिंचित धानबाली उत्पादन र स्थिरता (उपज) को लागि खडेरी र बाढी गम्भीर रूपमा असर पुऱ्याउने कारकहरू भएर रहेका छन् । मात्रात्मक चरित्रहरू दुई भन्दा बढी जिनले निर्धारण गरि वंशानुगत रूपमा सर्ने हुन्छन् र यिनीहरूमा बलियो वातावरणीय प्रभाव हुन्छ, त्यसैले हरूले विभिन्न वातावरणमा तिनीहरूको सापेक्ष व्यवहारलाई परिवर्तन गर्दछ । यस अध्ययनको उद्देश्य वर्षामा आधारित तल्लो क्षेत्रका लागि उच्च उपज, एनारोबिक अंकुरण, खडेरी सहिष्णुता, र स्थिर बाढी सहन सक्ने धानको प्रजाति पहिचान र विकास गर्ने रहेको छ । दुई प्यारेन्ट (इरी ११९ र साम्भा महसुरी) बाट विकसित गरिएको मानचित्रण धानको जनसंख्यालाई अजैविक तनाव सहन सक्ने क्षमता सम्बन्धि विशेषताहरूको आनुवंशिक आधार अध्ययन गर्न प्रयोग गरिएको थियो । इरी ११९ लाई F_1 संग ब्याकक्रस गरि BC_1F_1 उत्पन्न गरियो र उक्त BC_1F_1 लाई BC_1F_3 सम्म स्व परागसेचन हुन दिईयो । चार सय BC_1F_3 लाइनहरूलाई जीनोटाईपिक तथाङ्क उत्पन्न गर्नका लागि प्रयोग गरियो । थप उन्नत लाईन $BC_1F_{3:4}$ र $BC_1F_{3:5}$ लाई फेनोटाईपिक तथाङ्क उत्पन्न गर्न प्रयोग गरिएको थियो । कृषि अनुसन्धान निर्देशनालय, तरहरामा २०१९ र २०२० मा दुई प्यारेन्ट सहित यी ४०० लाइनहरू वर्षामा आधारित तीन वातावरणमा अगुमेन्टेड डिजाइनमा रोपिएका थिए । स्थिर बाढी, प्रजनन चरण खडेरी तनाव, र सिंचितमा उत्पादन र उपज सम्बन्धित संघहरूको स्थिर बाढी सहिष्णुता, खडेरी सहनशीलता र धानमा उत्पादन क्षमता बीचको सम्बन्ध बुझ्न र तिनीहरूको अन्तर्निहित संयन्त्रहरू अध्ययन गरियो । यसै गरी, अक्सिजनरहित अंकुरण र तिनीहरूको अन्तर्निहित संयन्त्रहरू प्रयोगशालामा दुई वर्ष मूल्याङ्कन गरियो । कुल १,१४,००० SNPs 1k

राइस कस्टम एम्प्लिकन (RiCA) SRR Genotyping बाट ८०% को कल दर र माईनर एलिल फ्रिक्वेन्सी ५% भन्दा बढी (२४३०६ SNPs) बाट आनुवंशिक सम्बन्ध अनुमान गर्न प्रयोग गरियो । महत्वपूर्ण गुण चिनिने संघहरू को पहिचान गरि अर्सिचित धान खेतीमा अनुकूलनीयता अभिवृद्धि गर्न जीनोम संघन संघ अध्ययन गरियो । नतिजाहरूले के देखाउँछ भने प्रयोग गरिएको जीनोमिक विशेषताको स्तरले तीन फरक उत्पादन वातावरणमा मूल्याङ्कन गरिएको उपज संघहरूको भविष्यवाणी गर्न अनुमति दिन्छ । यी नतिजाहरूले उच्च अजैविक तनाव सहिष्णु धानका लागि जटिल संघहरू सम्भाव्यताको लागि जीनोमिक चयनको ठोस चित्रण गर्दछ । एघार प्रजातिहरूमा उच्च उत्पादन र खडेरी तनाव सहनशीलता सूचकांक (०.६०) पाइयो । जबकि तीन प्रजातिहरूले स्थिर बाढीको समयमा लगातार प्रदर्शन र उच्च उपज देखाए । त्यस्तै, बाह्र प्रजातिहरूको अक्सिजनरहित अवस्थामा ८० प्रतिशत भन्दा बढी अंकुरण थिए । खडेरी अवस्थामा, क्रोमोजोम-२ मा QTL qDTY_{2.2} उत्पादन र QTL qPL₂ बालाको लम्बाई ओभरल्यापिड भएको फेला पर्यो । यसैगरि क्रोमोजोम-८ मा १००० दानाको वजनको, क्रोमोजोम-७ मा बोटको उचाई, क्रोमोजोम-४, ५, ६ र १२ मा फूल फुल्ने दिनको, क्रोमोजोम-२, ४, ५, ६, ७, ९, १०, ११ र १२ मा बालाको प्रजनन प्रतिशतको र क्रोमोजोम-६ र ११ मा पराल उत्पादनको QTL हरू फेला परे । तथ्यले देखाए अनुसार १०% पत्ता लगाइएको QTL आवर्ती अभिभावक र ९०% दाता अभिभावकले योगदान गरेको पाईयो । स्थिर बाढीको अवस्थामा उत्पादनको लागि QTLs क्रोमोजोम-१, २, ४, ५, ७ र ९ मा पाईयो, जबकि ६० सेन्टिमिटर स्थिर पानीमा बाँचनको लागि QTL क्रोमोजोम-१, २, ३, ४, ५, ७, ९ र ११ मा पाईयो । अक्सिजनरहित अंकुरणमा, अंकुरित टुसाको लम्बाइको लागि QTL क्रोमोजोम-१, २, ३, ४, ५, ६, र ९ र अक्सिजनरहित अंकुरणका लागि QTL qAG क्रोमोजोम-१, २, ४, ५, ६, ८, ९, १० र १२ मा पाईयो । पहिचान गरिएका QTLs को लगभग ९८% को थप प्रभावहरूमा आवर्ती अभिभावकको योगदान देखियो । तीन वातावरणमा ४०० मानचित्रण धान जनसंख्याको उत्पादनको समयमा भिन्नताको AMMI विश्लेषण गर्दा PC1 र PC2 क्रमशः ७२.६ % र १८.३५ % पाईयो । अध्ययनले अक्सिजनरहित अंकुरण, उत्पादन, स्थिर बाढीमा बाँचन र अंकुरित टुसाको लम्बाइ जस्ता विशेषताहरूका लागि QTLs समयसँगै भिन्न भएको पत्ता लगायो । Epistatic प्रभाव जनसंख्या मा additive प्रभाव भन्दा बढी महत्वपूर्ण थियो । QTL × वातावरणमा epistatic प्रभाव महत्वपूर्ण पाइयो । प्रजातिहरू IR 129077M1-1-19-6-B, IR 129077M2-1-30-8-B, IR129077M1-1-6-8-B र IR 129077M2-1-22-6-B ले तीनवटा परिवेशहरूमा उच्चतम औसत उत्पादन र स्थिरता देखायो । तसर्थ, यी प्रजातिहरूलाई प्रजनन कार्यक्रमहरूमा दाताको रूपमा प्रयोग गर्न सकिन्छ र त्यस्ता वातावरणहरू भएको क्षेत्रहरूमा प्रवर्धन गरिनुपर्छ ।

Effect of Supplementing Urea, Yeast and Bacterial Probiotics on Nutrient Utilization and Productivity of Lactating Crossbred Dairy Cattle in Nepal

Tulasi Prasad Paudel (LPM-02P-2016), PhD 2024

Department of Livestock Production and Management

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Naba Raj Devkota, PhD)

In recent years, researchers have been exploring various dietary supplements for dairy cattle to enhance their productivity and overall health. This study focused on possible contribution of three specific agents: urea, different types of yeast, and bacterial probiotics, all aimed at improving digestion efficiency and productivity in dairy cows. A total of three experiments were conducted. All three experiments involved separate sets of 12 lactating cows with four treatments, each replicated for three times in a Completely Randomized Design at Rampur, Chitwan, Nepal. In the first experiment, inclusion of sustained-release urea (SRU) in the diet improved the digestibility of key nutrients, which was also reflected in body weight gain. Additionally, the synthesis and absorption of microbial protein in the rumen were also enhanced by SRU, along with improvements in milk production and milk quality parameters. Hematology and blood biochemistry results also demonstrated positive changes. Likewise, improvements in digestibility were observed in the second experiment when live yeast (LVY) was included. The group receiving a combination of both live and baker's yeast exhibited the best body weight gain, while dry matter intake remained unaffected. The supply and absorption of microbial nitrogen were also higher for LVY. Changes in milk production and key milk quality parameters were better with the yeast combo. Hematological indices did not show a distinct pattern, while the biochemical parameters remained statistically consistent. In the third experiment, the digestibility of major nutrients was higher in cows supplemented with *Lactobacillus acidophilus*, while the change in body weight was better in the group receiving *Enterococcus faecium* supplementation. Furthermore, the supply of microbial nitrogen to the rumen was higher in the *L. acidophilus*-supplemented group. No significant differences were observed in blood indices and the total count of rumen ciliate protozoa across the groups. Findings thus well revealed that the use of urea has been crucially important in improving the digestion efficiency and supply of microbial protein to the rumen when fed in moderate quantities, though the impact on overall health and growth parameters were not very noticeable. On the other hand, supplementation of yeast could also be instrumental in improving the digestion as well as microbial protein supply, which could be important to consider in the dietary management of dairy cattle.

हालैका वर्षहरुमा दुधालु गाईको स्वास्थ्य एवं उत्पादकत्व अभिवृद्धि गर्न बैज्ञानिकहरुले पुरक आहाराको अनुसन्धान गरिरहेका छन्। यो अनुसन्धानले पनि त्यस्तै तीनवटा पुरक आहाराका प्रकारहरुको संभावित योगदानको अध्ययन

गरेको थियो । गैर प्रोटिनजन्य नाईट्रोजनको श्रोतको रूपमा युरिया, दुसीजन्य प्रोवायोिटिकका रूपमा यिष्ट र तीनवटा जीवाणुजन्य प्रोवायोिटिकहरूको पाचन प्रभावकारिता एवं उत्पादकत्व प्रवर्धन गर्नका लागि अध्ययन गरिएको थियो । समग्रमा तीनवटा परीक्षणहरू संचालन गरिएका थिए । पहिलो अनुसन्धान परीक्षणमा लेपन गरिएको युरिया खुवाउँदा प्रमुख पोषक तत्वहरू पचाउने क्षमतामा सुधार भएको पाइयो । यसरी सुधार भएको पाचन क्षमताको प्रभाव गाईको शारिरिक तौलमा भएको सुधारमा पनि देखिएको छ । लेपन लगाइएको युरिया खुवाइएका गाईहरूमा जीवाणुजन्य प्रोटिनको संश्लेषण एवं शोषण पनि बढी भएको पाइएको छ । साथसाथै दैनिक दूध उत्पादन र दूधको गुणस्तरका सूचकहरू चिल्लो पदार्थ र गैर चिल्लो ठोस पदार्थ पनि बढी भएको पाइएको छ । रगतका सूचकहरू पनि लेपन गरिएको युरिया खुवाइका गाईमा सुधार भएको पाइएको छ । त्यसैगरी, दोश्रो परीक्षणमा यिष्टका विभिन्न प्रकारहरूको अन्वेषण गरिएको थियो जसमा जिवित यिष्ट खुवाइएका गाईहरूमा मुख्य पोषक तत्वहरू पाचन शक्तिको प्रवर्धन भएको पाइएको छ । प्युरिन उपजहरस्को उत्सर्जन तथा जैविक प्रोटिनको संश्लेषण समेत जिवित यिष्ट खुवाएका गाईमा सुधारिएको देखिएको छ । तर जिवित र बेकर यिष्ट मिश्रण गरी खुवाइएका गाईको शारिरिक तौल बढेको तर खुख्खा पदार्थको ग्रहण भने समान रहेको पाइन्छ । मिश्रित यिष्ट खुवाइएका गाईहरूको दैनिक औसत दूध उत्पादन एवं दूधको गुणस्तर समेत सुधार भएको पाइएको छ । रगतका सूचकहरूमा भने यिष्टका प्रकारको कुनै प्रभाव परेको देखिएन । तेश्रो परीक्षणमा तीनवटा जीवाणुजन्य प्रोवायोिटिकको तुलनात्मक अध्ययन गरिएको थियो जसमा ल्याक्टोव्यासिलस एसिडोफिलस खुवाइएका गाईहरूको मुख्य पोषक तत्वहरूको पाचन सुधार भएको तर शारिरिक सुधार भने इन्टेरोकोकस फेसियम खुवाइएका गाईमा पाइयो । जैविक प्रोटिनको उत्पादन तथा त्यसका लागि आवश्यक प्युरिन उपजहरूको उत्सर्जन भने ल्याक्टोव्यासिलस खुवाइएका गाईहरूमा बढी भएको पाइएको छ । रगतका सूचक तथा पेटमा पाइने भुवादार प्रोटोजोवाको संख्यामा भने प्रोवायोिटिकको प्रकारले कुनै असर गरेको देखिएन । स्वास्थ्य तथा वृद्धिजन्य सूचकहरूमा उल्लेख्य असर नदेखिएपनि यूरियाको ठीक मात्रामा प्रयोग गर्दा पचाउने क्षमता र जैविक प्रोटिनको आपूर्ति सुधारिएको पाइएको छ । त्यसैगरी पाचन क्षमता र जैविक प्रोटिन आपूर्तिमा यिष्टको प्रयोग सहायक सिद्ध हुन सक्ने तथ्यलाई दुधालु गाईको आहारा व्यवस्थापनमा ध्यान दिन जरुरी छ ।

Association of Standing Behaviour, Husbandry Practices, and Udder Biometrics with somatic Cell count and Subclinical Mastitis in Dairy Cows

Dipesh Kumar Chetri (LPM-01P-2017), PhD 2024

Department of Livestock Production and Management

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Naba Raj Devkota, PhD)

The study examined the association of standing behavior, husbandry practices, and udder- teat (UT) biometrics with the milk somatic cell count (SCC) to predict the risk of subclinical mastitis (SCM) in dairy cows. An investigation was carried out from September 2019 to March 2020 involving cows with apparently healthy udders subjected to different feeding strategies (pre-, during-, and post-milking feeding at varying intervals). Behavioral patterns, such as lying time, bout frequencies, and post-milking standing duration (PMSD) were monitored using pedometers, and SCC and milk constituents were analyzed fortnightly. The UT biometrics were obtained both by measurement and by visual scoring, while a single observer obtained hygiene scores of udders, flank and lower legs on scale of 1 (clean) to 4 score (extremely dirty). Statistical analysis was performed by SPSS packages (version 25) for univariate ANOVA, Pearson's correlation, Chi-square test, and binomial logistic regression. The results revealed that immediate post-milking feeding (+iPMF) increased lying time ($p=0.003$) and bout duration ($p=0.001$) while reducing SCC at both quarter ($p=0.001, 0.005$) and udder levels ($p=0.001$); were consistently associated with longer PMSD, suggesting a decreased risk of SCM. The PMSD showed a significant negative relationship with milk SCC of front teats ($p=0.001$; $r=-0.26$) and at the udder level ($p=0.001$; $r=-0.298$). Additionally, poor hygiene scores of udder, flank, and lower legs were associated ($p<0.001$) with elevated SCC and occurrence of SCM. Further, pre-milking feeding resulted in higher milk fat, while post-milking feeding could lower the SCC. The UT biometrics, such as teat length (TL), diameter (TD), and teat-to-floor distance (TFD) were associated with SCM. The SCM animals had low set udders, longer and thicker teats with smaller udder length, width, TFD and distance between teats. The increase in TL and TD, and decrease in TFD escalated the risk of SCM by 11.55 folds for front, 3.88 folds for hind, 9.58 times for right-teats and 8.52 folds for thicker-teats. Thus, the study highlights the importance of optimizing feeding strategies, cow hygiene, and consideration of UT biometrics in improving cow welfare, UH, and milk quality. Further allied research is needed to refine the effects of these issues for improvement in dairy production.

दुहना गाईहरूको उठ्ने-वस्ने व्यवहार, विभिन्न गोठकर्महरू तथा कल्चौंडा र थुनहरूको वायोमेट्रिक मापन र सोमाटिक कोषहरू गणना (SCC) को सम्बन्ध अध्ययन गरी सुषुप्त थुनेला (SCM) रोगको आँकलन गर्न यी श्रृङ्खलावद्ध प्रयोगहरू सम्पन्न गरिएको हो। सेप्टेम्बर २०१९ देखि मार्च २०२० सम्म थुनेलोरहित गाईहरूमा गरिएका यी प्रयोगहरू भिन्न पोषण योजना तथा विविध दानापानीको रणनीतिहरूमा (दुहुनु अघि, दुहने क्रममा र दुहेपछिको विभिन्न अन्तरालहरू)

आधारित रहेको थियो। गाईहरूको उठ्ने(बस्ने व्यवहारहरू जस्तै, बस्ने अवधि, प्रतिदिन वसाईको पटक र दुहेपछिको उठ्ने अवधि (PMSD) पेडोमिटर प्रयोग गरेर मापन गरियो भने SCC र दुधको संरचना स्वचालित यन्त्रबाट १५ दिनको अन्तरालमा विश्लेषण गरियो। कल्चौँडा थुनको वायोमेट्रिक सम्बन्धित अङ्कहरूको मापन तथा प्रत्यक्ष निगरानीबाट प्राप्त गरियो भने कल्चौँडा, पार्श्व र खुट्टाको तल्लो भागहरूको स्वच्छताको अङ्कन एकै पर्यवेक्षकबाट १ (सफा) देखि ४ (अति फोहर) तहमा सङ्केतन गरियो। एकपक्षीय ANOVA, पियर्सन्स सम्बन्ध विश्लेषण, काई-वर्ग परिक्षण तथा द्विपक्षीय तर्क विश्लेषण जस्ता तथ्याङ्कीय पृथकीकरण कार्यको लागि SPSS प्याकेज (संस्करण २५) प्रयोग गरियो। प्राप्त नतिजा अनुसार दुहुनासाथ तुरुन्त दाना-पानीको व्यवस्था गर्दा प्रतिदिन कुल बस्ने अवधि ($p=0.003$) र प्रति वसाई अवधि ($p=0.001$) बढेको पाईयो भने थुन ($p=0.001, 0.005$) तथा कल्चौँडा स्तरमा ($p=0.001$) SCC घटेको देखियो, अनि यी स्पष्टसँग लामो PMSD सँग सम्बद्ध भएको पनि पाईयो, जसले पशुवस्तुमा सुषुप्त थुनेलोको जोखिम घटेको संकेत गर्छ। दुहेपछिको उभिने अवधिको थुन ($p=0.001; r = -0.26$) र कल्चौँडा ($p=0.0001; r = 0.298$) को SCC सँग महत्वपूर्ण र ऋणात्मक सम्बन्ध रहेको देखियो साथै कल्चौँडा, पार्श्व र खुट्टाको तल्ला भागहरूको फोहोरपना उच्च SCC र सुषुप्त थुनेलोको जोखिमसँग अनोन्याश्रित रूपमा सम्बन्धित ($p=0.001$) रहेको पनि देखियो। यी ठाउँहरूको उच्च स्वच्छता ब्याक्टेरियाको जोखिम कम गर्न र कल्चौँडा स्वास्थ्य सुधार गर्न महत्वपूर्ण रहेको पाइयो। थप विश्लेषणले दुहुनु अधिको दानापानीले धृताङ्स बढेको तथा दुहेपछिको दानापानीको व्यवस्थापनले SCC घटेको पनि देखियो। अभै कल्चौँडा-थुनको वायोमेट्रिकहरू जस्तै थुनको लम्बाई, गोलाई तथा भुईँसम्मको दुरी SCM को जोखिमसँग सम्बन्धित रहेको देखियो। SCM भएका पशुहरूमा लामा र चौडा थुनहरू, तलसम्म भरेका कल्चौँडा र थुनदेखि भुईँ सम्मको तथा थुन विचको दुरी घटेको पनि देखियो। थुनको लम्बाई र गोलाई बढ्दा तथा थुन देखि भुईँसम्मको दुरी घट्दा SCM को जोखिम अगाडी थुनमा ११.५५ गुणा, पछाडी थुनमा ३.८८ गुणा, दायाँ थुनमा ९.५८ गुणा र मोटा थुनमा ९.५२ गुणा बढेको पाइयो। तसर्थ, यी नतिजाहरूले दुहुना गाईहरूको कल्चौँडाको स्वास्थ्य उच्च राख्न र दुधको गुणस्तर सुधार गर्न दानापानी व्यवस्थापन रणनीतिको अनुकूलन र पशु स्वच्छतामा सुधार साथै कल्चौँडा-थुनको वायोमेट्रिकहरूलाई पनि उत्तिकै महत्व दिनुपर्ने तथ्यहरू उजागर गर्‍यो। यी महत्वपूर्ण पाटाहरूले गुणस्तरीय दुग्ध उत्पादनमा पार्ने प्रभावहरूको अझ मिहिन अध्ययन र अनुसन्धान आवश्यक छ।

Farming Systems in Rural Nepal: Characterization, Interaction and Determinants

Pankaj Raj Dhital (EXT-01P-2017), PhD 2024

Department of Agricultural Extension and Rural Sociology
(Chairperson of the Advisory Committee: Ganapati Ojha, PhD)

Agriculture is vital for people's livelihoods in rural Nepal, whereas recognition of the complexities of agricultural practices in the given niche is important to consider to formulate area specific approaches that may enhance sustainability and improve the welfare of rural populations. A study was done in the Ghaghara-Karnali river system in the northwest part of Nepal to identify and characterize properties of diverse farming systems in western rural Nepal; analyze and determine the functional relationship and interaction among major components of the farming systems as well as to understand farming system dynamics for its sustainability; examine the contribution of crop and livestock enterprises in the socioeconomic dimensions of the rural farmers in relation to farming system characterization; and assess the determinants of the farming systems and its components in the western rural areas for a good understanding of the overall rural agriculture and rural life in 2019. Using the multi-stage purposive random sampling method, 390 respondents were chosen from the Karnali river system representing all the three geographical area of high hill; mid hill and plain terai. Jumla, Achham, and Kailali were the representative districts selected. Findings revealed that three key enterprises - agronomy, livestock, and horticulture - were dominated by the integration or multi-enterprise farming system. The pattern of household involvement in each enterprise under study was essentially similar, with nine out of ten households adopting major cereal crops, about four-fifths of them adopting livestock, and about three-fourths adopting the production of vegetables. About two-fifths of them had fruit trees in the enterprise, where almost all of the households were non-commercial in nature. The findings also revealed that family size was the only significant variable in making decisions by the farmers to adopt or pursue agronomy-based enterprises. The age of the household head, gender, dependency ratio, and credit facility were significantly associated with the adoption of the livestock enterprise by the household, while credit and gender had a negative and significant association with adoption decisions, and other variables had a positive correlation. Likewise, the gender of the household head, size of the family, and visit by the extension workers influence the farmer's decision on the adoption of horticultural enterprise. Likewise, adoption of livestock was negatively impacted by the head of the household's gender, ethnicity, size of family, and farmers' interaction with extension agents, whereas the major occupation of the head of the household and availability to financial facilities or credit were found to be associated with a greater likelihood of adopting livestock in a different region. Thus, determinants of the farm enterprise differ in different regions of the high hill, mid

hill, and terai region. The findings suggested employing a systems-thinking approach to analyze the farming system, acknowledging that its components are strongly intertwined and influence one another.

कृषि पेशा नेपाली ग्रामिण भेगको जीविकोपार्जनको मुल आधार हो । तसर्थ विभिन्न भूक्षेत्र र भेगहरूको कृषि अभ्यासको जटिलताको क्षेत्रविशेष अध्ययन तथा विकाशले कृषि विकासका उपायहरू बनाउन र यसको महत्वलाई जोगाउन सक्छ जुन ग्रामिण जनसंख्याको जीवनस्तर सुधारका साथ हितमा पनि रहन्छ । यो अध्ययन पश्चिम नेपालको ग्रामिण भागमा विशेष गरि घाघरा/कर्णाली नदि क्षेत्र मा गरिएको थियो । सन् २०१९ मा गरिएको यस अध्ययन को मुख्य उद्देश्य गाँउ जीवन र कृषि विशेष अवलोकनका साथै नेपाली ग्रामिण कृषि प्रणालीको पहिचान गर्नु, यसका प्रमुख घटकहरू वीचको सम्बन्ध र अन्तक्रियाको स्थिति निर्धारण र स्थायित्वका लागि कृषि प्रणालीको गतिविधि बुझ्नु; कृषि प्रणाली चरित्रकरणसंग सम्बन्धित ग्रामिण गाउँवासीहरूको सामाजिक आयाममा कृषि र पशुपालन उद्यमको योगदान अध्ययन गर्नु । बहु चरण उद्देश्य पूर्ण नमुना छनौट विधि प्रयोग गरि कर्णाली नदी प्रणालीको क्षेत्र बाट बाट उच्च पहाडी; मध्य पहाडी र तराईका तीन भौगोलिक क्षेत्रको प्रतिनिधित्व रहने गरि जुम्ला, अछाम र कैलाली जिल्ला भित्रका ३९० कृषक घरधुरीहरू चयन गरिएका थिए । अनुसन्धानबाट बहुसंख्यक परिवारहरू तीन मुख्य उद्यम अन्न बालि, वागवानी तथा पशुपालन सम्बन्धि कृषि कार्यमा बढी संलग्न रहेको देखायो । हरेक क्षेत्रमा कृषिमा सहभागी परिवारहरूको कृषि प्रणाली क्षेत्र अनुसार फरक रहेको तर एकै क्षेत्र भित्र लगभग उस्तै उस्तै हुने रहेछ भन्ने देखियो जसमा करिब दश मध्ये नौ घरधुरी अन्नबाली उत्पादन गर्ने, पाँच मध्ये चार घरधुरी पशुपालन गर्ने र करिब चारमा तीन घरधुरी हरू वागवानी सम्बन्धित तरकारी अथवा फलफुल खेति अनुग्रह गर्ने गरेको देखियो । उक्त ग्रामिण क्षेत्रमा लगभग सबै जसो घरधुरी हरू गैर व्यापारिक प्रकृतिमा कृषि गर्ने गरेको देखियो । अनुसन्धानमा यो पनि देखाएको थियो कि, परिवारको आकारले मात्र किसानले कृषि कर्म मा अन्न बालि उत्पादन गर्ने कुरो निर्धारण गर्न महत्वपूर्ण भूमिका खेल्ने देखियो । परिवारको मुख्य व्यक्तिको उमेर, लिङ्ग, निर्भरता अनुपात, र कर्जा सुविधा पशुपालन उद्यमलाई अनुग्रह गर्ने किसानहरूको निर्णयमा महत्त्वपूर्ण भूमिका खेल्ने आधार देखियो जबकि क्रेडिट र लिङ्गको अनुग्रहमा नकारात्मक र महत्त्वपूर्ण सम्बन्ध रहेको थियो र अन्य आधारहरूसँग सकारात्मक सम्बन्ध थियो। यस्तै, घरपरिवारको मुख्यको लिङ्ग, परिवारको आकार, र प्रसार कामकर्मीहरूको भ्रमणले वागवानी उद्यमको अपेक्षित किसानको निर्णयमा असर गर्ने देखियो । यसै गरी, पशुपालन व्यवसायको अनुग्रहमा प्रसार कार्यकर्ताहरूसँग किसानको भ्रमण परिवारको मुख्यको लिङ्ग, जाति, परिवारको आकारको सकारात्मक सम्बन्ध देखियो जबकि घरमुलीको मुख्य व्यवसाय र वित्तीय सुविधाको उपलब्धता वा क्रेडिट लाभका साथ पशुपालन अनुग्रह गर्ने संभावना अधिक देखियो । यस अनुसन्धानबाट ग्रामिण कृषि विश्लेषण गर्नका लागि प्रणालीवादी दृष्टिकोण प्रयोग गर्न ठिक हुन्छ, जसबाट यो थाहा हुन्छ कि यसका तत्वहरू धेरै एक आपस मा अन्तरसम्बन्धित छन् र आपसमा प्रभाव गर्दछन् भनेर समग्रमा सुझाव दिन सकिन्छ ।

Avian Pathogenic *Escherichia coli* in Commercial Broilers, Layers, and Breeders in Nepal

Rebanta Kumar Bhattarai (VMI-01P-2017), PhD 2024

Department of Veterinary Microbiology and Parasitology

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Hom Bahadur Basnet, PhD)

Avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC), is the causative agent of colibacillosis affecting poultry with high morbidity and mortality. The APEC poses significant challenges to the poultry industry, leading to huge economic losses and impacting food safety. Virulence-associated genes (VAG) are highly associated with pathological lesions of colibacillosis, the *Escherichia coli* reference (ECOR) collection. Antimicrobials are extensively used in poultry production for growth promotion, treatment, and control of diseases. Poor selection, overuse, and misuse of antimicrobial agents may promote the emergence and dissemination of antimicrobial resistance (AMR) in APEC. Understanding the interaction among virulence, resistance trait, and genetic diversity of APEC, which collectively influence the pathogenicity and epidemiology of these strains, is crucial for devising effective control strategies. This study was conducted for isolation, identification, and detection of genetic markers related to the genetic backbone by ECOR phylogroup, VAG, antibiotic resistance genes (ARGs), phenotypic antimicrobial susceptibility patterns, and association of genotypic and phenotypic resistance with resistance and virulence genotype in APEC isolated from clinical cases of colibacillosis in commercial broiler, layer, and breeder chickens. A total of 487 APEC were isolated from 539 across 300 poultry farms in various regions of Nepal. Polymerase chain reaction (PCR) was employed to detect VAG, ECOR collection, and ARG. AMR was determined using the Kirby-Bauer disk diffusion and broth microdilution methods against 14 veterinary critically important antimicrobial agents (VCIA). The index of AMR, such as the multiple antibiotic resistance (MAR) index, resistance score (R-score), and multi-drug resistance (MDR) profile, was determined. Polymerase chain reaction (PCR) was employed to detect multiple ARGs. Logistic regression was used to identify associations between virulence and ECOR collection with phenotypic and genotypic resistance in the isolates. In the present study, most of the positive *E. coli* (90.4 %) with the highest positive *E. coli* was found in broiler and layer (91 %) followed by broiler breeder (89.6 %), and layer breeder (84 %), respectively. The phylogroup E (18.5 %) was found the highest followed by B1 (17.7 %), A (13.6 %), B2 (8.6 %), D (6.6 %), Clade I or II (5.1 %), Clade I (1.8 %), and F (1 %) which was found statistically highly significant ($p < 0.001$) in several types of chickens. The phylogroup C was not assigned from APEC isolates. The phylogroups E, B2, and A are associated with the layer, and the phylogroups B1 and D are more associated with the broiler breeder. Of the 57 VAG investigated, the number of genes detected per isolate ranged from 8 to 26 genes per isolate, with the top 5 VAG being *fimH* (100

%), *iss^a* (92.2 %), *traT^a* (90.6 %), *sit chro.* (86 %), and *ironEC* (84.8 %) were identified. Among the genes, the highest number of genes was isolated from the protectins γ serum resistance group (57.2 %), followed by the group of iron acquisition (52.5 %), miscellaneous (15.9 %), adhesin (15.1 %), invasin (2.4 %), and least of toxin (0.4 %), with a significant difference in gene percentage by types of chicken. The moderately strong, pairwise correlations between *MalX* and *papGIII*, *colB* and *etsB*, *ibeA^b* and *ibeA^a*, *papGI* and *eitB*, *etsB* and *aerJ*, *ompA* and *sit ep.*, *iss^b* and *sit chr* were found. The prevalence of APEC was 91% (487/539), with an isolate exhibiting resistance to at least one antimicrobial agent, and 41.7% being resistant to nine. Highest resistance was observed against ampicillin (99.4%), ciprofloxacin (82.5%), and tetracycline (81.1%), whereas intermediate resistance against enrofloxacin was observed in 92% of isolates. APEC isolates were sensitive to azithromycin (96.9%), amikacin (85%), and colistin (95.3%). In total, 482 APEC isolates (99%) showed a MAR index above 0.2, indicating high-risk sources of contamination. Most of the APEC isolates exhibited R-scores ranging from 7 to 10. The MAR index and R-score showed significant differences ($p < 0.001$) between broiler and layers, as well as between broiler breeder and layers. However, no significant difference was observed between the broiler breeder and the layer breeder. Among the isolates resistant to at least one agent in three or more antimicrobial categories, 446 (91.6%) were MDR-positive. ARGs were identified in 439 (90.1%) APEC isolates, with the most frequently detected colistin resistance gene, *mcr1*, found in 52.6% of isolates. This was followed by the resistant gene of beta-lactamase *bla_{TEM}* (33.7%) and the resistance gene of tetracycline *tetB* (30%). In broiler, the genes *mcr1*, *sull*, *tetB*, and *bla_{TEM}* were detected at a higher rate ($p < 0.001$), and in layer, the gene *ereA*, and the broiler *cat1* genes, *aac(3)-IV* gene were also detected at a higher rate ($p < 0.05$) compared to the tested genes. When examining the pair-wise correlations, a significant phenotype-phenotype correlation ($p < 0.001$) was observed between levofloxacin and ciprofloxacin, chloramphenicol and tetracycline, with doxycycline. Similarly, a significant phenotype-genotype correlation ($p < 0.001$) was observed between chloramphenicol and the *tetB* gene, and colistin with *bla_{TEM}* and *qnrA* genes. A comparison of phenotypic and genotypic AMR indicated that the *tetB* gene was a predictor of resistance to antibiotic agents (OR: 1.91, 95% CI: 1.04–3.68, $p = 0.03$) among several ARGs and tested antimicrobials. There was a significant association between resistance or susceptibility to antibiotic agents (neomycin, ceftriaxone, chloramphenicol, cotrimoxazole, and doxycycline) with phylogenetic origins of APEC isolates, notably the highly associated in phylotype B1 than others. The phylogroup C, phylogroup D, and phylogroup E clade origins were associated with levofloxacin, cotrimoxazole, and doxycycline susceptibility. The most prevalent VAGs (*fimH*, *iss323*, *traT29*, *sit.chr.*, *kpsII*, *iss309*, and *cvi.cva*) for the APEC were associated equally with all phylogroups. The carriage of the most prevalent gene was significantly associated with phylogroups D and E (16 genes out of 57 tested). The carriage of *sfa.foc* was significantly associated with B2 than others. The binary logistic regression

analysis showed that a significantly high number of VAG prevalent in the highly resistant isolates showed resistance to ciprofloxacin and tetracycline antibiotic agents. *qnrA* genes and *tetB* genes were significantly more associated in isolates positive for VAGs. Commercial broiler, layer, and breeder chickens in Nepal harbored APEC with varying susceptibility to the tested antimicrobials, the majority being resistant to commonly used antibiotics. Most APEC isolated from these chickens may act as reservoirs for ARGs, with the colistin-resistant gene *mcr1* being the most predominantly detected gene. It is noteworthy that ARGs and phenotypic resistance alone may not determine AMR due to their inverse relationship, indicating that these chickens could be potential reservoirs for antibiotic-resistant APEC. The present findings regarding APEC strains for ARGs and AMR profiles may, therefore, contribute to mitigating their potentially harmful public health consequences. The work highlights the significance of examining the connection between virulence genotype, genetic backbone, and AMR in APEC strains to tackle the issues brought about by VAGs, AMR of poultry production, as well as food safety and public health. The complexity of APEC infections necessitates a full understanding of the problem to successfully manage and control it.

पोल्ट्रीमा लाग्ने कोलिबासिलोसिस रोगको कारक तत्व एभियन रोगजनक एस्चेरिचिया कोली (एपीईसी) हो जसले कुखुराहरुको उच्च रुग्णता र मृत्युदर गराउदछ । एपीईसीले पोल्ट्री उद्योगका लागि महत्वपूर्ण चुनौतीहरु खडा गरेको छ, साथै ठुलो आर्थिक क्षेती गरेको पाइएको छ र खाद्य सुरक्षामा पनि उत्तिकै प्रभाव पर्दछ । जीवाणुको भिरुलेस सम्बन्धित जीन (भीएजी), र अत्यधिक प्याथोलोजिकल घावहरु, एस्चेरिचिया कोली सन्दर्भ (ईसीओआर) संग्रहसंग सम्बन्धित छन् । एन्टिमाइक्रोबियलहरु पोल्ट्री उत्पादनमा वृद्धि विकास, रोकथाम, उपचार र नियन्त्रणको लागि व्यापक रूपमा प्रयोग गरिन्छ । एन्टिमाइक्रोबियलहरुको खराब छनौट, धेरै मात्रामा लामो समयसम्म प्रयोग र दुरुपयोगले एन्टिमाइक्रोबियल-प्रतिरोधी (एएमआर) एपीईसीको उदय र प्रसारलाई बढावा दिन सक्छ । एपीईसीको जीवाणु, प्रतिरोध विशेषता र आनुवंशिक विविधताबीचको अन्तरक्रियालाई बुझ्नु जुन सामूहिक रूपमा यी उपभेदहरुको रोगजनकता र महामारी विज्ञानलाई प्रभाव पार्छ र प्रभावकारी नियन्त्रणका रणनीतिहरु तयार गर्न महत्वपूर्ण छ । यो अध्ययन आनुवंशिक मेरुदण्ड र ईसीओआर फाइलोग्रुप, भीएजी, एन्टिबायोटिक प्रतिरोध जीन (एआरजी), फेनोटाइपिक एन्टिमाइक्रोबियल संवेदनशीलता ढाँचाहरु, आनुवंशिक र फेनोटाइपिक किटाणु प्रतिरोधको सम्बन्ध, आनुवंशिक र एपीईसीमा भिरुलेस सम्बन्धित जीन (भीएजी) सँग सम्बन्धित आनुवंशिक मार्करहरुको छुट्याउने र पहिचानको लागि गरिएको थियो । नेपालका विभिन्न क्षेत्रका ३०० पोल्ट्री फार्ममा ५३९ वटा परिक्षणबाट ४८७ एपीईसी छुट्याइएको थियो । जीवाणु-सम्बन्धित जीन (भीएजी), एस्चेरिचिया कोलाई संदर्भ (ईसीओआर) संग्रह, र एन्टिबायोटिक प्रतिरोध जीन (एआरजी) पत्ता लगाउन पोलीमरेज चेन रिएक्शन (पीसीआर) प्रयोग गरिएको थियो । एन्टिमाइक्रोबियल प्रतिरोधलाई किर्बी-बाउर डिस्क प्रसार र ब्रोथ माइक्रोडाइल्युसन विधिहरु प्रयोग गरेर १४ पशु चिकित्सासम्बन्धित गम्भीररूपमा महत्वपूर्ण एन्टिमाइक्रोबियल एजेन्टहरु (वीसीआईए) को विरुद्ध निर्धारित गरिएको थियो । एएमआरको सूचकांक, जस्तै मल्टिपल एन्टिबायोटिक रेजिस्टेन्स (एमएआर) इन्डैक्स, रेसिस्टेन्स स्कोर (आर-स्कोर), र मल्टी-ड्रग रेजिस्टेन्स (एमडीआर) प्रोफाइल, निर्धारित गरिएको थियो । पोलीमरेज चेन रिएक्शन (पीसीआर) धेरै एन्टिबायोटिक प्रतिरोध जीन (एआरजी) पत्ता लगाउन प्रयोग गरिएको थियो र फेनोटाइपिक र जीनोटाइपिक प्रतिरोधबीचको सहसम्बन्ध

विश्लेषण गरिएको थियो । आइसोलेट्समा जीवाणु र प्रतिरोध बीचको सम्बन्धहरू पहिचान गर्न गणितीय लजिस्टिक रिग्रेसन प्रयोग गरिएको थियो । हालको अध्ययनमा सबैभन्दा बढी एभियन रोगजनक एस्चेरिचिया कोली (एपीईसी), ई. कोलाई (९०.३५%) र सबैभन्दा बढी पोजिटिभ एपीईसी ब्रोइलर र लेयर (९१%) मा देखिएको थियो भने त्यसपछि ब्रोइलर ब्रीडर (८९.६%) र लेयर ब्रीडर (८४%) मा देखिएको थियो । फाइलोग्रुप ई (१८.५%) सबैभन्दा बढी पाइयो, त्यसपछि वी१ (१७.७%), ए (१३.६%), वी२ (८.६%), डी (६.६%), क्लेड १ वा २ (५.१%), क्लेड १ (१.८%), र एफ (१%) जुन विभिन्न प्रकारका कुखुराहरूमा सांख्यिकीय रूपमा अत्यधिक महत्वपूर्ण फेला पर्यो । फाइलोग्रुप सी एपेक आइसोलेट्सबाट प्राप्त गरिएको थिएन । फाइलोग्रुप ई, वी२, र ए लेयर्ससग सम्बन्धित छन्, र फाइलोग्रुप वी१ र डी फाइलोग्रुप ब्रोइलर ब्रीडरसंग बढी सम्बन्धित छन् । अनुसन्धान गरिएका ५७ भीएजी (जिवाणु सम्बद्ध जीन) मध्ये, पत्ता लागेका जीनहरूको संख्या प्रति आइसोलेट ८ देखि २६ जीनसम्म थियो जसमा शीर्ष ५ भीएजी फिमएच (१००%), इसा (९२.२%), ट्राटा (९०.६%), सिटक्रो (८६%), र आइरनईसी (८४.८%) पहिचान गरियो । जीनहरू मध्ये, जीनको उच्चतम संख्या प्रोटेक्टिन/सीरम प्रतिरोध समूह (५७.२%) बाट अलग गरिएको थियो, त्यसपछि फलाम अधिग्रहणको समूह (५२.५%), विविध (१५.९%), एडेसिन (१५.१%), इनवासिन (२.४%), र सबैभन्दा कम विषाक्त (०.४%) विभिन्न प्रकारका कुखुराहरूमा जीन समूहको प्रतिशतमा महत्वपूर्ण भिन्नता थियो । एमएआइएक्स र पापजीआईआईआई, कोलवी र ईटीएसबी, आईवीइएवी र आईवीईए, पापजीआई र ईआईटीवी, ईटीएसबी र ईआईआरजे, ओएमपीए र सिट.ईपी, आयसयस र सिट.सियआरको बीच मध्यम र मजबूत, सहसम्बन्ध रहेको देखियो । एपेकको व्यापकता ९१% (४८७/५३९) थियो जसमा कम्तिमा एक एन्टिमाइक्रोबियल एजेन्टको प्रतिरोध प्रदर्शन गर्ने थियो, र ४१.७% नौ को प्रतिरोधी थियो । एम्पिसिलिन (९९.४%), सिप्रोफ्लोक्ससिन (८२.५%) र टेट्रासाइक्लिन (८१.१%) विरुद्ध उच्चतम प्रतिरोध देखिएको थियो, जबकि एनरोफ्लोक्ससिन विरुद्ध मध्यवर्ती प्रतिरोध ९२% आइसोलेट्समा देखिएको थियो । एपेक आइसोलेट्स एजिथ्रोमाइसिन (९६.९%), एमिकासिन (८५%), र कोलिस्टिन (९५.३%) प्रति संवेदनशील थिय । कुलमा, ४८२ एपेक आइसोलेट्स (९९%) ले ०.२ भन्दा माथि धेरै एन्टिबायोटिक-प्रतिरोधी (एमएआर) सूचकांक देखाए, जसले प्रदूषणको उच्च जोखिम स्रोतहरू संकेत गर्दछ । अधिकांश एपेक आइसोलेट्सले ७ देखि १० सम्मका आर-स्कोरहरू प्रदर्शन गरे । एमएआर इन्डेक्स र आर-स्कोरले ब्रोइलर र लेयरहरू बीच, साथै ब्रोइलर ब्रीडर र लेयरहरू बीच महत्वपूर्ण भिन्नताहरू देखायो । तथापि, ब्रोइलर ब्रीडर र लेयर ब्रीडरबीच कुनै महत्वपूर्ण भिन्नता देखिएन । तीन वा तीनभन्दा बढी एन्टिमाइक्रोबियल श्रेणीमा कम्तीमा एक एजेन्टको प्रतिरोधी आइसोलेट्समध्ये ४४६ (९१.६%) एमडीआर-पोजिटिभ थिए । एन्टिमाइक्रोबियल प्रतिरोध जीनहरू ४३९ (९०.१%) एपेक आइसोलेट्समा पहिचान गरिएको थियो, सबैभन्दा धेरै पत्ता लगाइएको कोलिस्टिन प्रतिरोध जीन, एमसीआर१, ५२.६% आइसोलेट्समा फेला पर्यो । यसपछि, वीटा-लैक्टामेज प्रतिरोधी ब्लाटेम जीन (३३.७%) र टेट्रासाइक्लिन प्रतिरोध जीन टेटबी (३०%) थियो । ब्रोइलरमा जीन एमसीआर१, सुल१, टेटबी र ब्लाटेम उच्च दरमा पत्ता लगाइएको थियो, र लेयरमा जीन ईआईए, र ब्रोइलर क्याट१ जीनमा, एएसी(३)-४ जीन पनि परीक्षण गरिएको जीनको तुलनामा उच्च दरमा पत्ता लगाइएको थियो । जोडी-वार सहसम्बन्धहरूको परीक्षण गर्दा, एक महत्वपूर्ण फेनोटाइप-फेनोटाइप सहसम्बन्ध लेवोफ्लोक्सासिन र सिप्रोफ्लोक्सासिन, क्लोरामफेनिकोल र टेट्रासाइक्लिनको बीच डोक्सिसाइक्लिनको साथ अवलोकन गरिएको थियो । त्यस्तै, क्लोरामफेनिकोल र टेटबी जीनको बीचमा एक महत्वपूर्ण फेनोटाइप-जीनोटाइप सहसम्बन्ध र ब्लाटेम र ब्यूएनआरए जीनको साथ कोलिस्टिन अवलोकन गरिएको थियो फेनोटाइपिक र जीनोटाइपिक एमआरको तुलनाले संकेत गर्यो कि टेटबी जीन एन्टिबायोटिक एजेन्टहरूको प्रतिरोधको भविष्यवाणी थियो धेरै एआरजीहरू र परीक्षण गरिएको एन्टिमाइक्रोबियलहरू बीच । हामीले एपीईसी आइसोलेट्सको फाइलोजेनेटिक उत्पत्तिको साथ एन्टिबायोटिक एजेन्टहरू (नियोमाइसिन, सेट्रियाक्सोन, क्लोराम्फेनिकोल, कोट्रिमोक्सजोल र डोक्सिसाइक्लिन) को

प्रतिरोध वा संवेदनशीलताबीच महत्वपूर्ण सम्बन्ध देखेका छौं, विशेष गरी फिलोटाइप बी१ मा अत्यधिक सम्बन्धित छ। फाइलोग्रुप सी, फाइलोग्रुप डी, फाइलोग्रुप ई क्लेड उत्पत्ति लेवोफ्लोक्सासिन, कोट्रिमोक्साजोल र डोक्सीसाइक्लिन संवेदनशीलता जोडिएको छ। एपेकका लागि सबैभन्दा प्रचलित भिएजीहरू -फिमएच, आईएसएस३२३, टीआरएटी२९, सिट.सीएचआर, केपीएसआईआई, आईएसएस ३०९, र सीभीआई.सीभीए) सबै फाइलोग्रुपसँग समान रूपमा सम्बन्धित थिए। सबैभन्दा प्रचलित जीनको क्यारिज फाइलोग्रुप डी र ई (परीक्षण गरिएका ५७ मध्ये १६ जीन) सँग महत्वपूर्ण रूपमा सम्बन्धित थियो। एसएफए.एफओसीको गाडी अरूको तुलनामा बी२ सँग महत्वपूर्ण रूपमा सम्बन्धित थियो। बाइनरी लजिस्टिक रिग्रेसन विश्लेषणले देखायो कि अत्यधिक प्रतिरोधी आइसोलेटसमा प्रचलित वीएजीको उल्लेखनीय उच्च संख्याले सिप्रोफ्लोक्सासिन र टैट्रासाइक्लिन एन्टिबायोटिक एजेन्टहरूको प्रतिरोध देखायो। क्यूएनआरए जीन र टैटवी जीनहरू वीएजीहरूको लागि सकारात्मक आइसोलेटसमा उल्लेखनीय रूपमा बढी सम्बन्धित थिए। नेपालमा व्यावसायिक ब्रोइलर, लेयर र ब्रीडर कुखुराले एपेकलाई परीक्षण गरिएका एन्टिमाइक्रोबियल्सको लागि फरक-फरक संवेदनशीलताका साथ आश्रय दिएका छन्, जसमध्ये अधिकांश सामान्य रूपमा प्रयोग हुने एन्टिबायोटिकहरूको प्रतिरोधी छन्। यी कुखुराहरूबाट अलग गरिएको अधिकांश एपेकले एआरजीहरूको लागि जलाशयको रूपमा कार्य गर्न सक्छ, कोलिस्टिन-प्रतिरोधी जीन एमसीआर१ सबैभन्दा मुख्य रूपमा पत्ता लगाइएको जीन हो। यो उल्लेखनीय छ कि एआरजी र फेनोटाइपिक प्रतिरोधले मात्र उनीहरूको उल्टो सम्बन्धको कारण एएमआर निर्धारण गर्न सक्दैन, यसले संकेत गर्दछ कि यी कुखुराहरू एन्टिबायोटिक-प्रतिरोधी एपेकको लागि सम्भावित जलाशयहरू हुन सक्छन्। एआरजी र एएमआर प्रोफाइलका लागि एपेक स्ट्रेनको बारेमा हालको निष्कर्षले उनीहरूको सम्भावित हानिकारक सार्वजनिक स्वास्थ्य परिणामहरू कम गर्न योगदान पुर्याउन सक्छ। यस कार्यले एपेक स्ट्रेनमा विषाणु जीनाटाइप, आनुवंशिक मेरुदण्ड, र एन्टिमाइक्रोबियल प्रतिरोध (एएमआर) बीचको सम्बन्धको परीक्षणको महत्वलाई उजागर गर्दछ, जुन जीवाणु-सम्बन्धित जीन, पोल्ट्री उत्पादनको एन्टिमाइक्रोबियल प्रतिरोध, साथै खाद्य सुरक्षा र जन स्वास्थ्यद्वारा ल्याइएका मुद्दाहरूको समाधान गर्न आवश्यक छ। एपेक संक्रमणको जटिलताले यसलाई सफलतापूर्वक व्यवस्थापन र नियन्त्रण गर्न समस्याको पूर्ण नियन्त्रण गर्न आवश्यक छ।

Service Quality and Member Satisfaction of Saving and Credit Cooperatives in Nepal

Keshab Prasad Sapkota (DES-02P-2016), PhD 2024

Department of Rural Sociology and Development Studies

(Chairperson of the Advisory Committee: Bimala Poudel Rai, PhD)

The study attempts to explore the intertwined relationship between Service Quality (SQ) and Member Satisfaction (MS) within the multifaceted realm of Savings and Credit Cooperatives Societies (SACCOS) in Nepal. It aims to assess the perceived levels of SQ, evaluate MS, explore the correlation between SQ and MS, and understand how MS influences SQ. Adopting the SERVQUAL framework, the study investigates the factors influencing SQ and MS within three SACCOS in Nepal. In doing so, the research has employed a self-constructed questionnaire focusing on SQ and MS, tailored to the specific context. Data was gathered from three SACCOS using a cross-sectional survey approach, involving 1,209 participants for quantitative data, 12 respondents of qualitative data and three focused group discussion across three districts and some representative success stories. These districts were chosen to encompass Nepal's diverse geographical regions, including the Hills, and Terai areas. The factor analysis of the collected data determined four dimensions of SQ and two dimensions of MS in the SACCOS context. Based on the empirical analysis, the study has developed the Hospitality, Integrity, Resilience, and Autonomy (HIRA) model, identifying key dimensions impacting SQ. Similarly, the study has established Reliability and Suitability (RS) as key dimensions of MS. The analysis reveals a moderately positive perception of SQ, emphasizing reliability and suitability. The research also explores the correlation between SQ and MS, affirming a positive association between operational aspects and elevated MS. Practical implications suggest that SACCOS should adopt a holistic approach, simultaneously enhancing operational dimensions and member-centric elements. Continuous improvement in reliability, suitability, and operational aspects is crucial, with a focus on technology for seamless access and transactions. Addressing concerns related to ethical practices, governance, and decision-making processes is essential for a uniform and better satisfaction level. This comprehensive roadmap encourages SACCOS to navigate key dimensions and leverage positive associations between SQ and MS. By doing so, SACCOS can position themselves as indispensable financial partners, ensuring sustained success and welfare for their members in the cooperative sector.

यो अध्ययनले नेपालमा रहेका बचत तथा ऋण सहकारी संस्थाहरूको बहुआयामिक दायराभित्र गुणस्तरीय सेवा र सदस्य-सन्तुष्टि बीचको अन्तर्सम्बन्ध खोज्ने प्रयास गर्दछ। यसले सेवाको गुणस्तरीयताका स्तरहरू र सदस्य-सन्तुष्टिको मूल्याङ्कन गर्ने, सेवाको गुणस्तरीयता र सदस्यहरूको सन्तुष्टि बीचको सम्बन्धको अन्वेषण गर्ने र यसले कसरी प्रभाव पार्दछ भन्ने कुरा बुझ्ने लक्ष्य राख्छ। SERVQUAL फ्रेमवर्क अपनाउँदै, अध्ययनले नेपालमा तीनवटा बचत तथा

ऋण सहकारीहरूलाई प्रभाव पार्ने कारकहरूको अनुसन्धान गरेको थियो । उक्त अनुसन्धानले सेवाको गुणस्तरीयता र सदस्य-सन्तुष्टिमा केन्द्रित एक विशेष प्रश्नावली प्रयोग गरिएको थियो । काभ्रेपलान्चोक, मकवानपुर र कपिलवस्तु गरी तीनवटा जिल्लाहरूमा अवस्थित क्रमश विन्दवासिनी, महिला मिलन र सिद्धार्थ सहकारी संस्थाबाट कुल १२०९ परिमाणात्मक र १२ जना सहभागीहरूसँग गुणात्मक तथ्याङ्क सङ्कलन र ३ वटा समुहगत छलफल गरी सफलताका कथाहरू समावेश गरी क्रस-सेक्सनल सर्वेक्षण विधि प्रयोग गरेर विन्दवासिनी, महिला मिलन र सिद्धार्थ साकोस गरी तीन वटा साकोसबाट तथ्याङ्क सङ्कलन गरिएको थियो । यी जिल्लाहरू पहाड र तराई क्षेत्रहरू सहित नेपालको विविध भौगोलिक क्षेत्रहरूलाई समेट्नको लागि छनोट गरिएको थियो । सङ्कलित तथ्याङ्कको कारक विश्लेषणले साकोसका सन्दर्भमा सेवाको गुणस्तरीयताको चार आयाम र सदस्य-सन्तुष्टिको दुई आयामहरू निर्धारण गरेको थियो । अनुभवजन्य विश्लेषणको आधारमा, अध्ययनले सेवाको गुणस्तरलाई असर गर्ने प्रमुख आयामहरू पहिचान गर्दै आतिथ्य, निष्ठा, लचिलोपन र स्वायत्तता मोडेलको विकास गरेको छ । त्यसैगरी अध्ययनले विश्वसनीयता र उपयुक्तता लाई सदस्य-सन्तुष्टिको प्रमुख आयामहरूको रूपमा स्थापित गरेको छ । यसमा अनुसन्धानले सेवाको गुणस्तरीयता र सदस्यहरूको सन्तुष्टि बीचको सम्बन्धको पनि अन्वेषण गर्दछ । परिचालनका पक्षहरू र उन्नत सदस्यहरूको सन्तुष्टि बीचको सकारात्मक सम्बन्धलाई पुष्टि गर्दै, व्यावहारिक प्रभावहरूका निमित्त सुझाव दिइएको छ । साकोसले समग्र दृष्टिकोण अपनाउँदै, एकैसाथ परिचालन आयामहरू र सदस्य केन्द्रित तत्वहरू बढाउन निर्बाध पहुँच र लेनदेनका लागि प्रविधिमा ध्यान केन्द्रित गर्दै, विश्वसनीयता, उपयुक्तता र परिचालन-पक्षहरूमा निरन्तर सुधारका विषय महत्वपूर्ण देखिएको छ । एक समान र राम्रो सन्तुष्टिस्तरको लागि नैतिक अभ्यास, शासन र निर्णयप्रक्रियासँग सम्बन्धित सरोकारहरूलाई सम्बोधन गर्नु आवश्यक छ । यो व्यापक रोडम्यापले साकोसलाई प्रमुख आयामहरू पहिल्याउन र सेवाको गुणस्तरीयता तथा सदस्यहरूको सन्तुष्टि बीचको सकारात्मक सम्बन्धहरूको लाभ उठाउन प्रोत्साहित गर्दछ । यसो गरेर साकोसले सहकारी क्षेत्रमा आफ्ना सदस्यहरूका लागि दिगो सफलता र कल्याण सुनिश्चित गर्दै अपरिहार्य वित्तीय साभेदारहरूको रूपमा आफूलाई स्थान दिन सक्छन् ।

Effects of Temperature and Sublethal Concentration of Flonicamid on Life Table of Green Peach Aphid, *Myzus Persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphidiae)

Sabitri Baral (ENT-02P-2018), PhD 2024

Department of Entomology

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Resham Bahadur Thapa, PhD)

Green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) is a cosmopolitan polyphagous pest of more than five hundred plant species from at least forty different plant families including some economically and commercially significant agricultural and greenhouse crops. Its integrated management requires proper understanding of its demography that highlights the traits and trends in population growth, survival, and reproduction of this insect. In this study, the demographic characteristics of *M. persicae* reared on cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) for two successive generations, exposure to five constant temperature regimes and sublethal concentration of flonicamid insecticide were studied under laboratory condition using the age-stage, two-sex life table approach. Altogether eleven life tables in three experiments were constructed to describe demography of this pest. Study on life table of successive generation was conducted to construct life table for two successive generations (F_1 and F_2) of *M. persicae* in an ambient condition. Similarly, in temperature dependent life table study, the effects of temperature on development of *M. persicae* were investigated at five constant temperatures $17, 20, 23, 26$ and 29 ± 1 °C, $65 \pm 5\%$ RH, and a photoperiod of 16:8 (L: D) h. The growth of stage-structured population for five temperature regimes was simulated using age-stage specific growth rate and fecundity of *M. persicae* under two scenarios of initial population structure. The first scenario was started with a newly born nymph whereas the second scenario started with the youngest female of age 9 days, 8 days, 7 days, 6 days and 5 days used as initial population structure at 17 °C, 20 °C, 23°C, 26°C and 29 °C temperature condition, respectively. Likewise, the assessment of the sublethal ($LC_{25} = 0.0115$ g a.i. L^{-1}) effect of flonicamid on *M. persicae* was also assessed for two successive generations through a leaf-dip bioassay. The results of the life table of successive generation revealed the intrinsic rate of increase (r), finite rate of increase (λ) and mean generation time (T) of *M. persicae* as 0.2751 d^{-1} , 1.3167 d^{-1} , and 15.2 d, respectively, for F_1 and 0.2571 d^{-1} , 1.2931 d^{-1} , and 16.6 d, respectively, for F_2 showing significant difference in r , λ , and T between two successive generations. Similarly, in temperature dependent life table study, the intrinsic rate of increase (r) of this pest was the highest at 29 °C (0.3212 d^{-1}) and the lowest at 17 °C (0.2157 d^{-1}). The developmental rate of nymphs at these five temperature regimes fit the linear equation, with a coefficient of determination (R^2) of 0.98. The thermal summation of the pre-adult stages, the female stage, and the total life stages (from birth to death of a cohort) was 194.6, 241.8 and 430.2 degree day (DD), respectively. The

lower developmental threshold of the pre-adult stages, the female stage, and the total life stage was 0.29 °C, 10.6 °C, and 5.29 °C, respectively. At 17 °C, the mean generation time (T) was 18 d, which declined to 10.2 d at 29 °C. When temperature was 29 °C the net reproduction rate (R_0) was 26.6 offspring per individual which was significantly lower than the R_0 obtained at other temperatures. The highest R_0 (54.2 offspring per individual) was at 20 °C. The assessment of the sublethal effect showed that flonicamid was very toxic to the adults *M. persicae* at 48 h when exposed to the LC_{25} . The adults of parental generation (F_0) of *M. persicae* exposed to the sublethal dose (LC_{25}) of flonicamid showed inhibitory effects on the life history traits across its generations such as reduction in fecundity and adult longevity in F_0 ; shortening the durations of fifth instar nymphs, adult female longevity, oviposition period, total longevity and fecundity of F_1 and F_2 . Side by side, some stimulatory effects on the development of the first, second, third and fourth instar nymphs in F_2 were observed in the flonicamid-treated aphids. Although r , λ , R_0 , T , and gross reproductive rate (GRR) of F_1 generation were not significantly affected, a shorter r and λ , higher T , and lower R_0 of F_2 were observed in the flonicamid treatments. The findings also revealed that the exposure of F_0 adults of *M. persicae* to LC_{25} of flonicamid could induce hormetic (both inhibitory and stimulatory) effects on their succeeding generations. Therefore, the hormetic effects should be considered when flonicamid is used in the integrated management of *M. persicae* in crop fields. In the absence of other limiting factors, the population growth simulation indicated an increase trend in the population growth with shorter life cycle in the respective order: 17°C < 20°C < 23°C < 26°C < 29°C. Moreover, the results indicate that the environment having temperature ranging between 23°C and 26°C would be more congenial for *M. persicae* populations to increase faster. The age-stage two-sex life table approach could be an important tool in the study of population ecology and pest management program especially in the country like Nepal where this approach is recently introduced in the field of entomological research.

आरुको हरियो लाही, माइजस पर्सिकी (सुलजर) (एफिडिडी: हेमिप्टेरा) कम्तिमा चालिस विरुवा-परिवार अन्तर्गतका पाँच सय भन्दा बढी प्रजातिका बालीहरुमा क्षति पुऱ्याउने विश्वव्यापी एवं बहुभक्षी शत्रुजीव कीरा हो । यस कीराको वातावरण-मैत्री र दिगो व्यवस्थापन गर्ने रणनीति तर्जुमाका लागि यसको जनसाँखिकी सम्बन्धमा जानकारी हुनु अपरिहार्य छ, जसको मद्दतले यस कीराको जनसंख्या बृद्धि, विकास र प्रजननसंग सम्बन्धित प्रवृत्ति र विशेषता बारे बुझ्न सकिन्छ । यस अनुसन्धानमा बन्दामा पालिएका दुई क्रमिक पुस्ताका आरुको हरियो लाहीको जनसाँखिकीय विशेषताबारेको तुलनात्मक अध्ययन, यस लाहीको बृद्धि, विकास र प्रजनन क्षमतामा पाँचवटा स्थिर तापक्रमको असर र फ्लोनिक्यामिड कीटनाशक विषादीको उपमारक मात्रा (LC_{25} मान) को असरको प्रयोगशालामा परिक्षणगरी उमेर-अवस्था दुई-लिङ्ग जीवनतालिका पद्धतीबाट विश्लेषण गरियो । यसरी यस कीराको जनसाँखिकीय वर्णन गर्न तीन वटा परीक्षणहरु गरिएका थिए, जसबाट एघार वटा जीवनतालिका निर्माण गरिएका थिए । क्रमिक पुस्ताको जीवन तालिका अध्ययन परिक्षणमा, बन्दामा पालिएका दुई क्रमिक पुस्ता (यफ₁ र यफ₂) का यी लाहीहरुको जनसाँखिकीय विशेषताको

तुलनात्मक विश्लेषण, सामान्य कोठा तापक्रम अवस्थामा गरिएको थियो। यस लाहीको वृद्धि विकासमा तापक्रमको असर सम्बन्धी परिक्षण, पाँच वटा स्थिर तापक्रमहरू १७, २०, २३, २६, र २९±१ डिग्री सेन्टिग्रेड, सापेक्षिक आद्रता ६५±५ प्रतिशत र १६:८ उज्यालो अध्यारोको अनुपात राखेर प्रयोगशालामा बन्दाको पात खुवाएर उमेर-अवस्था दुई-लिङ्ग जीवनतालिका पद्धतीबाट गरिएको थियो। यस विश्लेषणबाट प्राप्त उमेर-अवस्था विशिष्टीकृत वृद्धिदर र प्रजननदर को उपयोग गरेर प्रारम्भिक जनसंख्या संरचनाको दुई परिदृश्यहरू अन्तर्गत पाँच वटा तापक्रम दायराकालागि अवस्था संरचित जनसङ्ख्याको दुरुस्तीकरण गरिएको थियो। पहिलो परिदृश्यको दुरुस्तीकरण एक दिनको उमेरको बच्चाबाट शुरु गरिएको थियो, जबकि दोस्रो परिदृश्यको दुरुस्तीकरणमा ९ दिन, ८ दिन, ७ दिन, ६ दिन र ५ दिनका सबैभन्दा कान्छा वयस्कहरू प्रारम्भिक जनसंख्या संरचनाको रूपमा क्रमशः १७, २०, २३, २६ र २९ डिग्री सेन्टिग्रेड तापक्रम दायराकालागि प्रयोग भएका थिए। संगसंगै आरुको हरियो लाहीमा फ्लोनिक्व्यामिडको उपमारक मात्रा (LC_{25} मान = ०.०११५ ग्रा. खास विष प्रति लिटर) को असर, पात डुवाउने बायोएस्से परीक्षणबाट दुई क्रमिक पुस्तामा मापन गरिएको थियो। क्रमिक पुस्ताको जीवनतालिका अध्ययनबाट आरुको हरियो लाहीको पहिलो पुस्ताको आन्तरिक वृद्धिदर, सीमित वृद्धिदर र औसत पुस्त्यौली अवधि क्रमशः ०.२७५१ प्रतिदिन, १.३१६७ प्रतिदिन र १५.२ दिन पाईयो। दोस्रो पुस्ताको क्रमशः ०.२५७१ प्रतिदिन, १.२९३१ प्रतिदिन र १६.६ दिन पाईएको थियो। यसरी अध्ययनको नतिजाबाट कीराहरूको आन्तरिक वृद्धि दर, सीमित वृद्धि दर र औसत पुस्त्यौली अवधिमा दुई पुस्ताबीच उल्लेखनीय भिन्नता रहेको देखिन्छ। त्यसैगरी, यस लाहीको वृद्धि विकासमा तापक्रमको असर सम्बन्धी परिक्षण गर्दा, आन्तरिक वृद्धि दर सबै भन्दा धेरै (०.३२९२ प्रतिदिन) २९ डिग्री सेन्टिग्रेडमा र सबै भन्दा कम (०.२१५७ प्रतिदिन) १७ डिग्री सेन्टिग्रेडमा पाईएको थियो। विभिन्न तापक्रममा भएको बच्चाहरूको विकास दर एउटा निश्चित गुणाङ्क (R^2) ०.९८ ज्यामितीय समीकरणमा दुरुस्त मिलान भयो। त्यसैगरी, परिक्षणको नतिजाबाट, पुर्ववयस्कावस्था, वयस्कावस्था र सम्पूर्ण जीवनावस्था (जन्मदेखि मृत्युसम्म) को तापमान योगफल क्रमशः १९४.६, २४१.८ र ४३०.२ डिग्री डे. रहेको थियो भने पुर्ववयस्कावस्था, वयस्कावस्था र सम्पूर्ण जीवनावस्था (जन्मदेखि मृत्युसम्म) को विकासात्मक दोसाँध क्रमशः ०.२९, १०.६ र ५.२९ डिग्री सेन्टिग्रेड रहेको थियो। औसत पुस्त्यौली अवधि १७ डिग्री सेन्टिग्रेडमा १८ दिन रहेको थियो भने तापक्रम क्रमशः बढ्दै जाँदा २९ डिग्री सेन्टिग्रेडमा १०.२ दिनमा सीमित रहेको थियो। अन्य तापक्रमको तुलनामा सबैभन्दा कम कुल प्रजनन दर (R_0) २९ डिग्री सेन्टिग्रेडमा २६.६ सन्तान प्रति एक पोथी लाही रहेको थियो भने सबैभन्दा बढि कुल प्रजननदर (R_0) २० डिग्री सेन्टिग्रेडमा ५४.२ सन्तान प्रति एक पोथी लाही रहेको थियो। फ्लोनिक्व्यामिड कीटनाशक विषादीको उपमारक मात्राको असर अध्ययन परिक्षणको नतिजा अनुसार, उपचारित पात ४८ घण्टासम्म खुवाउंदा यस लाहीको वयस्कलाई ज्यादै विषाक्त रहेको पाईयो। वयस्क लाही (आमा पुस्ता (यफ_०)) लाई फ्लोनिक्व्यामिड कीटनाशक विषादीको उपमारक मात्रा (LC_{25} मान) को सम्पर्कमा ल्याउंदा तिनीहरूको आफ्नो पुस्ता र पछाडिका क्रमिक पुस्ताहरूका जीवन इतिहास विशेषतामा निरोधात्मक असर परेको पाईयो। जस्तै, पाँचौ अवस्थाका बच्चाहरूको अवधि छोटो हुनु, वयस्क आमा (यफ_०) को आयु छोटो हुनु, सन्तान उत्पादन अवधि छोटो हुनु, जम्मा आयु कम हुनु, यफ_१ र यफ_२ पुस्ताको प्रजननदर घट्नु। साथै फ्लोनिक्व्यामिड कीटनाशक विषादीले उपचार गरिएका लाहीहरूमा केही प्रवर्द्धक असरहरू, जस्तै: यफ_२ पुस्ताका पहिलो, दोस्रो, तेस्रो र चौथो अवस्थाका बच्चाहरूको अवधिमा वृद्धि भएको पाईयो। यफ_१ पुस्ताको छोटो आन्तरिक वृद्धिदर तथा औसत पुस्त्यौली अवधि, सीमित वृद्धिदर तथा कुल प्रजननदर र जम्मा प्रजननदर मा उल्लेख्य रूपमा असर नपरेको भएतापनि फ्लोनिक्व्यामिड कीटनाशक विषादीले उपचार गरिएका लाहीहरूको यफ_२ पुस्तामा छोटो आन्तरिक वृद्धिदर र सीमित वृद्धिदर, लामो औसत पुस्त्यौली अवधि, तथा कुल प्रजननदरमा वृद्धि भएको पाईयो। अध्ययनको नतिजा अनुसार जब यस लाहीका वयस्क पोथीहरू फ्लोनिक्व्यामिडको उपमारक मात्रा (LC_{25}

मान) को सम्पर्कमा आउछन् तब तिनीहरूको भावी पुस्ताहरू हर्मेटिक असर (प्रतिरोधात्मक र प्रवर्द्धनात्मक दुबै) मा प्रेरित हुन सक्छन् भन्ने पाईयो । त्यसैले यस लाहीको एकिकृत व्यवस्थापनमा जव फ्लोनिक्व्यामिडको प्रयोग गरिन्छ तब अनिवार्य रूपमा सोको हरमेटिक असरलाई विचार गरिनु पर्दछ । साथै, अन्य कुनै सीमितता नभएमा, जनसंख्या वृद्धिको दुरुस्तीकरणमा छोटो जीवनचक्रसंगै सम्बन्धित क्रमानुसार $97 < 20 < 23 < 26 < 29$ डिग्री सेन्टिग्रेड जनसंख्या बढोत्तरीको प्रवृत्ति देखिन्छ । यसबाहेक, वातावरणीय तापक्रम २३ देखि २६ डिग्री सेन्टिग्रेड भएको अवस्था यस लाहीको लागि अनुकूल हुने र जनसंख्या वृद्धि तिब्र गतिमा हुनसक्ने तथ्य यो नतिजाले संकेत गरेको छ । नेपाल जस्तो देश, जहाँ उमेर-अवस्था दुई-लिङ्ग जीवनतालिका पद्धतीले कीट विज्ञान अनुसन्धानको क्षेत्रमा भर्खर मात्र प्रवेश पाएको छ, त्यहाँ उमेर-अवस्था दुई-लिङ्ग जीवनतालिका पद्धती, जनसंख्या पारिस्थितिकी र शत्रुजीव व्यवस्थापन कार्यक्रमकालागि अत्यन्त महत्वपूर्ण प्रविधि हुन सक्छ ।

Improvement on Fruit Yield and Quality of Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) through use of Nutrients and Plant Growth Regulators in Dhankuta, Nepal

Amar Bahadur Pun Magar (HRT-01P-2016), PhD 2024

Department of Horticulture

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Arjun Kumar Shrestha, PhD)

Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) is an economically important fruit crop in the world. However, low fruit set coupled with higher fruit drop is a serious problem of this fruit in Nepal, causing a significant yield loss. Therefore, a practice aiming to improve plant nutrition and hormonal balance is very crucial. Despite several research works being done, very limited technologies have been developed to address these issues in the country. Thus, this study aimed to assess various biotic and abiotic factors associated with the fruit drop, and investigate the effectiveness of plant nutrients and plant growth regulators on fruit set, retention, quality and yield of mandarin in Nepal. A survey study and three field experiments were conducted at the Chungmang research site of the Agricultural Research Station, Pakhribas, Dhankuta, Nepal, from 2018 to 2022. All field experiments were conducted on the Khoku local variety aged 34 years old. In Experiment No. 1, an assessment on the factors affecting fruit drop of mandarin was carried out through a household survey consisting of 60 farmers as respondents and field observation at two mandarin growing locations, Chintang and Khoku. The survey showed that the extent of fruit drop occurred heavily during post bloom stage, followed by the June drop and the pre-harvest stage. The loss in the yield due to fruit drop accounted for 15 to 20% of total production. The major factors affecting the bloom drop were natural and physiological, where as entomological and pathological fruit drop were less reported. The majority of the farmers reported the stresses exerted by the high temperature, low soil moisture, and drought as the causal factors of the June drop. Regarding pre-harvest fruit drop, invasion of insects and diseases, including citrus green stink bug, fruit fly, sooty mold, felt disease, and parasites were reported as the major causal factors. Besides, poor plant health because of deficient plant nutrition was also reported to be responsible for the fruit drop. In Experiment No. 2: Effect of plant nutrition on fruit set, retention, quality and yield of mandarin; altogether six treatments: i) NPK @ 500:250:500 g per tree, ii) N + K (urea @ 1% + KCl @ 2%), iii) NPK + micro-nutrients (boric acid @ 0.4% + $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ @ 0.2% + $CaCl_2$ @ 1%), iv) N + K + micro-nutrients, v) micro-nutrients, and vi) control were evaluated under randomized complete block design with four replications. The NPK was applied as basal doses, while other treatments, including micro-nutrients, urea and potassium chloride, were sprayed three times: first at the pre-flowering stage (27th February), second at fruit set to early fruit fill stage (7th April), and third in six weeks after the second spray (17th May). There was a significant effect of the combined foliar spray of micro-nutrients + N + K applied during the mid-bloom stage with over 91% higher fruit set during post-bloom than that of the control. Regarding fruit

drops during June and the pre-harvest period, application of micro-nutrients + NPK, and micro-nutrients + N + K resulted in the lowest fruit drop. The results clearly indicated that application of micro-nutrients and NPK reduced the fruit drop by 6.2-15.9% and 25.0-37.3% as compared to the control, respectively during June and the pre-harvest period. Furthermore, application of micro-nutrients + NPK retained 61.9-133.3% higher fruits than the control. Similarly, the effects of the micro-nutrients + NPK were also significant in increasing the fruit size. Likewise, the combined application of micro-nutrients and NPK had 93.2% higher fruit production and 106.6% higher fruit yield than that of the control. Additionally, the results showed that juice content increased by 15.9-17.1% than the control with the use of micro-nutrients.

In Experiment No. 3, effect of plant growth regulators on fruit set, retention, quality and yield of mandarin was evaluated using eight treatments: i) GA₃ (20 ppm), ii) 2,4-D (15 ppm), iii) NAA (50 ppm), iv) GA₃ + 2,4-D, v) GA₃ + NAA, vi) micro-nutrients (B @ 0.4% + Zn @ 0.2% + Ca @ 1%), vii) GA₃ + 2,4-D + micro-nutrients and viii) control. The experiment was laid out in a randomized complete block design with three replications. The treatments were applied as foliar spray five times: the first spray started from the mid bloom stage, the second spray after ten weeks, then the subsequent three sprays at every six-week interval until late September. The result revealed that the trees sprayed with GA₃ @ 20 ppm + NAA @ 50 ppm produced the highest bloom fruit set (6.1%) compared to the control (4.6%). Regarding fruit set during June and the pre-harvest period, a spray of GA₃ + 2,4-D or in combination with micro-nutrients produced the highest fruit retention (3.7-8.4%). The fruit diameter, length, and weight were also significantly increased with the spray of 2,4-D or in combination with GA₃ and micro-nutrients. Furthermore, micro-nutrients increased the fruit number (1147 fruits/tree) and total fruit yield (83.8 kg/tree) followed by 2,4-D. Similarly, juice content increased significantly by the spray of GA₃ + 2,4-D + micro-nutrients, followed by NAA, while an increase in TSS and TSS: TA ratio was obtained with NAA application, followed by GA₃ + 2,4-D.

In Experiment No. 4: Effect of pre-harvest GA₃ application on post-harvest fruit quality and shelf life of mandarin, four treatments: i) GA₃ @ 10 ppm, ii) GA₃ @ 20 ppm, iii) GA₃ @ 30 ppm, and iv) control, were investigated, and the experiment was laid out in a randomized complete block design with five replications. The treatments as a foliar spray were applied two times: first on 22nd October and second on 20th November. The results showed that the highest fruit diameter (54.6 mm) and fruit weight (104.79 g) were obtained with the pre-harvest application of GA₃ @ 30 and 20 ppm, respectively, compared to the least fruit diameter (54.4 mm) and fruit weight (97.2 g) recorded with the control. Similarly, application of GA₃ @ 30 ppm performed the best for the increased fruit color development. Likewise, peel thickness, weight, and hardness were improved with the application of GA₃ @ 20 ppm; the difference was non-significant. Additionally, a spray of GA₃ @ 20 ppm produced the highest juice volume (39.4 ml/fruit) compared to the control (37.0 ml/fruit), and the highest juice content (58.1%) was obtained with GA₃ @ 30 ppm compared to the least juice content (55.4%) in control. Furthermore, application of GA₃ @ 30 ppm consistently

increased juice/fruit biomass ratio by 20-24% higher than control, and the lowest physiological loss in weight was recorded with GA₃ @ 20 ppm. The overall results concluded that the effect of plant nutrients, as well as plant growth regulators are significant for the fruit set, retention, and yield of mandarin.

सुन्तला आर्थिक हिसाबले विश्वकै एक महत्वपूर्ण फलफूल वाली हो । तथापी नेपालमा सुन्तलामा फल न्यून लाग्ने र अधिकतम फल भर्ने साथै कम गुणस्तरीय फल उत्पादन हुने जस्ता समस्याहरूका कारण यस वालीको उत्पादकत्व अन्य देशहरूको तुलनामा धेरै कम रहेको छ । यी समस्याहरूलाई खासगरी विरुवाको खाद्यतत्वहरू र हर्मोनको उचित व्यवस्थापनबाट समाधान गर्न सकिन्छ । सुन्तलामा प्रशस्त अनुसन्धान कार्यहरू भएतापनि, फल भर्ने तथा कम फल लाग्ने लगायत गुणस्तरीय उत्पादनको लागि खाद्यतत्व र हार्मोन व्यवस्थापनका लागि अध्ययन निकै कम भएको देखिन्छ । यस सन्दर्भमा न्यून फल लाग्ने र फल भर्ने समस्याहरूका उचित व्यवस्थापनका लागि विरुवाको खाद्यतत्व तथा हर्मोन प्रयोगको प्रभावकारिता बारे अध्ययन गरी उपयुक्त प्रविधि विकासको लागि यो अध्ययन गरिएको हो । फिल्ड अनुसन्धान शुरु गर्नु पूर्व, सुन्तलामा फल कम लाग्ने तथा फल भर्ने समस्याका कारणहरूको जानकारी लिने उद्देश्यले नेपालको पूर्वी पहाडी धनकुटा जिल्लाको छिन्ताङ र खोकु गाउँका कूल ६० जना कृषकहरूलाई समावेश गरी एक सर्भेक्षण अध्ययन गरिएको थियो । सर्भेक्षणको नतिजा अनुसार, सबै भन्दा बढी फल फलको चिचिला लाग्ने समयमा र जेष्ठ महिनामा भर्ने देखियो भने फल भर्नेबाट १५ देखि २० प्रतिशतसम्म सुन्तला उत्पादनमा कमी आउने देखियो । फलको चिचिला अवस्थामा रोग तथा कीराहरूका कारणहरू भन्दा प्राकृतिक तथा वातावरणीय प्रतिकूलताका कारणहरूले फल भर्ने गरेको रिपोर्ट गरिएको थियो । त्यसै गरी उच्च तापक्रम, कम चिस्यान तथा सुख्खा अवस्थाका कारणले गर्दा पनि बढी फल भर्ने गरेको बहुसंख्यक किसानहरूले बताएको सर्भेक्षणको रिपोर्ट छ । खाद्यतत्व, हर्मोन तथा फल टिप्नु पूर्व जिब्रेलिक एसिड प्रयोगको प्रभावकारिता बारेको अध्ययन कृषि अनुसन्धान केन्द्र, पाखिबास, धनकुटाको अनुसन्धान स्थल चुनवांगमा सन् २०१९/२० देखि २०२१/२२ सम्ममा सम्पन्न गरिएको थियो । उल्लेखित सबै परीक्षणहरू आर.सी.वि.डी. डिजाइनमा क्रमशः चार, तिन र पाँच पटक दोहोर्‍याएर समान व्यवस्थापन गरिएका ३४ वर्ष उमेरका खोकु जातको स्थानीय सुन्तलामा तिनका असरहरूको बारे मूल्यांकन अध्ययन गरिएको थियो । खाद्यतत्व परीक्षण अध्ययन अन्तर्गत: १) नाइट्रोजन: फस्फोरस: पोटास (५००:२५०:५०० ग्राम प्रति बोट), २) नाइट्रोजन (१%) + पोटास (१%), ३) नाइट्रोजन: फस्फोरस: पोटास + सूक्ष्म खाद्यतत्व (बोरान ०.४% + जिंक ०.२% + क्याल्सियम ०.१%), ४) नाइट्रोजन + पोटास + सूक्ष्म खाद्यतत्व, ५) सूक्ष्म खाद्यतत्व, ६) कन्ट्रोल गरी विभिन्न छ किसिमका उपचारहरूको विरुवामा असरबारे अध्ययन गरिएको थियो । परीक्षणका घोलहरू पहिलो पटक फूल फुल्नु पूर्व, दोश्रो पटक फल लाग्ने र बढ्ने अवस्थामा तथा अन्तिम पटक यस अघि स्प्रे गरेको भन्दा छ हप्ता पछि गरी कूल तीन पटक स्प्रे गरिएको थियो । परीक्षणको नतिजा अनुसार सूक्ष्म खाद्यतत्व, नाइट्रोजन तथा पोटासको समिश्रणको प्रयोगले जून महिना तथा हावेष्टपूर्व समयमा सबै भन्दा कम फल भरेको नतिजा प्राप्त भएको थियो, यस प्रकारले उल्लेखित समिश्रणहरूको प्रयोगले कन्ट्रोल भन्दा जून महिनामा १५.९% देखि १६.२%; र हावेष्टपूर्व समयमा २५.०% देखि ३७.३% सम्म फल भर्न कम गर्न सकिने नतिजा प्राप्त भएको थियो । अन्तमा, पहिलो वर्ष सन् २०१९ मा १.५% देखि ३.५%, र दोश्रो वर्ष सन् २०२० मा २.१% देखि ३.९% सम्म हावेष्टपूर्व समयमा फल बोटमा रहेको नतिजा प्राप्त भएको थियो, जसमा सूक्ष्म खाद्यतत्व + नाइट्रोजन:फस्फोरस:पोटासको समिश्रणले कन्ट्रोल भन्दा ६१.९% देखि १३३.३% सम्म बढी फल बोटमा अडिएको नतिजा पाईयो । सोही समिश्रणको प्रयोगले फलको व्यास र तौल वृद्धिमा उल्लेखनीय असर रहेको थियो । यस प्रकारले सूक्ष्म खाद्यतत्व + नाइट्रोजन: फस्फोरस: पोटासको समिश्रण प्रयोगले प्रतिबोट फलको संख्या र जम्मा फलको उत्पादन कन्ट्रोलको तुलनामा क्रमशः ९३.२% र १०६.६% बढी उत्पादन दिएको थियो । एवं रूपले सूक्ष्म खाद्यतत्वको

एकल प्रयोग साथै नाइट्रोजन: फस्फोरस: पोट्यास र नाइट्रोजन + पोट्याससँग मिसाएर स्प्रे गरेको उपचारहरूले केही स्प्रे नगरेको भन्दा रसको मात्रा १५.९% देखि १७.१% सम्म बढी प्राप्त भएको थियो । सोही समिश्रणको प्रयोगले रसको कूल घुलनशील ठोस पदार्थको मात्रा कन्ट्रोलको ९.६० ब्रिक्सको तुलनामा ११.०० ब्रिक्स नतिजा रहेको थियो । त्यसैगरी हर्मोन परीक्षण अन्तर्गत १) जिब्रेलिक एसिड (२० पीपीएम), २) २,४-डी (१५ पीपीएम), ३) एन.ए.ए.(५० पीपीएम), ४) जिब्रेलिक एसिड + २,४-डी, ५) जिब्रेलिक एसिड + एन.ए.ए., ६) सूक्ष्म खाद्यतत्व, ७) जिब्रेलिक एसिड + २,४-डी + सूक्ष्म खाद्यतत्व, र ८) कन्ट्रोल गरी विभिन्न आठ प्रकारका हर्मोनका घोलहरूको मूल्यांकन अध्ययन गरिएको थियो । परीक्षणका घोलहरू पहिलो पटक पूर्ण रूपमा फूलफुलेको समयमा, दोश्रो दशहप्ता पछि र त्यसपछि हरेक छ हप्ताको अन्तरालमा असोजसम्म तीन पटक गरी कूल पाँच पटक स्प्रे गरिएको थियो । परीक्षणको नतिजा अनुसार, जिब्रेलिक एसिड + एन.ए.ए.को समिश्रण घोलको प्रयोगले फलको चिचिला अवस्थामा सबैभन्दा बढी फल लाग्ने नतिजा (६.१%) रहेको थियो भने कन्ट्रोलमा ४.६% मात्र फल लागेको थियो । एवं रूपले जिब्रेलिक एसिड + २,४-डी.को एकल तथा सूक्ष्म खाद्यतत्वसँगको समिश्रणको प्रयोगले जून महिना र फल हार्भेष्टपूर्व दुवै समयमा सबैभन्दा कम फल भर्नमा प्रभावकारी नतिजा दुवै वर्षमा रहेको थियो । यसरी उल्लेखित समिश्रणहरूको प्रयोगले सबैभन्दा बढी ३.७% देखि ८.४% फल अन्तसम्म बोटमा रहेको नतिजा प्राप्त भएको थियो तर हर्मोनको असर फलको व्यास वृद्धिमा प्रभावकारी देखिएन । परीक्षणको थप नतिजा अनुसार २,४-डी एकल तथा जिब्रेलिक एसिड र सूक्ष्म खाद्यतत्वहरूसँगको मिश्रणहरूको प्रयोगले फलको व्यास र तौल वृद्धिमा उल्लेखनीय प्रभाव पारेको थियो । त्यसैगरी अध्ययनमा सूक्ष्म खाद्यतत्वहरूको प्रयोगबाट प्रतिबोट फलको संख्या सबैभन्दा उत्कृष्ट (११४७ फल/बोट) साथै उत्पादन (८३.८ किलो/बोट) परिमाण पाईयो र दोश्रोमा २,४-डी प्रयोगको नतिजा राम्रो थियो । यसै प्रकारले जिब्रेलिक एसिड, २,४-डी. र सूक्ष्म खाद्यतत्वको समिश्रणको प्रयोगले रसको मात्रा उल्लेखनीय रूपमा बढेको थियो । तर रसको कूल घुलनशील ठोस पदार्थ र कूल घुलनशील ठोस पदार्थ: अम्लीय मात्राको अनुपात जिब्रेलिक एसिड + २,४-डी. समिश्रणको भन्दा एन.ए.ए. प्रयोगको राम्रो रहेको थियो । त्यसैगरी जिब्रेलिक एसिड परीक्षण अन्तर्गत जिब्रेलिक एसिडका चार फरक उपचारहरू: १) जिब्रेलिक एसिड १० पीपीएम, २) जिब्रेलिक एसिड २० पीपीएम, ३) जिब्रेलिक एसिड ३० पीपीएम, र ४) कन्ट्रोल गरी चार प्रकारका घोलहरू फल टिप्नु पूर्व दुई पटक प्रयोग गरिएको थियो । परीक्षणको नतिजा अनुसार, फल टिप्नुपूर्व जिब्रेलिक एसिडको प्रयोगले फलको तौल साथै रसको उल्लेखनीय रूपमा वृद्धि भएको पाईयो । अध्ययनको नतिजा अनुसार, फलको रसको मात्रा तथा छोक्राको अनुपात फरक पाइएन भने हार्भेष्टपूर्व जिब्रेलिक एसिड ३० पीपीएम घोलको प्रयोगले समानरूपमा रसको मात्रा अधिकतम रहेको थियो । यस अध्ययनको समग्र नतिजा अनुसार, सूक्ष्म खाद्यतत्व लगायत नाइट्रोजन तथा पोट्यासको समिश्रण घोल साथै जिब्रेलिक एसिड, २,४-डी तथा एन.ए.ए.का समिश्रण घोलहरूको प्रयोगले सुन्तलामा बढी फल लगाउन, फल भर्न रोक्नुको साथै गुणस्तरीय फलको उत्पादन र उत्पादकत्वमा वृद्धि गर्नमा उल्लेखनीय भूमिका खेल्ने निचोड रहेको छ ।

Production and Marketing of Large Cardamom in the Eastern Corridor of Nepal

Surya Mani Dhungana (AEC-03P-2016), PhD 2024

Department of Agricultural Economics and Agribusiness Management
(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Punya Prasad Regmi, PhD)

Despite of the most expensive and oldest spice crop, large cardamom growers and traders are facing multidimensional problems in production and marketing. This study was done to assess the production and marketing of large cardamom growers in the eastern corridor of Nepal. Primary data were collected from 480 households that grow the large cardamom during January-February 2022 by employing a semi-structured interview schedule and face to face interview. Four focus group discussions and 34 traders, and 20 experts were also conducted for supplementary information and validation. The Cobb-Douglas production function was used to determine resource use efficiency. Financial analysis was explicated for the viability of the farm business. Econometric models such as tobit, probit, logit, and log linear regression analysis were used to analyze factors influencing adoption index, varietal preference index, household commercialization index, choice of marketing channel, labor sharing, and household income. The study also examined the growth and stability of large cardamom production using the compound annual growth rate and Cuddy-Della Valle Index. Findings revealed the production elasticity of 0.526, indicating a 0.526% increase in production for every 1% increase in inputs. The cost of gap filling resulted in a 99.45% increase in marginal value product with a positive coefficient of 0.13. If 20% rise in production costs leads to a decrease in net present value from NRs. 1,536,006 to NRs. 1, 265,812, internal rate of return decreased from 71.31 to 57.78, and benefit-cost ratio decreased from 2.14 to 1.78, reflecting lower profitability, though farming is still feasible. Adoption rates of production management practices were 0.49 and 0.47 in the Mechi and Koshi corridors, respectively. Adoption intensity was influenced by factors such as ethnicity, income, labor-sharing, house type, corridor, and training. Variations in commercialization levels were observed across the corridor. Growers in the study area showed a preference for high-yielding varieties; the most popular one was Ramsai. Labor sharing was common, especially during postharvest operations. Post-harvest practices such as cleaning and curing were widespread. The price of large cardamom was informed by the Federation of Large Cardamom Entrepreneurs Nepal, collection centers, and direct market visits. Fourteen marketing channels were identified, and the most dominant channels were collection from farmers via regional trader to India, exporter to India, and local trader via regional trader to India. The findings highlighted the importance of market extension, with 86.13% of large cardamom exports going directly to India. Positive compound annual growth rates (export value and quantity) indicated market expansion, despite declining prices. The decomposition effect underscored the importance

of productivity in large Cardamom production, emphasizing the need for targeted agricultural improvements. Policymakers should focus on providing financial support and incentives to improve seedling quality, implement appropriate technology, and address labor sharing practice, considering the emphasis on strong returns and the recognized production challenges. The findings also hinted at the positive impacts of education and training in various aspects of commercialization and the adoption of production management practices. Thus, the enhancement of farmers' skills should be invested in training and exposure visits.

अलैंचीलाई सामान्यतया “कालो सुन” भनेर चिनिन्छ, यो संसारको सबैभन्दा पुरानो र तेस्रो महँगो मसला बाली हो । अलैंची खेतीको उत्पादन र बजार अवस्था मूल्याङ्कन गर्ने उद्देश्यले सन् २०२२ जनवरी र फेब्रुअरीमा नेपालको पूर्वी क्षेत्रमा एक अध्ययन गरिएको थियो। कूल ४८० घरधुरीलाई नमुना विधिबाट छनोट गरि पहिले नै परीक्षण गरिएको अर्ध-संरचित प्रश्नावली प्रयोग गरी अन्तर्वार्ता लिइ तथ्यांक प्रमाणीकरणको लागि ४ वटा समूहीक छलफल, ३४ व्यापारीहरु र २० जना विज्ञहरुसंग पनि अन्तर्वार्ता गरिएको थियो। अलैंची खेतीका विभिन्न पक्षहरुको मूल्याङ्कन गर्न विभिन्न सूचकाङ्कहरु संकलन गरिएको थियो, जसमा ग्रहण तिब्रता जातिय प्राथमिकता, घरेलु व्यावसायीकरण तिब्रता, बजार छनोट, श्रम साभेदारी र आम्दानी छन्। यिनै विभिन्न आयामलाई प्रभाव पार्ने कारकहरुको विश्लेषण गर्न इकोनोमेट्रिक मोडेलहरु टोविट, प्रोविट, लोजिट र लग लिनियर रिग्रेसन प्रयोग गरियो साथै अलैंची उत्पादनको वृद्धि र अस्थिरताको पनि जाँच गरिएको थियो । उत्पादन लचकता ०.५२६ रहेको पाइएको थियो, जसमा प्रत्येक १% लागतमा वृद्धिले उत्पादनमा ०.५२६% वृद्धि भएको पाइयो। उत्पादन लागतमा २० % वृद्धिले खूद वर्तमान मूल्यलाई रु. १५,३६,००६ बाट रु. १२,६५,८१२, आन्तरिक प्रतिफल दर ७१.३१ बाट ५७.७८ र लाभ-लागत अनुपात २.१४ बाट १.७८ मा घटाउने देखियो, तथापि अलैंची खेती अबै फलदायिक देखियो । मेची र कोशी करिडोरमा उत्पादन व्यवस्थापन अभ्यासहरुको ग्रहण दर क्रमशः ०.४९ र ०.४७ पाइयो । ग्रहण तीब्रतालाई जातीय, आय, श्रम साभेदारी, घरको प्रकार, कोरिडोर, र प्रशिक्षण जस्ता कारकहरु द्वारा प्रभावित पारेको देखियो । उच्च उत्पादन दिने अलैंची जातहरुलाई प्राथमिकता दिइएको पाइयो जसमध्ये रामसाई सबैभन्दा लोकप्रिय देखियो । मेची र कोशी करिडोरमा विशेष गरी पोष्ट हार्वेस्ट कार्यहरुमा श्रम बाँडफाँड भएको पाइयो, धूने पखाल्ने र सुकाउने गतिविधि गरिएको देखियो। अलैंची उद्यमी नेपाल महासंघ, सङ्कलन केन्द्र र सिधै बजारबाट किसानले मूल्य पत्ता लगाउने गरेको पाइयो। विभिन्न १४ वटा बजारका संजाल मार्फत उत्पादन बेचबिखन गरिएको पाइयो । उत्पादित अलैंचीको ८६.१३ % सीधै भारतमा जाने हुँदा बजार विस्तारको महत्त्वलाई प्रकाश पारेको छ । निर्यातको मात्रा र मूल्यमा चक्रवृद्धि वार्षिक वृद्धि दर घटे तापनि बजार विस्तार सकारात्मक देखियो । विघटन प्रभावले अलैंची उत्पादन र उत्पादकत्वलाई महत्त्व दिँदै, कृषि सुधारका नियमित गतिविधिहरु संचालनको आवश्यकता छ । साथै विरुवाको गुणस्तर सुधार गर्न, उपयुक्त उत्पादन प्रविधि अपनाउन र मजदुरको अभावलाई मध्यनजर गर्दै कर्जा लगानि सहयोग र प्रोत्साहित गर्नमा ध्यान केन्द्रित गर्नुपर्छ । व्यवसायीकरण र बाली व्यवस्थापन प्रविधिहरु अपनाउने लगायतका विभिन्न क्षेत्रमा शिक्षा र तालिमको प्रभाव सकारात्मक रहेकाले किसानको सीप बढाउन तालिम र अवलोकन भ्रमणमा लगानी गर्नुपर्छ ।

Conflict Sensitivity Commitments of International Organizations and Their Local Practices in Nepal

Sampat Jamarkattel (RUS-03P-2015), PhD 2025

Department of Rural Sociology and Development Studies

(Chairperson of the Advisory Committee: Bishnu Raj Upreti, PhD)

Since three decades, conflict sensitivity has increasingly become a global agenda of international aid-communities. But, its implementation in aid delivery practices poses numerous questions and concerns. The concept was coined in mid 1990s when the aid practitioners and aid organizations realized that the aid interventions were largely doing harm and posing negative impacts on conflict-affected situations. Building on several evidences of conflict-affected states in Africa, the Middle East, and Asia, scholars have widely acknowledged that aid can be a strong factor of exacerbating conflicts and tensions among the beneficiaries as well as among the parties of conflict. Such findings heavily urged the aid communities to redeem their interventions with extra caution so that unintended negative impacts are mitigated at all stages of the project cycles. Consequently, the donors and the implementing organizations allocated a chunk of resources to devise different approaches, tools, and techniques to identify the negative impacts of aid and make their projects more sensitive towards conflict. To date, several such approaches have been devised and tested among the aid projects. Still, there are gaps in understanding about conflict sensitivity and its articulation in real practice. By default, the aid recipient countries and communities are poor and vulnerable, and they are compounded by one or other effect of conflict and fragility. Depending on the level of conflict, some countries are facing humanitarian crises and emergencies, some are implementing post-conflict development and reconstruction interventions, and some are carrying out peacebuilding initiatives; while humanitarian, development, and peacebuilding interventions could overlap in many instances. Conflict-sensitivity practitioners suggest that conflict-sensitivity is relevant and applicable in all contexts, whether it is emergency intervention, development or peacebuilding. It therefore requires a granular conflict-analysis to understand the conflict context. Conflict analysis gives foundational strength to understand the interaction between aid interventions and conflict context. Ultimately, the projects can be designed in such a controlled way that they can do good or avoid the potential negative impacts. In an operational environment, various factors are likely to interact with the conflict. However, such factors are not receiving enough attention in research. Indeed, there is a vast gap in determining whether the policy commitments made by international organizations regarding conflict sensitivity, which are intended to enhance aid effectiveness and sustainability, have been properly followed and applied. In this context, this study aims to address some of these concerns and better understand the conflict-sensitivity practices in Nepal's context, considering this as one of the conflict-affected and aid recipient countries in the world. The major research question of this study is how the international cooperation agencies have devised and operated the conflict sensitivity approaches in aid interventions in Nepal. Hence, this study deals with three specific objectives: (a) to explore the approaches, tools and guidelines of international organizations with respect to conflict-sensitivity commitments of international organizations, (b) to examine the institutional practices on applying conflict sensitive approaches

on aid-resourced interventions in Nepal, and (c) to analyze operational state of conflict sensitivity and their implications in projects and programs of international organizations' involvement. On the grounds of these three objectives, this study seeks to contribute to academia with knowledge of conflict-sensitivity constituency, its policy, and practical gaps and further scope of research needs. Gorkha district of Nepal, located at middle part of the country, is carefully selected as the primary study site considering (a) conflict confluence during the armed-conflict time, (b) concentration of aid communities since many years, and particularly during the post-earthquake recovery and reconstruction phase after the 2015's devastating earthquake, and (c) comparative advantage of accessibility for research given the time and resources. The employees of aid-assisted projects, programs, and organizations, as well as the aid beneficiaries and local stakeholders, including political representatives, journalists, and local intellectuals, were the key informants for this study. Mainly, the key informant interviews were carried out with purposively selected participants, accompanied by semi-structured questionnaires. Besides, direct observation and content review of reports and published/unpublished sources of information collected from the aid-related communities have been carried out. A deeper case analysis is also carried out in one of the beneficiaries' communities to understand how some of the projects are declining the key concepts of conflict sensitivity. Literature review is, of course, an important part of the study. Further triangulation is used by formal and informal interviews with senior people who are situated at policy levels of international organizations and government offices. This has largely helped to validate the findings. This study has used the reports, publications, and guidebooks produced by aid communities to a large extent to draw the theoretical concepts. Methodological theories have helped to devise the study in an exploratory fashion. A qualitative approach is used while analyzing the findings with narrative descriptive analysis. Major field-works were carried out during late 2019 and early 2020. However, review of documents and validation are constantly carried out both before and after the fieldwork. The major findings are presented and discussed in line with the research objectives. As explored in objective one of the studies, different international organizations are found with varied level of policy commitments with respect to conflict-sensitivity. The organizations that have expressed their policy commitments through published documents possess a more or less similar understanding of the key concepts of the conflict-sensitivity theme. However, not all of them have equally considered the conflict situation as an important agenda item to design their projects. The European donors have seriously stated 'conflict-sensitivity' as one of their foundational commitments to work in conflict-affected situations. They have equally spent their resources to devise tools, techniques, and approaches for their application and mainstreaming. The United Kingdom government's international aid agency, known as FCDO (formerly the DFID), seems much ahead on policy commitments and investments for conflict-sensitivity. Comparable commitments can be found with SDC, GIZ, World Bank, Asian Development Bank, and UN Agencies. However, they have less investment in policy processes. USAID's commitments are limited to conflict analysis, and their objective is more focused on stabilization rather than conflict sensitivity. GIZ focuses on safeguarding, whereas JICA wants to use conflict sensitivity for peacebuilding purposes. Fund-managing international organizations like CARE and Oxfam have also published the policy commitments, but their policies are largely guided by the funding sources that they grab during implementation. Some of the major Nepals' donors, like India and China, do

not possess any policy commitment for conflict-sensitivity. Similarly, newly emerged fund managers, and particularly the private sector international organizations, do not possess explicit commitments to conflict-sensitivity. But they tend to tune their documents as required by their donors. The international organizations that have regarded conflict sensitivity as an important agenda in aid practices have equally considered conflict analysis as one of the foundational requirements to drive their interventions. To make conflict analysis more robust, they have created several tools and guiding questions. Agencies have developed context-specific tools and techniques to gather the desired information. FCDO possesses a long list of different tools for conflict analysis. Meanwhile, other organizations have also adopted scholarly developed and customized tools for conflict analysis purposes. Conflict Analysis Framework (CAF) is a frequently used tool by USAID and the World Bank, whereas they intend to focus on different kinds of information. Despite the different techniques they employ, they have expressed policy commitments at least for doing 'no harm' and avoiding negative impacts of the interventions. While examining the institutional practices on applying conflict-sensitive approaches as per objective two, the results show that international organizations have not fully articulated the policy commitments at the field level. To translate their policies into practices, their employees and partners need enough capacity to understand the policy and enough ability to act upon the policy commitments. In contrast, the policies of international organizations are evident in papers, and their employees are rarely aware of the institutional commitments. In Nepal's context, international organizations scripted 14-points Basic Operating Guidelines (commonly known as BOGs) for conflict-sensitive development, when the country was passing through the armed conflict. However, many employees working in aid-assisted programs are found unaware of the BOGs. Those who appeared informed about the BOGs were also found to be unknown about the key messages. Very limited organizations, particularly partnered with FCDO, have shared 'Risk Management and Safe and Effective Development' tools developed by DFID-GIZ's joint Risk Management Office (RMO) with some of their staff. Still, such organizations have not articulated the tools to the field-level employees who regularly interface with the beneficiary communities. The results conclude that many organizations are working without any acknowledgement of the conflict contexts. Such organizations exhibit an absolute blindness towards conflict and can be termed 'conflict-blind'. Whereas, very few organizations can be viewed as if they are conflict-sensitive because of their staff's cognitive abilities. They are somehow able to refer to conflict-sensitive principles in conjunction with their interventions. Such organizations can be termed as conflict-sensitive 'by chance'. A handful of organizations and employees can relate their interventions to the basic concepts of conflict-sensitivity. And, it is possible to mark them conflict-sensitive by design. To analyze the operational state of conflict sensitivity as per objective three, the study focused on various operational issues that are prone to interact with the conflict situation, such as targeting, partnership, procurement, relationship with communities, partners, and governments, community feedback and response mechanisms, and exit plans of international organizations. The information collected from local communities, local stakeholders, and through direct observation revealed big fault lines in the implementation of the planned projects. In fact, the development interventions are found to be unable to address the root-causes of conflict, they are contributing to creating tensions and divisions due to their exclusion errors or politicization of the resources. Their interventions are

not able to promote the local economy, and they are exiting the projects without ensuring post-implementation accountability. Analysis of some cases proves a very negligible amount of budget is reached among the targeted beneficiaries, and a chunk of project costs is spent on administrative arrangements of the involved organizations. This has clearly disregarded the global commitments made by international communities on 'aid-effectiveness' through the Rome Paris, Accra, and Busan conventions. Despite that, some practices at the communities are seen as promising to strengthen the capacities of local communities in terms of empowerment and promote local institutions. Still, they are found captured by limited local elites and powerful people. In conclusion, conflict-sensitivity has remained only as a commitment of international organizations in their policy documents without proper implementation and mainstreaming efforts over time. The tools, techniques, and approaches are designed impressively to discuss at the high-level forums; their application in real conflict-affected situations is very far behind. The weaker implementation of conflict-sensitivity principles and operationalization of conflict-sensitive issues are directly associated with government policies and the government's candid surveillance of the aid system within a country. Therefore, without sincere engagement of local authorities on proper selection of funding sources, proper selection of implementing partners, proper monitoring and evaluation of actions and behaviors of the involved actors, and assurance of expenses among the target beneficiaries; objectives of conflict-sensitivity remain unattainable. Conflict-sensitivity should be the agenda of recipient governments, not only of the donors or implementing organizations.

सन् १९९० को दशकमा द्वन्द्वग्रस्त मुलुकहरूमा वैदेशिक संस्थाहरूले पर्याप्त सहायताहरू परिचालन गर्दागर्दै पनि त्यहाँको अवस्था सुधार हुनुको साटो भन्नु विग्रन गएको र कतिपय स्थानहरूमा द्वन्द्व समाधान हुनुको सट्टा भन्नु उग्र भएर असाधारण क्षतीहरू पुग्न गएको अवस्थालाई मध्यनजर गरी प्रकाशन भएका कीर्तिहरूले द्वन्द्व संवेदनशिलताको अवधारणा स्थापित गर्न मद्दत गरेका थिए। यो अवधारणाले वैदेशिक सहायताहरू परिचालन गर्दा द्वन्द्वको परिस्थितिलाई विग्रन दिनु हुँदैन, बरु सम्भव भएसम्म समाजमा सकारात्मक प्रभाव पार्न सक्नुपर्छ भन्ने मान्यताको वकालत गर्दछ। नेपाल पनि १९९० को मध्य दशकदेखि करिब दश वर्षसम्म सशस्त्र द्वन्द्वको चपेटामा परेका कारण द्वन्द्व संवेदनशिलताको अवधारणामा काम गर्न वैदेशिक संस्थाहरूको लागि यौटा उपयुक्त थलो बन्न पुग्यो। त्यस आधारमा के नेपालमा कार्यरत वैदेशिक संस्थाहरूले उनीहरूको सहयोग परिचालन गर्दा साँच्चै द्वन्द्व संवेदनशिल भएर काम गरे त भन्ने अहम् प्रश्नलाई यस अध्ययन मार्फत उजागर गर्न खोजिएको छ। यसको लागि द्वन्द्वको मुख्य थलोको रूपमा रहेको गोर्खा जिल्लालाई छनौट गरी त्यहाँ कार्यरत वैदेशिक संस्थाहरू तथा तिनका परियोजनाहरूमा केन्द्रित भएर त्यस्ता संस्थाका स्वदेशी/विदेशी कर्मचारी, स्थानीय समुदाय तथा स्थानीय सरोकारवालाहरूसंग अन्तरवार्ताका माध्यमबाट लिइएका जानकारी, उनीहरूले तयार गरेका प्रतिवेदनहरूको अध्ययन साथै विभिन्न आयोजनास्थलहरूमा पुगेर स्थलगत रूपमा संकलन गरिएका अनुभवहरूको गुणात्मक विश्लेषण गरी यो शोधपत्र तयार गरिएको हो। अध्ययनको पहिलो उद्देश्य अनुरूप वैदेशिक संस्थाहरूले द्वन्द्व संवेदनशिल बन्नको लागि कस्ता नीतिगत प्रबन्धहरू गरेका छन् भनेर हेर्दा उनीहरूले उल्लेख्य मात्रामा द्वन्द्व संवेदनशील बन्ने प्रतिवद्धताहरू व्यक्त गरेको पाइयो। यसको लागि द्वन्द्वको अवस्थाको विश्लेषण गर्ने विभिन्न औजारहरूको समेत विकास गरेको र आफू ना कामहरूलाई राम्रो बनाउन विभिन्न बैकल्पिक विधिहरू तय गरेको पाउन सकिन्छ। कतिपय दातृ संस्थाहरूले द्वन्द्व संवेदनशील विधिहरू निर्धारण गर्न ठूलै लगानी समेत गरेको देखिन्छ। बेलायती सहयोग निकाय यस कार्यमा

धेरै अगाडि देखिन्छ भने अन्य दातृसंस्थाहरु पनि त्यस्तो लगानीमा संगसंगै छन्। यद्यपि नेपालमा ठूलै लगानी गरिरहेका भारत र चीन जस्ता मुलुकहरुलाई यो विषय त्यति चासोको विषय नभएको देखिन्छ। अध्ययनको दोस्रो उद्देश्य अनुरूप यो अवधारणालाई उनीहरुले व्यवहारमा उतार्न कस्ता प्रयासहरु गरेका छन् भनेर हेर्दा त्यति धेरै उत्साहजनक परिणाम देख्न सकिदैन। कुनै पनि अवधारणालाई व्यवहारमा परिणत गर्नको लागि उनीहरुले आफ्ना साभेदार तथा कर्मचारीहरुको क्षमता विकासमा लगानी गर्नु मुख्य आवश्यकता हो। तर, उनीहरुका कर्मचारीहरुमा द्वन्द्व संवेदनशिलताको खासै ज्ञान देखिदैन। केही संस्थाहरुले कर्मचारीको तालिममा लगानी गरेको भए पनि त्यो पर्याप्त देखिदैन। यसरी हेर्दा धेरैजसो संस्थाहरुले नेपालको द्वन्द्वको परिवेशलाई पुरै नजरअन्दाज गरेको देखिन्छ भने, केही संस्थाहरुले संयोगवस मात्र द्वन्द्वको अवस्थामा काम गर्दा अपनाउनु पर्ने शैली अपनाएको देखिन्छ। धेरै कम मात्र संस्थाहरुले चाहिँ यहाँको धरातलीय द्वन्द्वको बस्तुस्थितिलाई आफ्नो योजना निर्माणमा समावेश गरेको देखिन्छ। द्वन्द्व संवेशनशिलता प्रतिको प्रतिवद्धता स्वरूप नेपालमा कार्यरत विदेशी संस्थाहरुले संयुक्त रुपमा जारी गरेको कार्यसंचालनका न्यूनतम मापदण्ड (BOG) लाई समेत उनीहरुले तल्लो तहका कर्मचारीहरु सम्म पुर्याउन नसकेको प्रष्ट देखिन्छ। अध्ययनको तेस्रो उद्देश्य अनुरूप द्वन्द्व संवेदनशिलताको कार्यान्वयन पक्ष कस्तो छ भनेर विश्लेषण गर्दा चाहिँ भन्नै कहालिलाग्दो अवस्था देखिन्छ। द्वन्द्वको अवस्थामा सजिलै प्रभावित हुने विभिन्न पक्षहरु जस्तै लाभाग्राहीहरुको छनौट, सेवा तथा बस्तुहरुको खरिद, साभेदारी, सेवाग्राही तथा सरकारी निकायहरुसंगको सम्बन्ध, गुनासो व्यवस्थापन, योजनाहरुको समापन विधि आदि मापदण्डहरुलाई आधार मानेर विश्लेषण गर्दा वैदेशिक लगानीका परियोजनाहरुले उल्लेख्य मात्रामा समाजमा नकारात्मक प्रभाव पारेको पाईयो। उनीहरुका योजनाहरु एकातिर राजनैतिक साँठगाँठबाट मुक्त छैनन भने अर्कोतर्फ स्थानीय अर्थतन्त्रलाई बलियो बनाउन पनि योगदान गर्न सकिरहेका छैनन्। समुदायको संबन्धमा पनि निकै कमजोर र आलोचित छन्। योजना कार्यान्वयन पश्चातको जवाफदेहिता उनीहरुले कायम गर्न सकेका छैनन भने, अधिकांश योजनाहरु उनीहरुको बहिरगमन संगै अलपत्र बनेका छन्। मुख्यतः वैदेशिक संस्थाहरुले प्रतिवद्धता गरेको ठूलो लगानीको हिस्सा उनीहरुकै प्रशासनिक व्यवस्थापनमा खर्च भई सारै सानो अंश मात्र समुदायमा पुगेको छ। जसले गर्दा विभिन्न विदेशी मञ्चहरुमा उनीहरुले गरेको वैदेशिक सहायता प्रभावकारिताको प्रतिवद्धतालाई सिधै ओभरलेपमा पारिरहेको छ। यसर्थ, वैदेशिक संस्थाहरुको द्वन्द्व संवेदनशिलताको नीतिगत प्रतिवद्धता नेपालको सन्दर्भमा चाहिँ केवल कागजमा मात्र सिमित भएको देखिन्छ। यो प्रतिवद्धताको खास कार्यान्वयनको लागि सहायता ग्रहण गर्ने सरकार कै चनाखो दृष्टिकोणले मात्र सम्भव हुने देखिन्छ।

Evaluating Herbage and Chemical Constituents of Fodder Maize Considering Best Sowing Time, Density and Nitrogen Levels in Inner -Terai Condition of Nepal

Sujaya Upreti (ANU-03P-2018), PhD 2025

Department of Animal Nutrition and Fodder Production

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Naba Raj Devkota, PhD)

A series of research experiments was done with the main objective to evaluate the production potential and chemical constituents of major cultivars of fodder maize at different dates of sowing, density, and nitrogen level during spring and winter seasons to generate technology to help increase fodder supply in the inner Terai condition of Nepal. The experiments were conducted on February 1st, 2021, 13th September 2021, and 6th February 2022, respectively, at the National Cattle Research Program, NARC, Rampur, Chitwan. The treatments were set in a 4×3 factorial arrangement of two factors: variety and dates of sowing; and a 3×2×2 factorial arrangement of three factors, variety, density, and nitrogen level in a Randomized Complete Block Design (RCBD). The fodder maize varieties were Arun-2, African Tall, J-1006, and Pratap Makka Chari-6. Three different dates of sowing were 1st February 2021, 15th February 2021, and 2nd March 2021; fodder density was 1,66,666 numbers of plant/ha and 2,22,222 numbers of plant/ha, and nitrogen levels were 150 kg/ha, 200 kg/ha, 300 kg/ha, and 350 kg/ha. Findings revealed that dry matter yield varied significantly ($p < 0.05$) by date of sowing, which was highest in 2nd March (7.07 t/ha and 7.24 t/ha) at 75 and 90 DAS, respectively. African Tall sown on 2nd March and harvested at 90 DAS had produced the highest dry matter (7.99 t/ha) yield. Similarly, African Tall sown on 1st February and harvested at 90 DAS also resulted in the highest mean crude protein percentage (6.79%), though it was statistically similar ($p > 0.05$) with other treatments. Results also revealed considerable impact on mineral composition and digestibility of fodder maize, mainly due to low ADF content in low-high plant density at 75 DAS. Similarly, an effect was also found on the non-nutritive component (ADL) in low-high plant density. On the other hand, dry matter yield differed significantly ($p < 0.05$) among the interactive combination of treatments during the winter season. At 90 DAS, J-1006 had the highest dry matter (9.52 t/ha) at a high nitrogen level (300 kg/ha) and the least dry matter (5.02 t/ha) at a low nitrogen level (150 kg/ha) whereas Pratap Makka Chari-6 had the highest dry matter (9.29 t/ha) production in the low-high plant population with the lowest dry matter (6.46 t/ha) for high-high plant population. Besides, it was more palatable with the highest mean crude protein percentage (12.76%) in low-high plant density, though it was not varied significantly. On the other hand, the biomass production, net return, and benefit-cost ratio varied significantly ($p < 0.05$) among the treatments in 90 DAS. Both African Tall and Pratap Makka Chari-6 had statistically similar biomass production of 30.75 t/ha and 30.82 t/ha, respectively; net returns of NRs. 134.40 thousand/ha and NRs. 129.80 thousand/ha, respectively, and benefit-cost ratios of 3.07 and 2.97, respectively. In conclusion, the findings of overall research indicated that there is variation in biomass yield, nutrient composition, polyphenolic contents (lignin and nitrate), net returns, and benefit-cost ratio of fodder maize varieties in different dates of sowing with respect to varied

nitrogen levels and density. Biomass production of African Tall emerged most promising in terms of sowing dates, while J-1006 in terms of high nitrogen level, and Pratap Makka Chari-6 in terms of low plant density.

घाँसे मकैका जातहरू लगाउने उपयुक्त सिजन, र सायानिक मलको मात्रा, विरुवाको घनत्व जस्ता तत्वहरूले घाँस उत्पादन, तथा पोषणतत्वमा पर्ने प्रभावको विषयमा अध्ययन गर्ने यो अनुसन्धानको मुख्य उद्देश्य रहेको थियो। यो अध्ययन तिन पटक, फेब्रुअरी २०२१, १३, सेप्टेम्बर २०२१, र ६ फेब्रुअरी २०२२ मा राष्ट्रिय गाई अनुसन्धान कार्यक्रम, रामपुर चितवनको घाँस अनुसन्धान ब्लकमा संचालन गरिएको थियो। मकै छरेको ७५, ९० र १०५ दिनमा छनौटमा परेका मकैका बोटहरू काटी हरियो घाँस उत्पादन, सो घाँसमा पाईने पोषण तत्वहरू, र विशाक्तताको मात्रा परीक्षण गरिएको थियो। घाँसे मकैको परीक्षण गर्दा 4×3 फ्याक्टोरियल अरेज्मेन्ट (घाँसे मकैको जात र घाँस लगाउने समय) र $3 \times 2 \times 2$ फ्याक्टोरियल अरेज्मेन्ट (जात, विरुवाको घनत्व र नाईट्रोजन मलको मात्रा) मा प्रभाव हेरिएको थियो र आर.सि.वि. डिजाईनमा अध्ययन गरिएको थियो। अनुसन्धानमा प्रयोग भएका मकै र घाँसे मकैका जातहरूमा अरुण-२, अफ्रिकन टल, जे-१००६, र प्रताप मक्काचरी-६ थिए। तिन फरक मितिहरूमा जस्तै १ फेब्रुअरी २०२१, १५ फेब्रुअरी, २०२१ र २ मार्च २०२१ मा बिऊ छरिएको थियो। बिऊ छर्दा दुई तहको विरुवाको घनत्व अपनाईएको थियो, जस्तै: कम घनत्व प्रति हेक्टर १,६६,६६६ विरुवा, धेरै घनत्व: प्रति हेक्टर २,२२,२२२ विरुवा। यस्तै विभिन्न चार तहको रसायनिक मलको मात्रा प्रयोग भएको थियो जसमा नाईट्रोजन को मात्रा, १५० के.जी., २०० के.जी., ३०० के.जी. र ३५० के.जी. प्रति हेक्टरको दरमा प्रयोग भएको थियो। अनुसन्धानमा मार्च २ मा छरी ७५ र ९० दिन उमेरमा काटेको घाँसे मकैका बोटहरूबाट घाँस उत्पादनमा (क्रमशः ७.०७ टन/हेक्टर र ७.२४ टन/हेक्टर) उल्लेख्य रूपमा बढी फरक पाईयो। मार्च २ मा छरी ९० दिनको उमेरमा काटिएको अफ्रिकन टल घाँसे मकैको जातले सबैभन्दा बढी घाँस उत्पादन (७.९९ टन/हेक्टर सुख्खा पदार्थ) दिन सफल भयो भने १ फेब्रुअरीमा छरी ९० दिनको उमेरमा काटेको अफ्रिकन टल जातमा सबै भन्दा बढी क्रुड प्रोटीन (९.५७%) पाईयो जुन अरु मकैको जात संग खासै भिन्न थिएन। ७५ दिनको कम-बढी घनत्व भएका विरुवामा ए डि एफको मात्रा कम पाईएकाले खनिज तथा पाचनप्रक्रियामा उल्लेख्य प्रभाव पार्न सक्नेछ। त्यसैगरी ए डि एल को मात्रामा पनि उल्लेख्य प्रभाव पार्न सक्नेछ। इन्टरयाक्सनको प्रभाव पनि सुखा घाँस उत्पादनमा उल्लेख्य फरक पाईयो। प्रति हेक्टर ३०० के जी नाईट्रोजन मल राखेको जातहरू मध्ये जे-१००६ ले सबै भन्दा बढी घाँस (९.५२ टन/हेक्टर सुख्खा पदार्थ) उत्पादन दिएको पाईयो भने सोही जातले कम नाईट्रोजन (१५० के जी/हेक्टर) प्रयोगमा सबै भन्दा कम घाँस (५.०२ टन/हेक्टर सुख्खा पदार्थ) उत्पादन दिएको पाईयो। यस्तै किसिमले प्रताप मक्काचरीमा कम घनत्व तर धेरै प्रति हेक्टर १,६६,६६६ विरुवामा सबै भन्दा बढी घाँस (९.२ ९ टन/हेक्टर सुख्खा पदार्थ) उत्पादन भयो भने धेरै घनत्वमा सबै भन्दा कम घाँस (६.४६ टन/हेक्टर सुख्खा पदार्थ) उत्पादन पाईयो। यस बाहेक कम घनत्व तर धेरैमा बढी क्रुडप्रोटीन (१२.७६%) हुनाको साथै घाँस बढी रूचीकर भएको पाईयो। परीक्षण गरिएका जातहरूको ९० दिनमा काटेको घाँसको आर्थिक विश्लेषण गर्दा प्रयोग भएका तिनै जातको हरियो घाँस उत्पादन, लाभ लागतमा फरक पाईयो। अफ्रिकन टल र प्रताप मक्काचरी जातका घाँसे मकै आर्थिक हिसाबले एकैनासका पाईयो जसको हरियो घाँस उत्पादन क्रमश ३०.७५ टन/हेक्टर र ३०.८२ टन/हेक्टर थियो भने लाभ लागत अनुपात क्रमश १३४.४ र १२९.८ थियो। अनुसन्धानमा बिऊ छर्ने समय, नाईट्रोजन मलको मात्रा, र प्रति ईकाई जमिनमा विरुवाको संख्या जस्ता कारक तत्वहरूले घाँस उत्पादनमा प्रभाव पारेको पाईयो। उत्पादनको हिसाबले विभिन्न समयमा छर्दा अफ्रिकन टल जातलाई उत्कृष्ट पाईयो भने बढी नाईट्रोजन प्रयोग गर्दा जे-१००६, र न्यून घनत्वमा प्रताप मक्काचरी-६ लाभदायी पाईयो।

Enhancing Herbage Mass Production Potential of Teosinte (*Euchlaena mexicana* L.) in Combination with Common Fodder Legumes

Birendra Khanal (ANU-01P-2017), PhD 2025

Department of Animal Nutrition and Fodder Production

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Naba Raj Devkota, PhD)

Determining appropriate sowing dates for teosinte in combination with common fodder legumes across the seasons is the least researched, focusing on higher herbage mass production in Nepal. Under this context, a preliminary household survey was first done to identify socioeconomic issues related to the choice of common fodder for cultivation. On the basis of key findings from the survey, three consecutive experiments were conducted to assess the effects of sowing dates on herbage mass production, chemical constituents, and gross margin return of teosinte in combination with common leguminous fodder. Out of three, two experiments were done at the Directorate of Agricultural Research (DoAR), Nepal Agricultural Research Council (NARC), Banke, Khajura, for two years, and one verified experiment was done at a farmer's field during the second year. Findings of the household survey revealed that teosinte was more profitable than maize. Additionally, most farmers did not like the concept of mixing teosinte with lablab bean, whereas cowpea was considered one of the best fodders along with teosinte. While conducting field experiments, sowing dates were varied. In the first year, the first sowing was done on 18th April, 2018, and the subsequent two sowing were done at 15-day intervals. Teosinte, teosinte + cowpea, teosinte + rice bean, and teosinte + lablab bean were fodder combinations that were cultivated. In the second year, in both experimental sites, lablab bean was omitted as a treatment, and some modifications were made by adjusting the highest yielding sowing date of the first year. Accordingly, the first sowing was done on 8th April, 2019, and the subsequent three sowing were done at each 10-day interval. Teosinte, teosinte + cowpea, and teosinte + rice bean were fodder combinations that were cultivated. The sowing dates were considered as the main plot and fodder combinations as subplots under the split plot design for both years' experiments. Each treatment was replicated five times. The first harvest was done at 70 days after sowing, and the second, one month after the first harvest. Findings of this research revealed that mid to late April could be a better sowing date in obtaining maximum cumulative green and dry herbage mass production, if teosinte is sown with cowpea. The highest cumulative green and dry herbage mass was obtained by fodder combination if teosinte sown with cowpea at DoAR, NARC, Khajura. A similar pattern of herbage mass production was obtained on the same fodder combination at the farmers' field. Plant height and tiller density of teosinte, as well as plant height and density of branches of legumes had major contribution to higher herbage mass production. The highest crude protein and moderate Neutral detergent fiber content was obtained from the fodder combination, teosinte + cowpea, indicated high quality fodder. In addition, the highest gross margin return was also obtained from the same fodder combination in both years. This finding signifies the message of the need to

consider the sensitivity of sowing teosinte in combination with cowpea as a promising fodder legume, whereas this sort of combination would be more relevant to commercial dairy farmers, as most of them have been ignoring the concept of selecting appropriate legumes to combine with teosinte to improve both the quality and quantity of fodder harvest in a given unit of land.

नेपालमा बढी घाँस उत्पादन गर्ने उद्देश्यले मकैचरी घाँससंग कोशे घाँस लगाउँदा बिऊ छर्ने मितिले पार्ने असर सम्बन्धि अनुसन्धान कम भएको छ। यसै सन्दर्भमा, किसानहरूले घाँस छनौटसँग सम्बन्धित सामाजिक आर्थिक स्थिति पहिचान गर्न पहिलो पटक प्रारम्भिक घरधुरी सर्वेक्षण गरिएको थियो। सर्वेक्षणको मुख्य निष्कर्षको आधारमा, घाँस उत्पादन, रासायनिक तत्वहरू र आर्थिक लाभको आकलन गर्न मकैचरीसंग विभिन्न कोशे घाँसको संयोजन गरी बिऊ छर्ने मितिले कस्तो असर गर्छ भनेर तीनवटा अनुसन्धान परीक्षण संचालन गरिएको थियो। तीनवटा अनुसन्धान परीक्षण मध्य कृषि अनुसन्धान निर्देशनालय, नेपाल कृषि अनुसन्धान परिषद्, बाँके, खजुरामा दुई वर्षमा दुईवटा र नार्क स्टेशनको नतिजालाई प्रमाणित गर्न दोस्रो वर्ष एउटा अनुसन्धान परीक्षण किसानको बारीमा समेत गरिएको थियो। घरधुरी सर्वेक्षणको निष्कर्षले मकैभन्दा मकैचरी घाँस बढी लाभदायक रहेको देखाएको थियो। यसको अतिरिक्त, अधिकांश किसानहरूले सिमिलाई मकैचरीसंग छर्न मन पराएनन् जबकि बोडीलाई मकैचरीसंग लगाउदा सबै भन्दा राम्रो घाँस उत्पादन हुने मानेका थिए। घाँसको अनुसन्धान परीक्षण गर्दा, बिऊ छर्ने मितिहरू फरक-फरक थिए। पहिलो वर्ष, १८ अप्रिल २०१८ मा पहिलो पटक बिऊ छरिएको थियो भने त्यसपछि १५ दिनको अन्तरालमा दुई पटक बिऊ छरिएको थियो। मकैचरी, मकैचरी + बोडी, मकैचरी + मस्यांग र मकैचरी + सिमी घाँसका संयोजनहरू लगाईएको थियो। दोस्रो वर्षको अनुसन्धान परीक्षणमा सिमीलाई हटाई पहिलो वर्षको बढी घाँस उत्पादन दिने मिति समायोजन गरेर दोस्रो वर्षको उपचारमा केही परिमार्जन गरिएको थियो। सोही अनुसार ८ अप्रिल २०१९ मा पहिलो पटक बिऊ छरिएको थियो र त्यसपछि प्रत्येक १० दिनको फरकमा तीन पटक घाँस छरिएको थियो। मकैचरी, मकैचरी + बोडी र मकैचरी + मस्यांग घाँसका संयोजनहरू लगाईएको थियो। बिऊ छर्ने मितिलाई मुख्य प्लट र घाँसको संयोजनलाई सब प्लटको रूपमा मानि स्प्लट प्लट डिजाईनमा घाँसको अनुसन्धान परीक्षण गरिएको थियो। प्रत्येक उपचारलाई पाँच पटक दोच्याएर लगाईएको थियो। घाँस लगाएको ७० दिनमा पहिलो पटक काटिएको थियो र पहिलो काटेको एक महिना पछि दोस्रो पटक काटिएको थियो। यस अनुसन्धान परीक्षणको निष्कर्षले यो पत्ता लगायो कि मध्य देखि अन्तिम अप्रिल सम्ममा मकैचरी घाँससंग बोडी लगाउँदा सबै भन्दा धेरै हरियो तथा सुख्खा घाँस उत्पादन भएको पाईयो। खजुरामा मकैचरीसंग बोडी मिसाएर लगाउदा सबै भन्दा बढी हरियो तथा सुख्खा घाँस प्राप्त भएको पाईयो। यही घाँसको संयोजनमा किसानको बारीमा समेत सबैभन्दा बढी हरियो तथा सुख्खा घाँस उत्पादन भएको पाईयो। मकैचरी घाँसको विरुवाको उचाई र टिलरको घनत्व तथा कोशे बालीको विरुवाको उचाई र हाँगाहरूको घनत्वले घाँस उत्पादनमा प्रमुख भूमिका खेलेको पाईयो। मकैचरीसंग बोडी लगाउदा सबैभन्दा बढी कच्चा प्रोटीन, उपयुक्त मात्रामा निउट्रल डिटर्जेन्ट फाइबरको मात्र पाईने भएकोले उक्त संयोजनबाट गुणस्तरीय घाँस उत्पादन हुने पाईएको थियो। सबैभन्दा बढी आर्थिक लाभ समेत यही घाँसको समायोजनबाट पाईएको थियो। यो अनुसन्धानले मकैचरीसंग बोडी लगाउदा बिऊ छर्ने मितिको संवेदनशीलताले घाँस उत्पादनमा असर पार्ने देखिन्छ। प्रति ईकाई जग्गाबाट धेरै र गुणस्तरीय घाँस उत्पादन गर्न मकैचरी संग उपयुक्त घाँसको संयोजनको अवधारणालाई बेवास्ता गर्दै आएका व्यावसायिक दुध उत्पादक किसानहरूको लागि यस प्रकारको घाँसको संयोजन अधिक सान्दर्भिक हुनेछ।

Value Chain Dynamics and Trade Performance of Lentil (*Lens culinaris* Medik.) in Nepal

Binod Ghimire (AEC-01P-2019), PhD 2025

Department of Agricultural Economics and Agribusiness Management
(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Shiva Chandra Dhakal, PhD)

Lentil, being a key pulse crop in Nepal, offers substantial production opportunities and boosts household income and nutrition, showing diverse market and export potential. However, being a prioritized export crop, Nepal's lentil sector suffers from low productivity, limited technology, weak value chains, policy gaps, and insufficient research, hindering self-sufficiency and competitiveness. This study was planned to evaluate the value chain dynamics and trade performance of lentil, focusing on farm profitability and efficiency, market performance and efficiency, export competitiveness, and upgrading interventions. Primary data were collected through surveys at producer, trader, and enabler levels, complemented by secondary data and methods such as focus group discussions, key informant interviews, direct observations, and rapid market appraisals. Data from randomly selected 473 lentil farmers in Rautahat, Dang, Bardiya, and Kailali districts were collected through face-to-face interviews using a pre-tested and semi-structured interview schedule. Additionally, primary data from 155 lentil traders, including local collectors, aggregators, processors, wholesalers, and retailers across 12 market hubs in Nepal, were gathered using both simple random and purposive sampling through face-to-face interviews. A rapid market appraisal was also done to gather data from exporters and importers in both the domestic and the Dhaka market. Additionally, a survey of 85 lentil business enablers was conducted using Google Forms. Both descriptive and inferential analyses were conducted using tools such as value chain mapping, Likert scaling, SWOT analysis, and various mathematical models, including compound annual growth rate, instability index, revealed comparative advantage, export performance ratio, gross margin, benefit-cost ratio, producer's share, price spread, marketing margin, and marketing efficiency. Econometric models like Cobb-Douglas and Stochastic Production Frontier, Tobit regression, exploratory factor analysis, seemingly unrelated regression, and multiple ordinary least squares regression were analyzed using MS Excel and STATA 13. The study revealed that lentil farming is mostly dominated by small-scale farmers, earning an average profit of 40% as gross return with a benefit-cost ratio of 1.78, and 11.2% contribution to their total agricultural income. Resources were not optimally utilized, and to achieve maximum return, the model revealed that expenses on land preparation, seed, nutrient, and plant protection cum irrigation should be increased by 27.6%, 80.8%, 33.1%, and 97.9%, respectively. Whereas expenditure on labor, harvest, and post-harvest activities should be decreased by 30.1% and 23.6%, respectively. The model estimated a mean technical efficiency of 61.5% for the pooled sample, ranging from 23.0% to 89.9%, with education, group membership, weeding practice, seed type, and farm size as positively significant determinants of efficiency in the production of lentil. The primary lentil

marketing channel, accounting for 44.56% of total transactions, was local collector-processor-wholesaler- retailer- consumer. The top four lentil traders in Nepal controlled nearly 64% of purchases, indicating moderate competition and market imperfection. Further, the market chain lacked collaboration, communication, services, and formal links. Processors obtained the highest profit share (36.02%) and value addition (37.59%), followed by producers. The price spread was 42.13% (67.11 NPR/kg), with 57.87% producers' share and 2.60 marketing efficiency. Marketing cost and selling price were the significant determinants of marketing margin. The sustainability performance of the lentil value chain was moderate, with an average rating of 2.99 and a score of 59.80%, showing good economic and environmental dimensions, while the social dimension rated moderately. Producers perceived climatic hazards as a major risk, with a mean score of 4.11, followed by disease incidence, and managing them through crop diversification, seed saving, and cooperative involvement. Barriers to entry in the lentil business include product unavailability and capital shortage, while price fluctuation and lack of quality lentils are major marketing constraints. Over 30 years, Nepal's lentil export growth has been poor (1.44), and imports have grown significantly with high instability, indicating economic risks and a deficit situation. The compound annual growth rate for area, production, and yield was 1.85%, 4.14%, and 2.25%, respectively, with low instability. Trade performance results indicated higher competitiveness of Nepal in the export of lentil, but highly concentrated and significantly affected by the exchange rate, domestic production of Bangladesh, and international price. Nepalese lentil is found to be competitive to other origin but its market share and availability in Bangladesh have significantly decreased over the last five years. Strengthening actor relationships, increasing yields, enhancing trader business skills, facilitating pricing and market functions, and providing subsidized credit with technical support will boost Nepal's lentil value chain.

नेपालको प्रमुख दाल बालीको रूपमा स्थापित मुसुरोले पर्याप्त उत्पादनका अवसरहरु प्रदान गर्दछ र घरायसी आय र पोषण बढाउँदै विविध बजार र निर्यातमा यथेष्ट सम्भावना देखाउँछ। यद्यपि, प्राथमिकता प्राप्त निर्यात बाली भएतापनि नेपालको मुसुरो क्षेत्र कम उत्पादकत्व, सिमित प्रविधि, कमजोर मूल्य शृङ्खला, नीतिगत खाडल र अप्रयाप्त अध्ययन अनुसन्धानबाट ग्रस्त छ, जसले आत्मनिर्भरता र प्रतिस्पर्धात्मकतामा बाधा पुर्याउछ। नेपालमा मुसुरोको मूल्य शृङ्खला गतिशीलता र व्यापार प्रदर्शन, कृषकको नाफा र दक्षता, बजारको क्षमता र दक्षता, निर्यात प्रतिस्पर्धात्मकता, र उन्नयन हस्तक्षेपका उपायहरुको विश्लेषण गर्दै दालको व्यापार प्रदर्शनसँग सम्बन्धित क्षमता, निर्यात प्रतिस्पर्धा र स्तरवृद्धि उपायहरुको खोजी गर्न यो अध्ययन केन्द्रित थियो। प्राथमिक तथ्यांक उत्पादक, व्यापारी, र सहजकर्ता स्तरहरुमा सर्वेक्षणहरु, लक्षित समूह छलफल, मुख्य सूचनादाता अन्तर्वार्ता, प्रत्यक्ष अवलोकन, द्रुत बजार मूल्याङ्कन विधिहरुद्वारा र द्वितीय तथ्याङ्कहरुको प्रयोग गरी आवश्यक पूरक तथ्यांक लिइएको थियो। रौतहट, दाङ, बर्दिया र कैलाली जिल्लाका ४७३ मुसुरो उत्पादक किसानको तथ्याङ्क पूर्व-परीक्षण गरिएको अर्धसंरचित अन्तर्वार्ता तालिका र साधारण अनियमित नमूना प्रयोग गरी प्रत्यक्ष अन्तर्वार्ताबाट प्राप्त गरिएको थियो। थप रूपमा, नेपालका १२ बजार केन्द्रहरुमा स्थानीय सङ्कलनकर्ता, ठूला सङ्कलनकर्ता, प्रशोधनकर्ता, थोक विक्रेता र खुद्रा विक्रेता सहित १५५ मुसुरो व्यापारीहरुको प्राथमिक तथ्याङ्कहरु प्रत्यक्ष अन्तर्वार्ता विधि मार्फत साधारण अनियमित र उद्देश्यपूर्ण नमूनाहरु प्रयोग गरेर सङ्कलन गरिएको थियो। यसबाहेक, स्वदेशी र बंगलादेशको ढाका बजारमा द्रुत बजार सर्वेक्षण गरिएको थियो। साथै गुगल फारमको

प्रयोग गरेर ८५ मुसुरो व्यवसाय सहजकर्ताहरूको समेत सर्वेक्षण गरिएको थियो । दुवै वर्णनात्मक र बैज्ञानिक विश्लेषणहरूले मूल्य श्रृंखला म्यापिब, पात्रहरूविचको सम्बन्ध विश्लेषण, लिक्टर्ट स्केलिंग, म्याट्रिक्स, र कम्पाउन्ड वार्षिक वृद्धि दर, अस्थिरता सूचकाङ्क, तुलनात्मक लाभ, निर्यात अनुपात, लाभ-लागत अनुपात, मार्केटिब मार्जिन, सहित गणितीय विधिहरू प्रयोग गरिएको थियो । उत्पादकको शेयर, मूल्य प्रसार, र बजारीकरण दक्षताहरू कोब-डगलस र स्टोकास्टिक प्रोडक्शन फ्रन्टियर, टोबिट रिग्रेसन, एक्सप्लोरेटरी फ्याक्टर एनालिसिस, रिग्रेसन जस्ता इकोनोमेट्रिक मोडेलहरू एमएस एक्सेल र स्टाटा प्रयोग गरेर विश्लेषण गरिएको थियो । अध्ययनले मुसुरो दाल खेतीमा प्रायः साना किसानहरूको प्रभुत्व रहेको देखाएको छ, जसले लाभ-लागतको अनुपात १.७८ र कुल प्रतिफलको औसत नाफा ४०% देखाएको छ भने कृषकको कुल कृषि आयमा मुसुरोको योगदान ११.२% रहेको पाइयो, जसले घरायसी आयमा मुसुरोको योगदानलाई इंकित गर्दछ । दाल उत्पादनमा कृषकहरूको स्रोत परिचालनमा मितव्ययिता भने देखिएन र अधिकतम प्रतिफल प्राप्त गर्न जमिनको तयारी, बीउ, पोषक तत्व, बिरुवा संरक्षण र सिँचाइको खर्च क्रमशः २७.६%, ८०.८%, ३३.१%, ९७.९% ले बढाउनुपर्ने साथै श्रममा हुने खर्च, बाली भित्रयाउने र त्यस पछिको गतिविधिलाई क्रमशः ३०.१% र २३.६% ले घटाउनुपर्ने देखिन्छ । विश्लेषणले संयुक्त नमूनाको २३.०% देखि ८९.९% सम्मको दायरा भएकोमा मुसुरो उत्पादनको औसत प्राविधिक दक्षता ६१.५% अनुमान गरेको छ, जसमा शिक्षा, समूह सदस्यता, भार नियन्त्रण अभ्यास, बीउको प्रकार र फार्मको आकार मुसुरो उत्पादनमा दक्षताको सकारात्मक र महत्वपूर्ण निर्धारकहरू रहेका छन् । नेपालमा स्थानीय स्तरमा उत्पादित मुसुरोको संकलन स्थानीय संकलनकर्ता मार्फत बढि हुने भएकोले यसको मुख्य बजारीकरण च्यानल स्थानीय संकलनकर्ता-प्रशोधनकर्ता-थोक विक्रेता-खुद्रा विक्रेता-उपभोक्ता समेटिएको पाईयो जसमा कुल कारोबारको हिस्सा ४४.५६% रहेको थियो। अध्ययनमा शिर्ष चार व्यापारीले करिब ६४% मुसुरो खरिद नियन्त्रण गरेको पाईयो, जसले मध्यम प्रतिश्रद्धा र बजार अपूर्णतालाई संकेत गर्दछ । मुसुरो मूल्य श्रृङ्खलाका पात्रहरू मध्ये प्रशोधनकर्ताहरूले सबैभन्दा बढी नाफा (३६.०२%) र मूल्य अभिवृद्धि (३७.५९%) गरेको पाईयो । मूल्य स्प्रेड/प्रसार ४२.१३% (६७.११ रु/किलो), ५७.८७% उत्पादकहरूको साभेदारी र २.६० बजार दक्षता रहेको थियो, जसले नेपालमा मुसुरोको बजार दक्षता प्रभावकारी रहेको देखाउँछ । बजार लागत र विक्री मूल्य मार्केटिङ मार्जिनको महत्वपूर्ण निर्धारक रहेका थिए । समग्रमा, नेपालको मुसुरो मूल्य श्रृङ्खलाको दिगोपना प्रदर्शन मध्यम स्तरको पाईयो जसमा औसत निर्णय मूल्याङ्कन २.९९ र प्रदर्शन स्कोर ५९.८०% थियो । त्रिकोणात्मक तल्लो रेखामा आर्थिक र वातावरणीय आयामहरू राम्रो र सामाजिक आयाम मध्यम स्तरमा रहेको पाईयो । उत्पादकहरूले जलवायु परिवर्तनबाट सृजित असरहरूलाई मुसुरो बालीको प्रमुख जोखिमको रूपमा देखाएका छन्, जसको औसत स्कोर ४.११ थियो, त्यसपछि रोगको आक्रमण मुख्य समस्यामा रहेको पाईयो । साथै कृषकहरूले बाली उत्पादन जोखिम व्यवस्थापनका विभिन्न उपायहरू मध्ये मुख्य रूपमा बालीको विविधीकरण, बीउ संरक्षण, र समूह सहकारीमा सहभागिता जस्ता कार्यहरू अवलम्बन गरेको पाईयो । व्यापारीहरूका लागि मुसुरो बजारमा प्रवेशका बाधकहरूमा उत्पादनको अनुपलब्धता र पूँजीको अभाव मुख्य रहेको र बजारमा हुने मूल्य उतार-चढाव र गुणस्तरीय दालको अभाव मुसुरो बजारीकरणका प्रमुख समस्याका रूपमा रहेको पाईयो । द्रुत बजार मूल्यांकनको नतिजाले ढाका बजारमा नेपाली मुसुरोको महत्व र हिस्सा राम्रो रहेता पनी पछिल्लो पाँच वर्षमा यसको उपलब्धता र बजार हिस्सा उल्लेखनिय रूपमा घटेको देखाएको छ । साथै नेपालको मुसुरोको मूल्य श्रृङ्खला मध्यम रूपमा दिगो देखिन्छ, जसले आर्थिक र वातावरणीय पक्षमा राम्रो प्रदर्शन गरेको छ तर सामाजिक पक्षमा सुधार आवश्यक रहेको देखिन्छ, जसले समावेशी मूल्य श्रृङ्खला, न्यायसंगत आयको वितरण, सरोकारवालाहरूको समर्थन तथा सेवाहरू, र जोखिम व्यवस्थापनमार्फत सुधारको प्रयाप्त सम्भावना दर्शाउँछ । उत्पादकत्व वृद्धि, पात्रहरूविचको सम्बन्ध, मूल्य निर्धारण र बजार कार्यमा सहजिकरण, व्यापारीलाई प्राविधिक सहजिकरण र ऋण अनुदान सहयोगसगै क्षमता विकास जस्ता कार्यले नेपालको मुसुरो मूल्य श्रृङ्खलालाई दिगो बनाउन सकिन्छ ।

Biology and Management of Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) in Chitwan Nepal

Sheela Devi Sharma (ENT-02P-2019), PhD 2025

Department of Entomology

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Resham Bahadur Thapa, PhD)

Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), is a worldwide destructive pest of maize with 353 host plants of 76 plant families. After its invasion in Nepal in May 2019, several management strategies have been attempted to address the pest problem. The study entitled “Biology and management of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) in Chitwan, Nepal” was carried out in Rampur, Chitwan, Nepal, from October 2020 to July 2022 to develop an integrated pest management strategy. In a life history study of Nepalese *S. frugiperda* species, eggs were pale green to yellowish, contained six instars, and presented an inverted ‘Y’ shape on the frons of the head and four black dots on the 8th abdominal segment of the larva. Pre-oviposition, incubation, larva to pupa, and egg to adult duration were 3.75, 3.00, 17.00 & 16.31, and 29.00 days, respectively. Male and female longevity were 20.73 and 22.87 days, respectively. The number of eggs per egg mass was 71 to 273, with a fecundity of 713-1166. Male to female ratio was 1:1.30 with pupation and adult emergence rates of 98.80 and 97.22 percent, respectively. *S. frugiperda* larval head capsule width increased slightly from first to third instars, with a significant increase from fourth to sixth instars. The female was larger in size and greater in weight than the male. A laboratory host preference study was conducted in a completely randomized design (CRD) with seven treatments, i.e., rice (*Oryza sativa* cv. Sabitri), maize (*Zea mays* cv. Rampur Composite), cowpea (*Vigna unguiculata* cv. Surya), buckwheat (*Fagopyrum esculentum* cv. Mithe Phapar), soybean (*Glycine max* cv. Puja), Napier (*Pennisetum purpureum* cv. Super Napier), and wheat (*Triticum aestivum* cv. Vijay). *S. frugiperda* preferred the Gramineae crop family compared to other families, with higher female longevity and oviposition preference in maize and wheat. Larva development period was the shortest on wheat (21.96 days) and maize (22.40 days). A laboratory ‘leaf-dip’ bioassay was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with three replications to evaluate the efficacy of six synthetic insecticides, i.e., azadirachtin 1500 ppm, emamectin benzoate 5% SG, spinosad 45% SC, imidacloprid 17.8% SL, spinetoram 11.7% SC, and chlorantraniliprole 18.5% SC against the *S. frugiperda* larval mortality. Results indicate that the spinetoram and spinosad had 50.00 percent mortality after twelve hours of bioassay but only 9.00 and 17.71 percent mortality in imidacloprid and azadirachtin respectively. In an evaluation of thirty maize cultivars (6 hybrids and 24 open-pollinated) in three replicated randomized complete block design (RCBD) against *S. frugiperda*, hybrids RH-12, RH-14, and RH-16, respectively, had the lowest damage score and infestation whereas open-pollinated varieties (OPVs) such as Rampur S13F26 (55.65 percent), SO15LYQ (61.14 percent),

and TLBR07F16 (63.94 percent) had lower infestation than any of the hybrids at the knee height stage and other OPVs. The yield of RH-12 was 12.68 mt/ha, and Rampur S13F26 was 8.58 mt/ha. Early plant stages of maize varieties were more prone to *S. frugiperda* than the mature stages. Intercrops such as cowpea (*V. unguiculata*), buckwheat (*F. esculentum*), wheat (*T. aestivum*), kidney bean (*Phaseolus vulgaris*), desmodium (*Desmodium spp*), and soybean (*G. max*) were used in the maize crop in a RCBD design. The desmodium intercropped maize field had 41.80 percent infestation, followed by buckwheat (44.35 percent). The infestation in cowpea (49.03 percent), soybean (48.41 percent), wheat (48.18 percent), and kidney bean (51.41 percent) intercropped with maize was significantly different from the control plot (72.51 percent). The yield was highest in the desmodium intercropped field (7.22 mt/ha) followed by buckwheat intercropping (7.06 mt/ha), with the lowest yield in the control (5.25 mt/ha). A field experiment against *S. frugiperda* was conducted using azadirachtin 1500 ppm, emamectin benzoate 5% SG, spinosad 45% SC, imidacloprid 17.8% SL, spinetoram 11.7% SC, chlorantraniliprole 18.5% SC, and control in a RCBD design. Spinosad and spinetoram were highly effective with a minimum infestation (27.07% and 26.04%) and the highest maize yield (9.77 mt/ha and 9.65 mt/ha), respectively. The benefit-cost ratios for the varietal screening, intercropping, and pesticidal management trial were 1.061, 1.073, and 1.45, respectively. In conclusion, an integrated pest management approach is suggested to reduce the *S. frugiperda* infestation and increase maize yield. First, understand the biology, ecology, and pest nature to develop a pest-focused management strategy, and second, utilizing agroecological practices such as the right selection of maize cultivars, such as RH-12, and Rampur S13F26, and adopting the best intercrops like desmodium and buckwheat, can reduce the pest pressure. At last, the selection of appropriate and effective pesticides, such as spinosad 45% SC and spinetoram 11.7% SC reduces the pest infestation. All these practices are useful in integrated pest management and need to be integrated in a compatible manner to reduce the pest population to a maximum level that can save farmers as well as the ecosystem.

अमेरिकन फौजीकीरा विश्वभरी फैलिएको, मकैवालीमा लाग्ने विनाशकारी कीरा हो। यो कीराले ७६ वनस्पतिक परिवारका तीन सय त्रिपन्न वनस्पतीहरूमा क्षती गर्दछ। नेपालमा पहिलो पटक सन् २०१९ को मे महिनामा यो कीरा पत्ता लगाईएको थियो। यसै कीराको एकिकृत व्यवस्थापनको लागी सन् २०२० अक्टोबर देखि सन् २०२२ जुलाई महिनासम्म “चितवन, नेपालमा फौजीकीराको जीवनी र व्यवस्थापन” बारे अनुसन्धान गरिएको थियो। नेपालमा रहेको अमेरिकन फौजीकीराको आकृति, जीवनचक्र र भौतिक आवरण अध्ययन गर्दा, अण्डा हरियो देखि पहेलो हुने, छ वटा लार्भाको अवस्था, टाउकोको माथिल्लो फ्रान्समा उल्टो “Y” आकार, र पेटको आठौं खण्डमा वर्गाकार आकारमा चारवटा कालो थोप्लो हुने थाहा पाईयो। पूर्वस्थिती ३.७५ दिन, अण्डा ओथार्ने समय तीन दिन, लार्भा १७ दिन, सुसुप्त अवस्था १६.३१ दिन, अण्डा देखि वयस्क पुतलीको जीवनचक्र २९ दिन पाईएको थियो। भाले र पोथी पुतलीको आयु क्रमश २०.७३ र २२.८७ दिन थियो। अण्डाको भ्रुणमा ७९ देखि २७३ वटा सम्म अण्डा पारेको पाईएको थियो। भाले र पोथी अनुपात १:१.३, सुप्त अवस्था बन्ने प्रतिशत ९८.८०% र वयस्क बन्ने प्रतिशत ९७.२२% पाईएको थियो। फौजीकीराको हेड क्याप्सुलको चौडाई, अवस्था बढेसँगै बढ्दै गएको पाईयो। पोथी वयस्क भाले भन्दा ठूलो र गह्रौं

पाईएको थियो । प्रयोगशालामा गरिएको पोस्कर रुची अध्ययन पूर्ण अनियन्त्रित ढाँचामा मकै सहित सात वटा पोस्कर लिएर गरिएको थियो । पोस्कर वनस्पतीहरू धान (सावित्री), मकै (रामपुर कम्पोजिट), बोडी (सूर्य), फापर (मिठे फापर), भटमास (पूजा), नेपियर (सुपर नेपियर) र गहुँ (विजय) थिए । फौजीकीराले ग्रामीनेयी परिवारको वनस्पतिहरू धेरै रुचाएको पाईयो । अण्डा पार्ने प्राथमिकता र पोथी वयस्कको आयु मकै खाएका कीराहरूमा सबै भन्दा बढी र त्यस पछि गहुँ खाएकोमा पाइयो । लार्भा विकास समय गहुँमा (२१.९६ दिन) सबै भन्दा थोरै र त्यो पछि मकैमा (२२.४० दिन) थियो । फौजीकीराको मृत्युदर हेर्नको लागी, प्रयोगशालामा पूर्ण अनियमित ढाँचामा, तेह्र्याई, विभिन्न ६ वटा विषादीको प्रयोग गरी पात खुवाउने एउटा जैविक परीक्षण संचालन गरिएको थियो । ईमामेक्टिन बेन्जोएट ५% एस जी, स्पीनोस्याड ४५% एस सी, ईमिडाक्लोरोपिड १७.८% एस एल, स्पाइनोटोरेम ११.७% एस सी, र क्लोरेनट्र्यानिलिप्रोल १८.५% एस सी, विषादीहरू मध्ये स्पीनोस्याड र स्पाइनोटोरेमले १२ घण्टामा नै ५०% भन्दा धेरै लार्भाको मृत्यु भएको थियो । ईमिडाक्लोरोपिड र एजाडिराक्टिनले क्रमश जम्मा ९% र १७.७१% मृत्यु गराएको थियो । तीस वटा मकैको प्रजाति (६ हाईब्रिड र २४ खुल्ला सिंचित) को मुल्यांकनको निम्ति पूर्ण अनियमित ब्लक ढाँचामा फौजीकीरा विरुद्धको अध्ययन गरिएको थियो र सोहीलाई तेह्र्याईएको थियो । हाईब्रिड मध्ये आर एच-१२, आर एच-१४ र आर एच-१६ मा फौजीकीराको कम क्षती मापन पाईएको थियो । रामपुर एस-१३ एफ-२६ (५५.६५%), एस ओ १५ एल वाइ किउ (६१.१४%) र टी एल बी आर ०७ एफ १६ (६३.९४%) को घुडा अवस्थाको क्षती हाईब्रिड भन्दा कम पाईएको थियो । आर एच-१२ को उत्पादन १२.६८ टन/हेक्टर र रामपुर एस-१३ एफ २६ को ८.५८ टन/हेक्टर रहेको थियो । मकैको प्रारम्भिक वृद्धि अवस्था फौजीकीराको क्षतीको लागी बढी संवेदनशील पाईएको थियो । अन्तरवालीहरू बोडी, फापर, गहुँ, राज्मा, डेस्मोडियम, भटमास प्रयोग गरी मकैमा फौजीकीरा व्यवस्थापनको लागी पूर्ण अनियमित ब्लक ढाँचामा तेह्र्याएर अर्को अध्ययन गरिएको थियो । डेस्मोडियम अन्तरवालीको रूपमा प्रयोग भएको मकैमा कम क्षती (४१.८०%) र त्यसलाई पछ्याउँदै फापर (४४.३५%), बोडी (४९.०३%), भटमास (४८.४१%), गहुँ (४८.१८%) र राज्मा (५१.४१%) मा एकल मकैको (७२.५१%) भन्दा कम क्षती पाईएको थियो । सबैभन्दा कम उत्पादन एकल मकै (५.२५ टन/हेक्टर) मा थियो भने डेस्मोडियम (७.२२ टन/हेक्टर) र फापर (७.०२ टन/हेक्टर) अन्तरवाली रहेको मकैमा धेरै उत्पादन भएको थियो । फौजीकीरा विरुद्धको विभिन्न विषादी (एजाडिराक्टिन, इमामेक्टिन बेन्जोएट, स्पाइनोस्याड, ईमिडाक्लोरोपिड, स्पाइनोटोरेम, क्लोरेनट्र्यानिलिप्रोल) प्रयोग गरी पूर्ण अनियमित ब्लक ढाँचामा तेह्र्याइ गरिएको अर्को अध्ययन अनुसार स्पाइनोस्याड (२७.०७%) र स्पाइनोटोरेम (२६.०४%) प्रयोग भएको मकैमा कम क्षती र बढी उत्पादन क्रमश ९.७७ टन/हेक्टर र ९.६५ टन/हेक्टर भएको थियो । क्लोरेनट्र्यानिलिप्रोल र ईमामेक्टिन बेन्जोएट प्रयोग भएको मकैमा उत्पादन क्रमश ९.१३ टन/हेक्टर र ८.९९ टन/हेक्टर भएको थियो । जातीय परीक्षण, अन्तरवाली अध्ययन र प्रभावकारी विषादीको परीक्षणमा नाफा लागत अनुपात १.०६१, १.०७३ र १.४५ पाईएको थियो । समग्रमा अमेरिकन फौजीकीरा व्यवस्थापन र उत्पादन वृद्धिको लागी एकिकृत व्यवस्थापन प्रणालीको प्रयोग नै उत्तम हुन्छ । प्रथमत कीराको जीवनचक्र, ईकोलोजी र बानीव्यवहार बुझेर त्यही अनुरूप व्यवस्थापन रणनीति बनाउनुपर्छ । त्यसको अलवा हामीले कृषि पर्यावरणीय अभ्यासहरू जस्तै मकैको जातको सही छनौट (आर एच-१२ र रामपुर एस-१३ एफ २६), अन्तरवालीको अभ्यास (डेस्मोडियम र फापर) जस्ता अन्तरवाली प्रयोग गरी मकैवालीमा फौजीकीराको प्रकोप कम गर्न सकिन्छ । प्रभावकारी विषादीको (स्पाइनोस्याड र स्पाइनोटोरेम) छनोट/प्रयोगले कीराको प्रकोप कम गर्छ । यी सबै अभ्यासहरू एकीकृत कीरा व्यवस्थापनमा महत्वपूर्ण भएकाले यिनीहरूलाई एकीकृत रूपमा मिलाएर प्रयोग गर्न आवश्यक भएको जसले फौजीकीराको संख्या घट्न गई किसानहरू र पर्यावरण समेतको रक्षा गर्न सक्ने देखिन्छ ।

Incentivizing Communities for Ecosystem Services in Nepal

Laxmi Dutt Bhatta (FOS-01P-2016), PhD 2025

Faculty of Forestry

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Balram Bhatta, PhD)

Incentive for ecosystem services is widely accepted as a conservation tool seeking to better align economic incentives with conservation through connecting producers and consumers of ecosystem services. There is a strong role of municipal governments as subsidiary organizations to facilitate such schemes through policy and institutional arrangements. Examining acceptable institutional arrangements and possible modes of payment is crucial to ensure the successful implementation of incentives for ecosystem schemes. This research explored the household-level willingness to pay for ecosystem services with preferred mode of payment, possibility of acceptable institutional mechanisms, and integration of incentive schemes at the municipal level through an investigation in the Dhankuta municipality of Koshi province and the Dasarath Chand municipality of Sudur Paschim province in Nepal. Both quantitative and qualitative data were gathered from a review of relevant literature, a semi-structured questionnaire survey with 203 households, 12 focus group discussions, and 24 key informant interviews. A multilinear regression was performed to understand households' willingness to pay for ecosystem services and their correlation with various household-level socioeconomic variables. The research findings demonstrate that 99.51% households are willing to participate in the incentive-based mechanism with an average annual willingness to pay of Nepali rupees 473.55, generating 7.12 million annually in both municipalities. This research confirms that respondents prefer a project-based incentive mechanism to that of cash payment. This research also provides evidence that Nepal's existing legal instruments, such as the Local Government Operation Act 2017, positively contribute towards the implementation of the incentive mechanism. However, there is a need of an umbrella policy instrument with a clear institutional mechanism with benefit sharing mechanism. There is a need for such an institutional mechanism to be established within the existing municipal structure. Overall, the research findings support similar earlier research that an institutional arrangement with benefit sharing is crucial for the successful implementation of an incentive mechanism at the municipality level in Nepal.

कृषि तथा वन विश्वविद्यालय अन्तर्गत विद्यावारिधि उपाधिको लागी गरिएको यस अनुसन्धानले नेपालको नगरपालिका स्तरमा वातावरणीय सेवा भुक्तानी संयन्त्रको अवधारणा कार्यन्वयन तथा नगरपालिकाको कार्यक्रममा समाहित गर्न सकिने सम्भावनालाई विश्लेषण गरेको छ । यस अनुसन्धानले मामिला अध्ययन कार्यविधि अन्तर्गत रहेर नेपालको पहाडी क्षेत्रमा अवस्थित दुई वटा नगरपालिकामा विस्तृत अनुसन्धान गरेको छ । पूर्वी पहाडी जिल्लाको धनकुटा नगरपालिका तथा सुदुर पश्चिम पहाडी बैतडी जिल्लाको दशरथ चन्द नगरपालिका अनुसन्धान क्षेत्र लिएर गरिएको यो अनुसन्धानले जलाधारमा आधारित भएर घरघुरी सर्वेक्षण (२०३), समुहगत छलफल (१२), प्रमुख सूचनादाता संग अन्तरवार्ताको

(२४) माध्यमबाट प्राप्त गुणात्मक तथा मात्रात्मक तथ्यांक विश्लेषण गरी वातावरणीय सेवा भुक्तानी संयन्त्र स्थापना गर्न सकिने सम्भावनालाई मिहिन रूपमा केलाएको छ। नेपाल तथा यस क्षेत्रमा वातावरणिय सेवा भुक्तानी संयन्त्र अन्तर्गत कार्यान्वयन गरिएका कार्यक्रमहरूबाट प्राप्त सिकाई, नेपालको विद्यमान ऐन तथा नीतिहरूलाई विश्लेषण गर्दा नगरपालिका स्तरमा वातावरणिय सेवा भुक्तानी संयत्र संचालन गर्न सकिने प्रयाप्त आधारहरू देखिन्छन्। विशेषगरी स्थानीय सरकार संचालन ऐन २०७४ र वन ऐन २०७६ ले नगरपालिकालाई यस्ता कार्यक्रम गर्न प्रशस्त कानुनि अधिकार दिएको देखिन्छ। स्थानीय सरकार संचालन ऐनले नगरपालिकालाई स्थानीय स्तरमा ऐन वा त्यस्तै कानुनि संयन्त्र गर्न अधिकार समेत दिएको देखिन्छ। अनुसन्धान बाट प्राप्त तथ्यांक विश्लेषण गर्दा ९९.५२% पारिस्थिकिय सेवाका उत्पादक तथा उपभोक्ता यो संयन्त्रमा सामेल हुन चाहेको देखिन्छ, र सेवाका उपभोक्ताहरू प्रति वर्ष औसत नेपाली रुपैया ४७३.५५ उत्पादकलाई भुक्तानी दिन सहमत देखिन्छन्। जसबाट स्थानिय तहमै प्रति वर्ष ७,१२०,००० रुपैया आम्दानि गरि वातावरण संरक्षणमा लगानी गर्न सकिने देखिन्छ। त्यसैगरी, वातावरणीय सेवा भुक्तानी संयन्त्र लागु गर्दा एक छुट्टै संस्थागत संरचना निर्माण गर्नुपर्छ र त्यस्तो संस्थागत संरचना स्थानीय सरकार कै अंगको रूपमा हुनु पर्छ भन्ने मान्यता सबै सरोकारवालाहरूले व्यक्त गर्दै अहिले कै नगरपालिका संयन्त्र अन्तर्गत भए प्रभावकारी हुने र लागत खर्च समेत कम हुने तथ्यलाई यस अनुसन्धानले पुष्टि गरेको छ। साथै, मुद्रामा आधारित भुक्तानी भन्दा योजनामा आधारित भुक्तानी संयन्त्र बढी प्रभावकारी भई रकम अपारदर्शी हुने सम्भावना पनि कम हुने तथ्यलाई समेत यस अनुसन्धानले पुष्टि गरेको छ।

Effect of Planting Dates and Orchard Management Practices on Harvest Duration, Yield and Fruit Quality of Cavendish Banana (*Musa acuminata*, AAA Group)

Basant Chalise (HRT-01P-2017), PhD 2025

Department of Horticulture

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Arjun Kumar Shrestha, PhD)

Banana is one of the most important fruits in the Terai region of Nepal. However, due to the unavailability of adequate orchard management technologies, production and productivity remain suboptimal in farmers' fields. To increase the income of banana growers through productivity enhancement, a study entitled "Effect of planting dates and orchard management practices on harvest duration, yield, and fruit quality of Cavendish banana (*Musa acuminata*, AAA Group)" was conducted at DoAR, Khajura, Banke, from 2020 to 2023. The study consisted of four experiments. In the first experiment, the effect of planting dates on vegetative growth, yield, fruit quality, and harvest duration was observed in three cultivars of banana. The experiment was laid out in split plot design consisting of three varieties as the main plot factor and six planting dates as the subplot factor, where planting was done at 1.8 m × 1.8 m spacing having three replications. In the second experiment, the effect of the number of suckers per clump on vegetative growth, yield, and fruit quality of banana cv. 'Grand Naine' was observed. The experiment was laid out in RCBD, having five treatments replicated four times, with a spacing of 3 m × 3 m. In the third experiment, considering the low availability of micronutrients under higher soil pH (>7.0), the effect of plant nutrients on vegetative growth, yield, and fruit quality of banana cv. 'Grand Naine' was studied in RCBD, where there were seven treatments replicated three times and planted at 2 m × 2 m spacing. Similarly, in the fourth experiment, the effect of different kinds of mulches on vegetative growth, yield, and fruit quality of banana cv. 'Grand Naine' was observed in RCBD, consisting of seven treatments, where planting was done at 2 m × 2 m spacing. Dose of manure and chemical fertilizers used was @ 20 kg FYM and 250:250:350 g N, P₂O₅, and K₂O clump⁻¹ cropping cycle⁻¹ in all experiments except experiment number three. Results of the first experiment revealed that 'Grand Naine' produced the highest bunch weight and yield (16.68 kg and 51.49 t ha⁻¹), followed by 'Williams' (15.66 kg and 48.33 t ha⁻¹). Regarding the date of planting, banana planted on 15th July produced the highest bunch weight and yield (20.85 kg and 64.37 t ha⁻¹). Among combinations, 'Williams' banana planted on 15th July produced the highest bunch weight and yield (22.87 kg and 70.59 t ha⁻¹), followed by 'Grand Naine' on 15th July (21.78 kg and 67.23 t ha⁻¹), and 'Indonesian' banana on 15th July (17.91 kg and 55.28 t ha⁻¹). However, due to excessive heat and dry weather during flowering, the quality of the fruits in early planting was not satisfactory. According to the results of the second experiment, banana production can be done by managing one to three suckers per clump. It is better to keep only one or two suckers per clump for better profit as a higher number of suckers per clump results in the smaller sized fingers, making lower income. The pooled result of the two seasons' crop revealed that the highest marketable bunch yield was obtained with three suckers per clump (46.83 t ha⁻¹), followed by four suckers (45.15 t ha⁻¹), and the lowest with one sucker (28.85 t ha⁻¹). The gross income from the different treatments showed that the highest income was obtained from two suckers per clump (NPR 1,030,660 ha⁻¹), followed

by one sucker (NPR 1,009,876 ha⁻¹), and the lowest with five suckers (NPR 432,292 ha⁻¹). The results of the third experiment revealed that under high soil pH condition (>7), the foliar spray of micronutrients, ZnSO₄ (0.50%), FeSO₄ (0.20%), CuSO₄ (0.20%), and Borax (0.1%), at the 3rd, 5th, and 7th month after planting, produced the highest bunch weight and yield (25.74 kg and 64.35 t ha⁻¹) and better-quality fruit. According to the result of the fourth experiment, mulched plots, regardless of mulching materials, produced better yield, higher quality fruit, greater retention of soil moisture, better weed control, and improved soil properties. Among the mulching materials, mulching with banana leaves resulted in the highest bunch weight and yield (24.30 kg and 60.76 t ha⁻¹), followed by black plastic (24.23 kg and 60.57 t ha⁻¹), grass straw (23.97 kg and 59.93 t ha⁻¹), and rice husk (22.26 kg and 55.66 t ha⁻¹), all of which were statistically at par. Therefore, from this study, it was revealed that the best time to transplant tissue-cultured banana plants in the Western Terai region of Nepal is the 15th July; the optimum number of sucker per clump is two; application of Zn, Fe, Cu, and B at 3rd, 5th, and 7th month after planting, along with FYM and N, P₂O₅, and K₂O @ 20 kg and 250:250:350 g clump⁻¹ crop cycle⁻¹, and mulching with banana leaves, black plastic, grass straw, or rice husk proved to be the most effective practice for enhancing yield and improving fruit quality in banana cultivation.

नेपालको तराईमा खेती गरिने फलफूलहरू मध्ये केरा एक महत्वपूर्ण बाली हो । बगैँचा व्यवस्थापनको उपयुक्त प्रविधि नहुँदा यसको उत्पादन तथा उत्पादकत्व ज्यादै न्यून रहेको पाइन्छ । केराको उत्पादकत्व बढाई कृषकको आय-आर्जनमा सहयोग पुऱ्याउने अभिप्रायले बाँके जिल्लामा अवस्थित कृषि अनुसन्धान निर्देशनालय, खजुरामा ई.सं. २०२० देखि २०२३ सम्म केरा बगैँचा व्यवस्थापन सम्बन्धी चारवटा अध्ययनहरू गरिएका थिए । पहिलो अध्ययनमा केरा रोप्ने समय र जातले केरा उत्पादनको अवधि, घरीको उत्पादन तथा फलको गुणस्तर सम्बन्धी पार्ने प्रभावबारे अध्ययन गरिएको थियो । दोस्रो अध्ययनमा केराको गाँजमा कति बटासम्म बोटहरू राखेर बाली लिँदा फलको उत्पादन तथा गुणस्तरमा कस्तो प्रभाव पार्दछ तथा आर्थिक रूपमा पनि फाईदाजनक हुन सक्दछ भन्ने थियो । तेस्रो अध्ययनमा माटोको पिएच मान ७ भन्दा बढी भएको अवस्थामा सुक्ष्म खाद्यतत्वहरूको अभाव हुने कुरालाई ध्यानमा राखी उक्त तत्वहरूलाई पातमा छर्दा घरीको उत्पादन तथा फलको गुणस्तरमा कस्तो असर हुन्छ भन्ने थियो । यसैगरी चौथो अध्ययनमा केरा खेती गर्दा विभिन्न प्रकारका छापो प्रयोग गरेमा भारपात व्यवस्थापन, माटोमा चिस्यान व्यवस्थापन, तथा माटोको गुणस्तरमा हुने सुधार र फलस्वरूप उत्पादन तथा फलको गुणस्तरमा पार्ने प्रभाव बारेमा थियो । पहिलो अध्ययनको नतिजा अनुसार विभिन्न जातका केरालाई १५ मे देखि १५ अप्रिलसम्म रोप्दा 'ग्राण्ड नाइन' मा सबैभन्दा बढी तौलको घरी र उत्पादकत्व (१६.६८ किलो र ५१.४९ टन प्रतिहेक्टर) पाइएको थियो । केराको बिरुवा रोप्ने मितिको तुलना गर्दा १५ जुलाईमा रोपेको केरामा घरीको तौल तथा उत्पादकत्व सबैभन्दा बढी (२०.८५ किलो र ६४.३७ टन प्रतिहेक्टर) पाइयो । केराको बिरुवा रोप्ने मिति र जातको संयोजन हेर्दा भने 'विलियम्स' लाई १५ जुलाईमा रोप्दा घरीको तौल तथा उत्पादकत्व सबैभन्दा बढी (२२.८७ किलो र ७०.५९ टन प्रतिहेक्टर) हुनुको साथै फलको गुणस्तर पनि राम्रो भएको पाइयो । अन्य जातका केराहरू पनि १५ जुलाईमा रोप्दा नतिजा राम्रो पाइयो । दोस्रो अध्ययनको नतिजा अनुसार केरालाई प्रतिगाँज एक बोटदेखि तीन बोटसम्म राखेमा अधिक उत्पादन लिन सकिने देखिए पनि गुणस्तरीय फल तथा राम्रो मुनाफाको लागि एक वा दुई बोटमात्र राख्दा राम्रो हुने पाइयो । यस अनुसन्धानमा प्रतिगाँज तीन बोट राख्दा उत्पादकत्व सबैभन्दा बढी (४६.८३ टन प्रतिहेक्टर) पाइयो, त्यसपछि चार बोटले बढी उत्पादन (४५.१५ टन प्रतिहेक्टर) दिएको पाइयो भने एक बोटले सबैभन्दा थोरै उत्पादन (२८.८५ टन प्रतिहेक्टर) दिएको पाइयो । कुल आमदानी हेर्दा

प्रतिगाँज दुईओटा बोटहरु मात्र राखेर उत्पादन लिदा सबैभन्दा बढी आम्दानी (रु. १०,३०,६६० प्रतिहेक्टर) भएको पाइयो भने त्यसपछिको बढी आम्दानी (रु. १०,०९,८७६ प्रतिहेक्टर) एउटा बोट राख्दा पाइयो। प्रतिगाँज पाँचओटा बोटहरु राख्दा भने आम्दानी सबैभन्दा कम (रु. ४,३२,२९२ प्रतिहेक्टर) पाइयो। यसैगरी तेस्रो अध्ययनको नतिजामा केरालाई गोठेमल तथा रासायनिक मलको मात्रा मिलाएर दिनुका साथै माटोको पिएच ७ वा सो भन्दा बढी भएको ठाउँमा सुक्ष्म खाद्यतत्वको अभाव पूर्ति गर्नको लागी रोपेको ३, ५, र ७ महिनामा जिंक सल्फेट (०.५०%), कपर सल्फेट (०.२०%), आइरन सल्फेट (०.२०%), तथा बोरेक्स (०.१०%) को भोल बनाई पातमा छरेर दिएमा प्रतिबोट घरीको तौल तथा उत्पादकत्व अधिक (२५.७४ किलो र ६४.३५ टन प्रतिहेक्टर) रहेको तथा फलको गुणस्तर पनि उच्च भएको पाइयो। चौथो अध्ययनको नतिजामा केरा उत्पादन गर्दा छापो दिएमा सिँचाईको आवश्यकता कम पर्ने, भारपातको व्यवस्थापन गर्न सजिलो हुने, तथा माटोको गुणस्तरमा सुधार भई उत्पादन तथा फलको गुणस्तर पनि बढाउन सकिने देखिएको छ। यस परीक्षणमा केराको छापोबाट घरीको उत्पादन तथा उत्पादकत्व सबैभन्दा बढी (२४.३० किलो र ६०.७६ टन प्रतिहेक्टर) आएको पाइयो भने त्यसपछि कालो प्लाष्टिक (२४.२३ किलो र ६०.५७ टन प्रतिहेक्टर), सुकेको घाँस (२३.९७ किलो र ५९.९३ टन प्रतिहेक्टर), तथा धानको भुस (२२.२६ किलो र ५५.६६ टन प्रतिहेक्टर) राम्रो पाइयो, यद्यपि तथ्याङ्क शास्त्रको दृष्टिकोणले चारै प्रकारका छापोहरु उस्तै देखिएका थिए। अतः यस अध्ययनबाट केरा रोप्ने उपयुक्त समय १५ जुलाई भएको, प्रतिगाँजमा दुईवटा बिरुवा राखी उत्पादन लिएमा उच्च प्रतिफल लिन सकिने, बाली अवधिभरको लागी गोठेमल २० किलो, ना.फ.पो. २५०:२५०:३५० ग्राम प्रतिबोट, तथा चार प्रकारका सुक्ष्म खाद्यतत्वहरु (जिंक, आइरन, कपर, र बोरोन) लाई पानीमा घोल बनाई बिरुवा रोपेको ३, ५, र ७ महिनामा पातमा छरेर दिएमा बढी गुणस्तरीय फलको उत्पादन लिन सकिने, तथा केराको पात, कालो प्लाष्टिक, सुकेको घाँस, वा धानको भुसमध्ये कुनै एकको छापो दिएर खेती गरेमा उत्पादन तथा फलको गुणस्तर पनि राम्रो पाइएको हुँदा केरा खेती गर्ने कृषकहरुलाई सोही अनुसार बगैँचा व्यवस्थापन गर्नको लागी सल्लाह दिइएको छ।

Effect of in Ovo and Post Hatch Feeding of Synbiotics on Intestinal Morphology and Growth Performance Parameters of Broilers

Arjun Acharya (ANU-01P-2018), PhD 2025

Department of Animal Nutrition and Fodder Production

(Chairperson of the Advisory Committee: Shanker Raj Barsila, PhD)

The increasing incidence of antibiotic resistance, followed by a ban on antibiotics as feed additives have posed major challenges to the poultry industry, highlighting the need for effective alternatives. Probiotics, prebiotics, and synbiotics have emerged as viable substitutes. A study was designed to evaluate the effects of various synbiotic administration methods (Experiment 1), dosages (Experiment 2), and durations (Experiment 3) on broiler performance and their protective effects against necrotic enteritis (NE). Experiments were conducted at Fewa Group of Poultry Industries Pvt. Ltd., Pokhara, Nepal, from August 2022 to April 2023, in a completely randomized design (CRD). Cobb-500 broiler chicks were raised under standard managerial conditions in an open house system. Synbiotics (PoultryStar®sol and PoultryStar®me manufactured by Biomin®) were administered through in ovo, water, and feed. The mash feed was prepared for starter, grower, and finisher phases at the experimental site. In 1st experiment, 180 embryonated eggs were selected for in ovo, divided into three treatment groups, and injected (0.5 ml of symbiotic preparation) at 420 hours of incubation. Hatchability was not affected by the in ovo supplementation of synbiotics, but the intestinal histomorphology and chick's weight were significantly improved ($p < 0.05$). On subsequent trials with 300 chicks with different administration methods: in ovo, feed, water, and a combination of feed and in ovo, in six weeks, broilers receiving synbiotics with different methods showed improved growth, feed efficiency, reduced blood cholesterol, and improved intestinal histomorphology with increased ileum villi length ($p < 0.05$). Higher dressing percentage, decreased liver and intestine weight were recorded in synbiotic treated groups. In the second experiment with 240-day-old chicks, the increased level of synbiotics showed the beneficial effects on growth performance. Further, 360 broiler chicks were used to study the effect of supplementation of synbiotics at various levels and through different methods against necrotic lesions. A higher dose (10 times the normal) of coccidiosis vaccine (Coccivac D2) was sprayed in warm and moist litter to induce the experimental NE condition. The results showed that the synbiotic significantly ($p < 0.001$) reduced NE lesion scores. In 3rd experiment, the effects of synbiotic supplementation for different durations were evaluated in 420 broiler chicks. The findings showed significant improvements in weight gain, feed consumption, and feed conversion ratio (FCR) with extended use of synbiotics ($p < 0.001$). Thus, the research shows that synbiotics serve as an effective alternative to antibiotics, enhancing gut health and growth in broilers while minimising NE lesions and improving overall growth parameters. Therefore, the use of synbiotics through various methods, at different levels, with different durations positively affected growth performance, gut health, and dressing percentage in Cobb-500 broilers. This study showed that

the synbiotics could be used as an effective alternative in the poultry industry, in addressing the issue of antibiotic resistance, and for improving broilers' health and productivity. Further studies are recommended to explore the sustainable application of synbiotics, their cost-effectiveness, and their influence on nutrient digestibility.

एन्टिबायोटिक प्रतिरोधको बढ्दो समस्या र त्यसमा आएको प्रतिबन्धले कुखुरा पालन उद्योगमा ठूलो चुनौती थपेको छ, जसका कारण नयाँ विकल्पहरू खोज्नुपर्ने आवश्यकता बढेको छ। प्रोबायोटिक्स, प्रिबायोटिक्स, र सिन्बायोटिक्सले एन्टिबायोटिकको प्रतिस्थापनमा सम्भावना देखाएका छन्। यस अध्ययनमा कब-५०० ब्रोइलरमा सिन्बायोटिक्स खुवाउने तरिका, मात्रा र खुवाउने अवधिबारे ब्रोइलर कुखुराको वृद्धि र आन्द्राको स्वास्थ्यमा पार्ने प्रभावको अध्ययन गरिएको छ। अनुसन्धान पोखराको फेवा ग्रुप अफ पोल्ट्री इन्डस्ट्रीज प्रा.लि. मा, अगस्ट २०२२ देखि अप्रिल २०२३ सम्म Completely Randomized Design पालन गर्दै सम्पन्न गरिएको थियो। अध्ययनमा Biomin® कम्पनीबाट उत्पादित PoultryStar®sol र PoultryStar®me नामको सिन्बायोटिक्स प्रयोग गरिएको थियो। कुखुराको आवश्यकता अनुसार चाहिने दाना फार्ममा नै बनाईएको थियो। पहिलो अनुसन्धानमा १८० भाले लागेको अण्डाहरूलाई ३ वटा ग्रुपमा विभाजन गरियो र ४२० घण्टामा सानो प्वाल पारेर ६० वटा अण्डालाई ईन ओभो सिन्बायोटिक्स (PoultryStar®sol) खुवाईयो, अर्को ६० लाई शुद्ध पानी खुवाईयो र बाँकी ६० लाई केही खुवाईएन। चल्ला उत्पादन भैसके पछि, सिन्बायोटिक्सको असर हाच्चाबिलिटी, चल्लाको तौल तथा सानो आन्द्राको विकासको बारेमा अध्ययन गरियो। ईन ओभो सिन्बायोटिक्सले ह्याचबिलिटीमा असर नपरेका तर आन्द्राको स्वास्थ्य र चल्लाको तौलमा सुधार देखाएको थियो। त्यसपश्चात ३०० चल्लालाई ५ वटा परीक्षण समूहमा (ईन ओभो, दाना मार्फत, पानी मार्फत, दाना र ईन ओभोको संयोजन र कन्ट्रोल) विभाजन गरी ६ पटक दोहोर्‍याईयो। छ हप्ताको परीक्षणमा, कुनै पनि माध्यमबाट सिन्बायोटिक्स प्रयोग गरिएका ब्रोइलरहरूले राम्रो वृद्धि, आहार रूपान्तरण अनुपात, रक्त कोलेस्ट्रॉल मात्रामा कमी र ईलियममा भिलाईको लम्बाईमा वृद्धि देखियो। साथै कलेजो र सानो आन्द्राको वजन र ड्रेसिड प्रतिशतमा भिन्नता देखियो। दोस्रो अनुसन्धानमा २४० वटा चल्लालाई चार समूहमा विभाजन गरियो जस अन्तर्गत कुखुरालाई कन्ट्रोल, सिफारिश गरिएको मात्रा, २५% बढी, ५०% बढी मात्रामा सिन्बायोटिक्स खुवाईयो जसले गर्दा कुखुराको वृद्धि विकासमा राम्रो नतिजा देखियो। त्यसपश्चात सिन्बायोटिक्सको सुरक्षात्मक क्षमता मूल्यांकन गर्न उच्च दरमा (समान्य भन्दा १० गुणा बढी) कोक्सीकोडियोसिस भ्याक्सिन (Coccivac D2) सोत्तरमा प्रयोग गरेर प्रयोगात्मक रूपमा नेक्रोटिक एन्ट्राइटिस हुन सक्ने वातावरण बनाईयो जसको लागी ३६० ब्रोइलर चल्लालाई फरक मात्रामा र फरक तरिकाले सिन्बायोटिक्स खुवाईयो। सिन्बायोटिक्स प्रयोग गरिएका कुखुरामा नेक्रोटिक एन्ट्राइटिसका घाउहरू घटाउने लाभदायक प्रभाव देखियो। नतिजाको आधारमा हेर्दा सिन्बायोटिक्सले आन्द्रामा घाउहरू हुन दिएन भने कन्ट्रोल समूहको तुलनामा आन्द्राको घाउका स्कोरहरू घटायो। तेस्रो अनुसन्धानमा ४२० ब्रोइलर चल्लाहरूलाई ७ वटा समूहमा विभाजन गरि फरक अवधिसम्म (कन्ट्रोल, ७ दिन, १४ दिन, २१ दिन, २८ दिन, ३५ दिन र ४२ दिन) ६ पटक दोहोर्‍याई सिन्बायोटिक्स दानाबाट खुवाईयो। सिन्बायोटिक्सको प्रयोग अवधि बढाउदा ब्रोइलरका तौल वृद्धिमा महत्वपूर्ण सुधार, दाना खपत, र कन्ट्रोल समूहको तुलनामा दाना रूपान्तरण अनुपातमा सुधार भएको पाईयो। समग्रमा, अध्ययनले कुखुराको उत्पादनमा पारम्परिक एन्टिबायोटिकहरूको निर्भरता कम गर्दै, आन्द्राको स्वास्थ्य र वृद्धिमा सुधार गर्न प्रभावकारी विकल्पको रूपमा सिन्बायोटिक्सलाई पुष्टि गर्दछ, जसले आन्द्राको रोगहरूको व्यवस्थापन र उत्पादन सुचक सुधार गर्दछ।

Growth, Reproductive Performance and Carcass Traits of Crossbred Boer and Khari Goats in the Mid Hills of Nepal

Raju Kadel (LPM-01P-2017), PhD 2025

Department of Livestock Production and Management

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Mohan Prasad Sharma, PhD)

Despite the contributing role of goats in Nepalese agricultural livelihood, they are considered slow growers. Farmers are inclined to rear high growth performing crossbred, such as Boer. However, research on an appropriate nutritional plan and associated carcass qualities along with their growth performance, is lacking. Under this context, a series of trials were done at the National Goat Research Program (NGRP), Bandipur, Tanahu, Nepal. The first experiment was done with the main objective to analyze the effect of a varied level of crude protein (CP) based nutritional plan of diet, along with feeding seasonally available fodder trees, on the growth performance of the crossbred Boer 50% and pure Khari goats for 120 days starting at 6 months of age. Randomized Complete Block Design was used; each treatment was replicated three times. The second research analyzed the growth, reproduction, and litter traits of goat kids and does covering different non-genetic factors during 2017 to 2021, recorded at NGRP. The third experiment evaluated the carcass traits and sensory characteristics of two genetic groups, pure Khari and Khari × Boer crossbred (50%) goats, reared at the NGRP at the finishing age of 15 months. The results revealed that growth performance was statistically similar ($p>0.05$) at finishing age with respect to varied levels of protein in the diet, whereas relatively better growth performance was achieved with 18% CP containing diet. On the other hand, genetic factor, parity, type of birth, and sex had a significant effect ($p<0.05$) on growth performance at different stages. Regarding carcass traits and sensory characteristics, there were no significant differences in the meat color between goats of the two genetic groups, whereas the meat of the pure Khari goat was relatively superior in flavor. On the other hand, the meat of Khari × Boer crossbred was more preferred in terms of tenderness and juiciness. In conclusion, findings of these experiments thus suggest that pure Khari goat has high potential in terms of reproductive characteristics and litter traits, indicating the scope of bringing significant improvement through selective breeding within the population, whereas the growth of inferior Khari goats can be upgraded to maintain up to a Boer 50% blood level, by using appropriate crossbreeding strategies.

नेपालको कृषि तथा ग्रामीण जीविकोपार्जनमा बाखाको महत्वपूर्ण योगदान रहे पनि यसलाई अपेक्षाकृत ढिलो वृद्धि हुने जनावरका रूपमा लिइन्छ। त्यसैले किसानहरू उच्च वृद्धि क्षमता भएका बोयर जस्ता क्रसब्रिड बाखा पालनतर्फ आकर्षित भइरहेका छन्। तर, यस्ता बाखाको वृद्धिसँग सम्बन्धित उपयुक्त पोषण व्यवस्थापन तथा मासु (कार्कास)

गुणस्तर सम्बन्धी अनुसन्धानको अभाव रहेको छ । यसै सन्दर्भमा, राष्ट्रिय बाखा अनुसन्धान कार्यक्रम, बन्दीपुर, तनहुँ, नेपालमा विभिन्न अध्ययनहरू सञ्चालन गरिएका थिए । पहिलो प्रयोगको मुख्य उद्देश्य ६ महिनाको उमेरदेखि १२० दिनसम्म विभिन्न स्तरको कच्चा प्रोटीन समावेश गरिएको आहार तथा मौसमी रूपमा उपलब्ध डालेघाँस खुवाउँदा ५०% बोनर क्रसब्रिड र शुद्ध खरी बाखाको वृद्धिमा पर्ने प्रभावको मूल्याङ्कन गर्नु थियो । यस अध्ययनमा पूर्णतः यादृच्छिकीकृत ब्लक डिजाइन प्रयोग गरिएको थियो र प्रत्येक उपचार तीन पटक दोहोर्याइएको थियो । दोस्रो अध्ययनमा सन् २०१७ देखि २०२१ सम्ममा अभिलेख गरिएका तथाङ्का आधारमा विभिन्न गैर-आनुवंशिक कारकहरूले पाठापाठी तथा माउ बाखाको वृद्धि, प्रजनन तथा बच्चा उत्पादन सम्बन्धी विशेषताहरूमा पर्ने प्रभावको विश्लेषण गरिएको थियो । तेस्रो प्रयोगमा १५ महिनाको उमेरसम्म पालिएका शुद्ध खरी तथा खरी × बोनर (५०%) क्रसब्रिड बाखाका कार्कास विशेषता तथा मासुको गुणहरूको मूल्याङ्कन गरिएको थियो । अध्ययनका नतिजाहरूले देखाएअनुसार, विभिन्न स्तरको प्रोटीनयुक्त आहार प्रयोग गर्दा वृद्धिमा सांख्यिकीय रूपमा उल्लेखनीय भिन्नता देखिएन । तथापि, १८% सिपि समावेश गरिएको उपचारमा तुलनात्मक रूपमा राम्रो वृद्धि कार्यसम्पादन प्राप्त भयो । अर्कोतर्फ, आनुवंशिक समूह, ब्याउने संख्या, जन्म प्रकार तथा लिङ्गले वृद्धि कार्यसम्पादनका विभिन्न चरणहरूमा महत्वपूर्ण प्रभाव पारेको देखियो । कार्कास विशेषता तथा मासुका गुणहरूको सन्दर्भमा, दुवै आनुवंशिक समूहका बाखाको मासुको रङमा उल्लेखनीय भिन्नता देखिएन । तर, शुद्ध खरी बाखाको मासु स्वादका दृष्टिले तुलनात्मक रूपमा उत्कृष्ट पाइयो । अर्कोतर्फ, खरी × बोनर क्रसब्रिड बाखाको मासु कोमलता र रसिलोपनका आधारमा बढी रुचाइएको पाइयो । यी अध्ययनहरूका निष्कर्षहरूले शुद्ध खरी बाखामा प्रजनन क्षमता तथा बच्चा उत्पादनसम्बन्धी विशेषताहरू उच्च रहेको देखाएको छ, जसले यस जातिभित्र छनोटान्तात्मक प्रजनन मार्फत उल्लेखनीय सुधार गर्न सकिने सम्भावना संकेत गर्दछ । साथै, उपयुक्त क्रसब्रिडिङ रणनीति अपनाई बोनरको रक्तांश ५०% सम्म कायम राख्दा कम वृद्धि क्षमता भएका खरी बाखाको वृद्धि कार्यसम्पादनमा सुधार गर्न सकिने देखिएको छ ।

Evaluation of Early Cauliflower Varieties under Different Planting Dates with Phosphorus and Boron in the Kathmandu Valley of Nepal

Navin Gopal Pradhan (HRT-03P-2017), PhD 2025

Department of Horticulture

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Arvind Srivastava, PhD)

Cauliflower is one of the most important commercial vegetable crops grown in Nepal. However, there is limited availability of information on early cauliflower open-pollinated varieties in the right season with desirable traits, especially under different doses of B and P. To address these issues, a study entitled "Evaluation of early cauliflower varieties under different planting dates with phosphorus and boron in the Kathmandu valley of Nepal" was conducted at the National Horticulture Research Centre, Khumaltar, Lalitpur, Nepal, during 2019 and 2020. The experiment was laid out in a randomized complete block design with 10 genotypes (Chinese, Sarlahi Deepali, Pusa Katiki, Taichun, Pusa Sarad, Terai 1, Terai 2, Agheni, Cold Queen, and Khumal Jyapu) planted on three distinct dates, i.e., 25th June, 15th July, and 5th August, at a 20-day interval with three replications. The findings indicated that planting dates had a significant effect on the growth and yield of cauliflower genotypes. Planting Sarlahi Deepali on 25th June showed significantly lower days to curd maturity (41 days after transplanting), but its yield was just 4.0 t ha⁻¹, which was significantly lower than that of other genotypes. However, curd weight (438.6 g) and yield (27.4 t ha⁻¹) were reported as the maximum in the Chinese genotype, and it also had a shorter curd maturity period (51 DAT). Chinese was therefore regarded as the best genotype for 25th June planting regarding yield and maturity days. Similarly, on the 15th July planting, even though the genotype Terai 2 had the shorter maturity days (44 DAT), its yield (14.6 t ha⁻¹) was lower. In contrast, Cold Queen had the highest curd weight (560.8 g) and yield (35.1 t ha⁻¹), but its maturity day (94 DAT) was significantly longer than that of the other genotypes. The curd weight and yield (546.7 g and 34.2 t ha⁻¹) of the Chinese genotype were comparable to those of Cold Queen, and it also had a shorter maturity period (49 DAT), which was followed by Terai 1, whose maturity day was 48 DAT, a curd weight of 352.1 g, and a yield of 22.0 t ha⁻¹. Likewise, on the 5th August planting, the genotype Terai 2 took the shortest period to mature (46 DAT), followed by Sarlahi Deepali (57) and Pusa Katiki (57), but yields of these genotypes were 10.7 t ha⁻¹, 5.1 t ha⁻¹, and 5.9 t ha⁻¹, respectively, which were significantly lower among the tested genotypes. Though the highest curd weight (842.1 g) and the maximum yield (52.6 t ha⁻¹) were recorded with Cold Queen, it took the longest days to maturity significantly. Taichun followed Cold Queen in terms of yield with 44.9 t ha⁻¹, and it also had a significantly shorter maturity period as compared to Cold Queen. Therefore, Chinese, Terai 1, and Taichun can be recognized as early maturing genotypes having high production potential for 25th June, 15th July, and 5th August planting, respectively. Visual rating analysis of

cauliflower genotypes showed significant differences regarding color, appearance, compactness, and acceptability. On 25th June, significantly better color (8.7) and more attractive appearance (8) were recorded with Terai 1, while compactness (8.5) with Terai 2, and acceptability (7.8) was recorded with Chinese. Likewise, during 15th July planting, the highest color (9), compactness (8.8), and high preference (8.5) were found in Chinese, whereas attractiveness (9) was recorded as the maximum in Terai 2. Regarding the 5th August planting, Khumal Jyapu showed the best color (8.5), Terai 1 showed the very compact (9), whereas Chinese showed significantly more attractive (8.5), and highly preferred (8.7). Another experiment to understand the effect of different doses of boron and phosphorus on two genotypes of cauliflower was conducted at the National Horticulture Research Centre, Khumaltar, Lalitpur, Nepal, from June to December of 2019 and 2020. The experiment was laid out in a factorial randomized complete block design with sixteen different doses of phosphorus and boron with two different genotypes of cauliflower (Chinese and Sarlahi Deepali). The two-year pooled results showed that the genotypes had significant effects on maturity days, area cover, plant height, leaf number, root weight, shoot weight, curd diameter, curd height, curd weight, and yield. The different doses of phosphorus and boron had significant effects on area cover, plant height, shoot weight, and curd weight, while having non-significant effect on maturity days, number of leaves, root weight, curd diameter, curd height, and yield. Likewise, the interaction effect between cauliflower genotypes and different levels of phosphorus and boron was found non-significant on most of the characters studied.

नेपालमा हुने व्यवसायिक बाली मध्य काउली एक महत्वपूर्ण बाली हो । काउलीको खुल्ला सेचित अगौटे जातहरूको विकास संगै लगाउने समय र उत्पादकत्व बढाउनको लागि फोस्फोरस र बोरोनको न्यून जानकारी भएको कारण यस अनुसन्धान अगाडी बढाईएको हो । काउलीको अगौटे जात पहिचान गर्ने उद्देश्यले राष्ट्रिय बागवानी अनुसन्धान केन्द्र, खुमलटार, ललितपुरमा असार २०७६ देखि पुस २०७७ सम्म लगातार दुई वर्ष एउटा स्थलगत अनुसन्धान गरियो । उक्त अनुसन्धानमा काउलीका १० वटा जिनोटाईपहरू (चाईनिज, पुसा कातिकी, सर्लाही दीपाली, टाईचुन, पुसा सरद, अधेनी, तराई-१, तराई-२, खुमल ज्यापू र कोल्ड कुईन) लाई तिन फरक समयमा (असार १०, साउन १ र साउन २१) लगाउँदाको प्रभाव मूल्याङ्कन गर्न पूर्ण अनियमित ब्लक ढाँचामा (आरसिबिडि) तेहेयाएर विरुवा लगाईएको थियो । यस अनुसन्धानको नतिजा अनुसार लगाउने समयले काउलीको वृद्धि र उत्पादनमा सकारात्मक असर गरेको देखियो । त्यसैगरी मूल्याङ्कन गरिएका सबै जातहरूले उत्पादन र उत्पादनसँग सम्बन्धित विभिन्न तथ्याङ्कहरूमा उल्लेख्य असर गरेको पनि पाईएको थियो । असार १० गते लगाईएको परीक्षणमा सर्लाही दीपालीको बाली लिने अवधि सबैभन्दा कम (बेर्ना सारेको ४५ दिन पछि) भएता पनि यसको उत्पादकत्व सबै भन्दा थोरै (४ टन/हे.) मात्र भेटियो तर यही समयमा लगाएको चाईनिज जिनोटाईपको गोभीको औषत तौल (४३८.६ ग्राम) र उत्पादकत्व २७.४ टन/हे.) अन्य जात भन्दा धेरै देखियो र बाली लिने अवधि पनि अन्य जातको तुलनामा कम भेटियो (बेर्ना सारेको ५१ दिन) । त्यसैले जिनोटाईप चाईनिजको उत्पादन बढी र बाली लिने समय छोटो हुने भएकाले असार १० गते बेर्ना राख्दा सबै भन्दा उपयुक्त देखियो । यसैगरी १० वटा जिनोटाईपहरूलाई साउन १ गते लगाउँदा तराई-२ को बाली लिने अवधि सबैभन्दा कम (४४ दिन) देखिएता पनि यसको उत्पादन (१४.६ टन/हे.) अन्य जातको तुलनामा निकै कम भेटियो । त्यसैगरी

सोही समयमा लगाएको जिनोटाईप कोल्ड कुईनको गोभीको तौल (५६०.८ ग्राम) र उत्पादन ३५.१ टन/हे. सबैभन्दा बढी देखिएता पनि यसको बाली लिने समय निकै लामो (वेर्ना सारेको ९४ दिन) भएको हुनाले यो जातको बैकल्पिक जात चाईनिज र तराई-१ रहेको देखिन्छ, जसको गोभीको तौल क्रमशः ५४६.७ ग्राम र ३५१.२ ग्राम, उत्पादकत्व क्रमशः ३४.२ टन/हे. र २२ टन/हे. र बाली लिने समय क्रमशः ४९ दिन र ४८ दिन रहेको थियो। त्यसैगरी १० वटा जिनोटाईपहरूलाई साउन २१ गते लगाउँदा तराई-२ को बाली लिने अवधि सबैभन्दा कम (४६ दिन) देखियो र यो संगसंगै सर्लाही दीपाली र पुसा कातिकीको बाली लिने अवधि ५७ दिन रहेको भेटियो तर यी सबै जातको उत्पादकत्व भने अन्य जातको भन्दा निकै कम क्रमशः १०.७ टन/हे., ५.१ टन/हे. र ५.९ टन/हे. भेटियो। यद्यपी जिनोटाईप कोल्ड कुईनको गोभीको तौल (८४२.१ ग्राम) र उत्पादन ५२.६ टन/हे. सबैभन्दा बढी देखिएता पनि यसको बाली लिने समय धेरै रहेको भेटियो। त्यसैगरी सोही समयमा लगाएको जिनोटाईप टाईचुनको गोभीको तौल र उत्पादन ४४.९ टन/हे. भएको हुनाले यो जातलाई साउन २१ गते लगाउनको लागि उपयुक्त देखियो। तसर्थ यस परीक्षणबाट असार १०, साउन १ र साउन २१ गते ब्याड राख्नको लागि क्रमशः चाईनिज, तराई-१ र टाईचुन उपयुक्त देखिए र यी जातलाई आगौटे जातको रूपमा सिफारिश गर्न सकिने देखियो। उपभोक्ता स्वीकार्य परीक्षणको लागि एक फरक परीक्षण संचालन गरिएको थियो, उक्त परीक्षणमा १० वटा जिनोटाईपहरूको फरक-फरक उक्त परीक्षणमा १० वटा जिनोटाईपहरूको फरक-फरक लगाउने समयमा गोभीको रंग, खदिलोपना, स्वरूप र स्वीकार्यता मापन गरिएको थियो। असार १० गते रोपेको काउलीको स्वीकार्य परीक्षणबाट गोभीको रंग (८.७ स्केल) र स्वरूप (८ स्केल) तराई-१ मा देखियो भने खदिलोपना (८.५ स्केल) तराई-२ मा देखियो। त्यसैगरी असार १० गते रोपेको काउलीको जात मध्य सबैभन्दा धेरै स्वीकार्यता (७.८ स्केल) जिनोटाईप चाईनिजमा देखियो। साउन १ गते रोपेको परीक्षणबाट गोभीको रंग (९ स्केल), खदिलोपना (८.८ स्केल) र स्वीकार्यता (८.५ स्केल) जिनोटाईप चाईनिजमा भेटियो भने स्वरूप (९ स्केल) तराई-२ मा देखियो। त्यसैगरी साउन २१ गते रोपेको काउलीको स्वीकार्य परीक्षणबाट गोभीको रंग सबैभन्दा धेरै (८.५ स्केल) खुमल ज्यापू जातमा देखियो भने खदिलोपना (९ स्केल) तराई-१ साथै स्वरूप (८.५ स्केल) र स्वीकार्यता (७.८ स्केल) सबैभन्दा धेरै जिनोटाईप चाईनिजमा देखियो। काउलीका दुई जातहरू चाईनिज र सर्लाही दीपालीमा बोरोन र फोस्फोरोसको विभिन्न मात्राले उत्पादन र उत्पादकत्वमा गर्ने असरको प्रभाव हेर्न थप एउटा परीक्षण २०२१-२०२० लगातार २ वर्ष संचालन गरिएको थियो। उक्त अनुसन्धानमा कुल १६ वटा उपचारहरू दुई कारक पूर्ण अनियमित ब्लक ढाँचामा (आरसिबिडि) तेहे-याएर गरिएको थियो। दुई वर्षको अनुसन्धानको नतिजा अनुसार दुईवटा जातको प्रमुख असर बाली लिने अवधि, बोटको फैलावट, बोटको उचाई, पातको संख्या, जराको तौल, डाँठको तौल, गोभीको ब्यास, गोभीको उचाई, गोभीको तौल र उत्पादकत्वमा सकारात्मक देखियो तर बोरोन र फोस्फोरोसको विभिन्न मात्राले काउलीको बोटको फैलावट, बोटको उचाई, डाँठको तौल र गोभीको तौलमा सकारात्मक असर गरेको देखियो तर बाली लिने अवधि, पातको संख्या, जराको तौल, गोभीको ब्यास, गोभीको उचाई र उत्पादकत्वमा सकारात्मक असर गरेको देखिएन। त्यसैगरी काउलीका जातमा बोरोन र फोस्फोरोसको विभिन्न मात्राको अन्तरक्रियाले परीक्षण गरिएका सबै तथ्यांकमा सकारात्मक असर गरेन।

Performance of Cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) under Organic Nitrogen Management Practices at Dang, Nepal

Manoj Basnet (HRT-01P-2020), PhD 2025

Department of Horticulture

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Arvind Srivastava, PhD)

Cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) is an important vegetable crop in Nepal. Both open-pollinated (OP) and hybrid cauliflower cultivars are commonly available in the market. Hybrid cultivars are superior to OP in terms of yield, and OP is superior to hybrids in premium market price. This has created a dilemma for the Nepalese farmers in selecting the location-specific cultivar. Similarly, farmers are using chemicals haphazardly in the name of increased production, which has exacerbated soil fertility. Thus, there is a need to improve the qualitative yield of cauliflower through the selection of the best OP and hybrid cvs. along with appropriate nitrogen sources for organic cauliflower production. Two separate field experiments for OP cultivars (Terai-1, Kathmandu Local, Aghani, Khumal Jyapu, Terai-2, and Aghani) and hybrid cultivars (Snow Crown, Super White Top, Snow Best, Rami, and Damy) were carried out in a Completely Randomized Block Design (RCBD) during September to December in four replications. These experiments were conducted in two consecutive years of 2021 and 2022 at Dang, Nepal. Cultivars' performances were evaluated on vegetative growth, phenology, yield, and quality attributes. In OP cultivars, significantly, the maximum biological yield (46.33 t/ha), economic yield (21.89 t/ha), and harvest index (47.33) were recorded in cv. Khumal Jyapu followed by the Aghani cultivar. In hybrid cultivars, significantly maximum biological yield (51.67 t/ha) and economic yield (27.41 t/ha) were recorded in cv. Super White Top, while the maximum harvest index (58.14%) was in cv. Snow Crown. Based on the first two years of experimentation, the best performing OPs (Khumal Jyapu and Aghani) and hybrid cultivars (Super White Top and Snow Crown) were tested further for their performance in different organic nitrogen sources. Selected cultivars were assigned as sub-plot factor and sources of nitrogen (100% N from poultry manure, vermi-compost, farm yard manure, and urea) as main plot factor in split plot design with four replications during September to December of two consecutive years of 2023 and 2024 at Dang. The maximum biological yield (48.22 t/ha), economic yield (26.28 t/ha), and harvest index (54.38%) were recorded in 100% nitrogen from poultry manure. Moreover, a hybrid. Super White Top showed significantly maximum biological yield (54.74 t/ha) and economic yield (29.48 t/ha), whereas maximum harvest index (57.24%) was recorded in cvs. Snow Crown respectively. Khumal Jyapu cultivar supplied with 100% nitrogen from vermicompost showed the maximum residual soil nitrogen (0.2748%). Therefore, from this study, it was found that Khumal Jyapu (OP) and Super White Top (hybrid) cultivars supplied with 100% nitrogen from poultry manure performed best and is recommended for organic cauliflower production.

नेपालमा काउली एक महत्वपूर्ण तरकारी वाली हो । नेपाली बजारमा काउलीका खुल्ला सेचित र वर्णशंकर जातहरू सजिलै उपलब्ध छन् । उत्पादनको हिसाबले वर्णशंकर जात खुल्ला सेचित जातभन्दा उत्कृष्ट हुन्छ भने, खुल्ला सेचित जातको बजार मूल्य वर्णशंकर जातभन्दा बढी हुन्छ । यसले नेपाली किसानहरूमाभन्दा स्थान विशेष अनुसार उपयुक्त जात छनोट गर्न द्विविधा उत्पन्न गराएको छ । त्यसैगरी, किसानहरूले उत्पादन बढाउने नाममा रासायनिक मलहरू अनियन्त्रित रूपमा प्रयोग गरिरहेका छन् जसले माटोको उर्वराशक्तिमा गिरावट ल्याएको छ । त्यसैले, उपयुक्त खुल्ला सेचित र वर्णशंकर जातको छनोट सहित प्राञ्जारिक काउली उत्पादनका लागी उपयुक्त नाइट्रोजन स्रोत प्रयोग गरी काउलीको गुणात्मक उत्पादन सुधार गर्न आवश्यक छ । त्यसै अनुरूप दाङ्ग जिल्लाको तुलसीपुरमा ई.सं. २०२० देखि २०२१ सम्म दुई वटा छुट्टा-छुट्टै जातीय छनौट अन्तर्गत खुल्ला सेचितका पाँच जात (काठमाडौँ स्थानिय, खुमल ज्यापु, अघनी, तराई-१ र तराई-२) र वर्णशंकरका पाँच जातमा (स्नो क्राउन, सुपर हवाईट टप, स्नो वेष्ट, रेमी र डमी) आर्सिबिडी विधिमा अध्ययन गरिएको थियो । दुबै जातीय छनौट अध्ययनमा वनस्पतिक वृद्धि, फेनोलोजी, उत्पादन र गुणस्तरका आधारमा जातहरूको मुल्याङ्कन गरिएको थियो । खुल्ला सेचित जातीय छनौट अध्ययन अन्तर्गत सबै भन्दा बढी वानस्पतिक उत्पादन (४६.३३ टन प्रति हेक्टर), बजार योग्य उत्पादन (२१.८९ टन प्रति हेक्टर) र हार्भेष्ट ईन्डेक्स (४७.३३) खुमल ज्यापुको काउलीमा पाइएको थियो । त्यसैगरी वर्णशंकर जातीय छनौट अध्ययन अन्तर्गत सबै भन्दा बढी वानस्पतिक उत्पादन (५१.६७ टन प्रति हेक्टर) र बजार योग्य उत्पादन (२७.४१ टन प्रति हेक्टर) सुपर हवाईट टपमा र सबै भन्दा बढी हार्भेष्ट ईन्डेक्स (५८.१४%) स्नो क्राउन जातमा पाइएको थियो । दुई वटा छुट्टा-छुट्टै जातीय छनौट अध्ययन अन्तर्गत उत्कृष्ट दुई खुल्ला सेचित (खुमल ज्यापु र अघनी) र वर्णशंकर (सुपर हवाईट टप र स्नो क्राउन) काउलीका जातलाई सहायक प्लट र नाइट्रोजनको स्रोतलाई (कुखुराको मल, गड्यौले मल, गोठे मल, सिफारिश युरिया मल) मुख्य प्लट मानी स्प्लीट-प्लट डिजाईनमा ई.सं. २०२३ देखि २०२४ सम्म प्राञ्जारिक काउली उत्पादन सम्बन्धि अध्ययन गरिएको थियो । प्राञ्जारिक परीक्षणमा कुखुराको मल प्रयोग गर्दा सबैभन्दा बढी वानस्पतिक उत्पादन (४८.२२ टन प्रति हेक्टर), बजार योग्य उत्पादन (२६.२८ टन प्रति हेक्टर) र हार्भेष्ट ईन्डेक्स (५४.३८%) पाइएको थियो । त्यसैगरी सुपर हवाईट टप जातमा सबैभन्दा बढी वानस्पतिक उत्पादन (५४.७४ टन प्रति हेक्टर) र बजार योग्य उत्पादन (२९.४८ टन प्रति हेक्टर) पाइएको थियो भने स्नो क्राउनमा सबैभन्दा बढी हार्भेष्ट ईन्डेक्स (५७.२४%) पाइएको थियो । त्यसैगरी गड्यौले मल र खुमल ज्यापु जातको संयोजनमा काउली उत्पादन गर्दा सबैभन्दा बढी नाइट्रोजन (०.२७४८%) काउली उत्पादन पश्चात पनि उक्त माटोमा पुनःसेचित भएको पाइएको थियो । यसर्थ, यस अनुसन्धानबाट कुखुराको मल प्रयोग गरी खुमल ज्यापु र सुपर हवाईट टप जातहरूको उत्पादनमा उत्कृष्ट प्रभावकारीता देखिएकोले कृषक वर्गमा प्राञ्जारिक काउली उत्पादनका लागी सोही अनुसार सुझाव प्रदान गर्न सकिन्छ ।

Evaluation of Tillage Methods, Crop Residue Management, Seed Rates, and Site-Specific Nutrient Management on Growth and Yield of Wheat at Bhairahawa, Nepal

Mathura Yadav(AGR-02P-2017), PhD 2025

Department of Agronomy

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Shrawan Kumar Sah, PhD)

Tillage, residue management, seed rate, and nutrient management affect crop growth, yield attributes, yield, soil health, and economics of wheat. Optimization of these resources can enhance yield, profitability and sustainability of wheat. Three field experiments were carried out separately in the winter seasons of 2018/19 and 2019/20 at the National Wheat Research Program (NWRP), Bhairahawa, Rupandehi, Nepal, to evaluate the effect of tillage methods, residue management, seed rates, and site-specific nutrient management on the yield of wheat. The first experiment was conducted in a strip-split plot design in which three tillage methods (conventional tillage, rotary tillage, and zero tillage) were allotted in the vertical plots, two residue levels (residue removal and residue retention of 30 cm) in the horizontal plots, and three seed rates (80, 120, and 160 kg ha⁻¹) in sub-plots with three replications. The second experiment was conducted in a randomized complete block design (RCBD) with five replications to determine the indigenous nutrients supplying capacity of the soil. The treatments were imposed by omission of nitrogen, phosphorus, and potash from an adequate supply of all nutrients. Based on the indigenous nutrient supplying capacity of soil, site specific dose of N, P₂O₅, and K₂O were calculated. The third experiment was conducted to compare site-specific nutrient dose (N, P₂O₅, and K₂O) with farmers' dose, national recommended dose, nutrient expert dose, research recommended dose, site-specific N, P₂O₅, K₂O with Zn and B on yield and yield attributes of wheat. The result of the first experiment revealed that the grain yield of wheat was significantly higher in zero tillage (3870 and 3600 kg ha⁻¹) as compared with conventional tillage (3466 and 3248 kg ha⁻¹) and rotary tillage (3186 and 3022 kg ha⁻¹) in 2018/19 and 2019/20, respectively. Higher seed rate of 160 kg ha⁻¹ produced significantly higher grain yield of wheat (3637 kg ha⁻¹) as compared with 80 (3367 kg ha⁻¹) and 120 (3519 kg ha⁻¹) kg seed rates ha⁻¹ in 2018/19. It was also significantly higher grain yield in 160 kg ha⁻¹ seed rate as compared with 80 kg ha⁻¹, but at par with 120 kg ha⁻¹ seed rates in 2019/20. The gross income, net income, and B:C ratio were higher in zero tillage than conventional tillage and rotary tillage, whereas gross income and net income were statistically similar between 120 and 160 kg ha⁻¹ seed rate but higher than 80 kg ha⁻¹. There were no significant differences in the B:C ratio among the different seed rates used in the experiment. The result of the second experiment was used to calculate the site-specific nutrient doses of N, P₂O₅, and K₂O. The third experiment result revealed that wheat yield was significantly higher with site-specific nutrient dose as compared with farmer's dose, national recommended dose, and nutrient expert dose, but was statistically similar with research recommended dose and site-specific nutrient dose with Zinc and Boron. The research concludes that zero tillage, use of seed rates of 120 kg ha⁻¹ and applying site-specific nutrient or research-recommended nutrient dose can enhance wheat yield and profitability of wheat farming

in the Terai region of Nepal. Further, residue retention, though not significant, showed increasing soil organic carbon and reducing bulk density. It seems that residue retention would be beneficial for soil health in the long run.

गहुं खेतीमा जोताईको विधि, बालीको अवशेष व्यवस्थापन, बिउ दर र मलखाद व्यवस्थापनले बालीको वृद्धि विकास, उब्जनी, माटोको स्वास्थ्य र आर्थिक पक्षमा असर गर्दछ। यी स्रोतहरूको उचित व्यवस्थापनले गहुंको उब्जनी वृद्धि, नाफामुलक र दिगोपन बनाउन सकिन्छ। राष्ट्रिय गहुंबाली अनुसन्धान कार्यक्रम, भैरहवा, रुपन्देही, नेपालमा सन् २०१८/१९ र २०१९/२० को हिउद महिनामा जोताईको विधि, बालीको अवशेष व्यवस्थापन, बिउदर र स्थान-विशेष मलखाद व्यवस्थापनको प्रभाव पत्ता लगाउन तिन वटा परिक्षणहरू संचालन गरिएको थियो। जसमा तिन वटा जोताईको विधिहरूलाई (परम्परागत जोताई, रोटरी जोताई र शून्य जोताई) भर्तिकल प्लटमा (ठाडो प्लटमा) दुईवटा बाली अवशेषको स्तर (अवशेष हटाउने र ३० सेन्टीमिटरको अवशेष राख्ने) हरिजेन्टल प्लट (तेर्सो प्लट) र तिन बिउ दरहरूलाई (८०, १२० र १६० के.जी. प्रति हेक्टर) सब प्लटमा (उप-प्लटमा) राखेर तिन पटक पुनरावृत्ति गरिएको थियो। दोस्रो परिक्षणमा गहुं बालीमा माटोको पोषक तत्वहरू (नाइट्रोजन, फस्फोरस र पोटास) आपूर्ति गर्ने क्षमता निर्धारण गर्न रैनडोमाइज कम्पलिट ब्लक डिजाइनमा पांच पटक पुनरावृत्ति गरि संचालन गरिएको थियो। जसमा प्रयाप्त मात्रामा प्रयोग गरिएको सबै पोषक तत्वहरू बाट कमशः नाइट्रोजन, फस्फोरस र पोटास लाई निकालिएको (निषेध गरिएको) थियो। माटोको पोषक तत्व आपूर्ति गर्ने क्षमताको आधारमा नाइट्रोजन, फस्फोरस र पोटासको स्थान विशेष मात्रा गणना गरिएको थियो। तेस्रो परिक्षणमा स्थान विशेष पोषक (नाइट्रोजन, फस्फोरस र पोटास) संग कृषकको मलखाद मात्रा, राष्ट्रिय सिफारिस मलखाद मात्रा, न्यूट्रियन्ट विशेषज्ञ मात्रा अनुसन्धानले सिफारिस गरिएको मलखाद मात्रा र जिंक तथा बोरन सहित स्थान विशेष मलखाद मात्रा (नाइट्रोजन, फस्फोरस र पोटास) को तुलना रैनडोमाइज कम्पलिट ब्लक डिजाइन, चार पटक पुनरावृत्ति गरि संचालन गरिएको थियो। पहिलो परिक्षणको नतिजाले शून्य जोताई (३८७० र ३६०० केजी प्रति हेक्टर) को गहुंको उब्जनी परम्परागत जोताई (३४६६ र ३२४८ केजी प्रति हेक्टर) र रोटरी जोताई (३१८६ र ३०२२ केजी प्रति हेक्टर) भन्दा तथ्यांकीय रुपमा दुवै वर्ष (सन् २०१८/१९ र २०१९/२०) मा बढी उब्जनी प्राप्त भयो। सन् २०१८/१९ मा बीउ दर ८० (३३६७ केजी प्रति हेक्टर) र १२० (३५१९ केजी प्रति हेक्टर) किग्रा प्रति हेक्टरको तुलनामा १६० किलोग्राम हेक्टर बीउ दरले गहुंको (३६३७ केजी प्रति हेक्टर) उत्पादनमा बढी पाइयो। जबकी सन् २०१९/२० मा १६० किलोग्राम प्रति हेक्टर बीउ दरले ८० किलोग्राम हेक्टर बीउ दर भन्दा बढी उत्पादन दिएको पाइयो। तर १२० किलो ग्राम प्रति हेक्टर बीउको तुलनामा उत्पादन समान थियो। कुल आम्रदानी, शुद्ध आम्रदानी र नाफा : लागत अनुपात परम्परागत जोताई र रोटरी जोताई तुलनामा शून्य जोताईमा बढी थियो। जबकि कुल आम्रदानी र खुद आम्रदानी १२० र १६० किलोग्राम हेक्टर बीउ दरको बीचमा तथ्यांकीय रुपमा समान थियो तर ८० किलोग्राम हेक्टर बीउ दर भन्दा बढी थियो। परिक्षणमा प्रयोग गरिएका विभिन्न बीउ दरहरू बीच नाफा : लागत अनुपातमा भिन्नता थिएनन्। दोस्रो परिक्षणको नतिजा नाइट्रोजन, फस्फोरस र पोटासको स्थान-विशेषमात्रा मापन गर्न प्रयोग गरिएको थियो। तेस्रो परिक्षणको नतिजामा कृषकले प्रयोग गर्ने मलखाद मात्रा, राष्ट्रिय सिफारिस मलखाद मात्रा र न्यूट्रियन्ट विशेषज्ञ मलखाद मात्रा भन्दा स्थान विशेष मलखाद (नाइट्रोजन, फस्फोरस र पोटास) को प्रयोगमा गहुंको उत्पादन बढी पाइयो तर अनुसन्धानले सिफारिस गरिएको मलखाद मात्रा, जिंक र बोरन सहित स्थान-विशेष मलखाद मात्रा (नाइट्रोजन, फस्फोरस र पोटास) संग तथ्यांकीय भिन्नता थिएन। संचालन गरिएको परिक्षणहरूको नतिजाको आधारमा शून्य जोताई १२० किलो हेक्टरको बीउको दरको प्रयोग र स्थान-विशेष मलखादको प्रयोग वा अनुसन्धानले सिफारिस गरेको मलखाद प्रयोग गरि नेपालको तराई क्षेत्रमा गहुंको उत्पादन वृद्धि, नाफा र दिगोपन बढाउन सक्छ भन्ने निष्कर्ष निकाल्न सकिन्छ। बाली अवशेष प्रयोगले माटोको जैविक कार्वन सुधार गरेर र ब्लक घनत्व घटाएर माटोको स्वास्थ्यमा सकारात्मक प्रभाव देखायो। बाली अवशेष प्रयोगले माटोको स्वास्थ्यमा दिर्घकालिन लाभ हुने देखिन्छ।

Efficacy of Nanobubble Application to Improve Aquaculture Practice in Nepal

Hare Ram Devkota (AQU-01P-2017), PhD 2025

Department of Aquaculture

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Dilip Kumar Jha, PhD)

The increase in the consumer demand for live fish has exposed both technical and managerial issues in traditional aquaculture systems and fish transport technologies. In general, insufficient dissolved oxygen in water, levels of stress in fish, and high mortality rates indicate that existing technologies must be improved. Taking into account all these challenges, this study has searched for a promising multidimensional solution to improve oxygen management, fish productivity, and quality. This study evaluated the solubility, stability, and practical applicability of nanobubbles generated from oxygen, ozone, and air in water. The study compared conventional aeration systems with an oxygen nanobubble system, which increased dissolved oxygen levels in water by 64-68%, and elevated oxygen levels were maintained for 24 hours. The study also found that the average blood glucose level was 86.00 ± 6.48 mg/dL, which indicated that a significant decrease is beneficial for the physical condition of the fish. A 180-day trout culture experimental study conducted at the Rainbow Trout Center in Dhunche, Rasuwa, showed that the use of nanobubbles increased productivity by 38.7%, reaching 25.86 ± 3.65 kg/m², whereas productivity under the normal water system was limited to 18.63 ± 3.65 kg/m². Economic analysis further revealed that the benefit-to-cost ratio increased from 1.24 to 1.59, indicating that the technology is economically beneficial. In addition, another transportation trial involving 3,000 trout fries, survival reached $93.3 \pm 0.01\%$ with the application of oxygen nanobubbles, compared to only $90.3 \pm 1.0\%$ under conventional aeration systems. In another laboratory experiment, nanobubble application reduced the amount of geosmin by 50%. These results indicate that nanobubble technology enables holistic improvements in dissolved oxygen, fish productivity, stress reduction, and quality of table fish. It represents a promising option for water-scarce regions, live fish supply chains, and sustainable aquaculture development.

जीवित माछाप्रति उपभोक्ताको तीव्र रूपमा बढिरहेको मागले परम्परागत मत्स्यपालन प्रणाली र माछा ढुवानी प्रविधिमा रहेका गम्भिर प्राविधिक र व्यवस्थापकीय सिमाहरू स्पष्ट रूपमा उजागर गरेको छ । विशेषतः पानीमा पर्याप्त मात्रामा घुलित अक्सिजनको अभाव, माछामा हुने उच्च स्तरको तनाव, र त्यससँग सम्बन्धित उच्च मृत्युदरले हाल प्रचलनमा रहेका प्रविधिहरू दिर्घकालीन रूपमा दिगो नभएको संकेत गरेका छन् । यी चुनौतीहरूलाई मध्यनजर गर्दै, यस अध्ययनले नानोबबल प्रविधिलाई बहुआयामिक उपयोगको रूपमा मूल्याङ्कन गरी अक्सिजन व्यवस्थापन, उत्पादकत्व तथा उत्पादन गुणस्तर सुधार गर्ने सम्भावनाको खोजी गरेको छ । यस क्रममा अक्सिजन, ओजोन तथा हावाबाट उत्पन्न नानोबबलहरूको पानीमा घुलनशीलता, स्थायित्व तथा तिनको व्यावहारिक उपयोगिताको मूल्याङ्कन गरिएको थियो ।

अक्सिजन नानोबबल प्रयोग गर्दा परम्परागत एरेसन प्रणालीको तुलनामा पानीमा घुलित अक्सिजनको स्तर ६४-६८% ले उल्लेखनीय रूपमा वृद्धि भएको पाइयो, र प्राप्त अक्सिजन स्तर करिब २४ घण्टासम्म स्थिर रूपमा कायम रह्यो । नानोबबलयुक्त पानीमा माछा रहँदा रगतमा ग्लुकोजको औसत मात्रा 26.99 ± 6.54 एमजी/डीएल मापन भएकोले, माछाको तनाव उल्लेखनीय रूपमा कम भएको देखियो, जुन माछाको शारीरिक अवस्थाको दृष्टिले सकारात्मक सूचक हो । रासुवा जिल्लाको धुन्चे स्थित रेम्बो ट्राउट अनुसन्धान केन्द्रमा संचालन गरिएको १८० दिने प्रयोगात्मक अध्ययनले हावा नानोबबल प्रयोग गरिएको रेस्वेमा 35.7% ले वृद्धि भई 25.56 ± 3.65 प्रति वर्ग मिटर पुगेको देखियो, भने सामान्य पानी प्रणालीमा यो 15.63 ± 3.65 प्रति वर्ग मिटरमा सिमित रह्यो । आर्थिक विश्लेषणले पनि नानोबबल प्रविधि अपनाउँदा लाभ:लागत अनुपात १.२४ बाट बढेर १.५९ पुगेको थियो, जसले यो प्रविधि व्यावसायिक रूपमा समेत आकर्षक हुने संकेत गर्दछ । थप रूपमा, $3,000$ ट्राउट भुरा प्रयोग गरिएको जिवित माछा हुवानी परीक्षणमा अक्सिजन नानोबबल प्रयोग गर्दा $93.3 \pm 0.09\%$ बाँच्नेदर हासिल भयो, जुन परम्परागत अक्सिजन एरेसन प्रणालीको $90.3 \pm 1.0\%$ बाँच्नेदर भन्दा उच्च थियो । प्रयोगशालागत अवस्थाहरूमा गरिएको एक अर्को परीक्षणले नानोबबल प्रयोगबाट जियोस्मिन नामक यौगिकको मात्रा करिब 50% ले कम देखियो, जुन माछामा हुने माटोको गन्धको प्रमुख कारक मानिन्छ । यसरी, नानोबबल प्रविधिले उत्पादनको गुणस्तर सुधार गर्न महत्वपूर्ण भूमिका खेल्न सक्ने प्रमाणित भएको छ । समग्रमा, यी सबै नतिजाहरूले नानोबबल प्रविधि अक्सिजन व्यवस्थापन, माछाको तनाव न्यूनिकरण, उत्पादकत्व वृद्धि, जिवित माछा हुवानीमा बाँच्नेदर वृद्धि, तथा गन्ध जस्ता गुणस्तरीय पक्ष सुधार गर्न सक्ने र एकिकृत समाधानका रूपमा स्थापित हुनसक्ने देखियो । विशेष गरी यस अध्ययनको निष्कर्षले पानीको अभाव हुने क्षेत्रहरू, जिवित माछा आपूर्ति श्रृंखला तथा दिगो मत्स्यपालन प्रणाली उपयोग गर्न चाहने व्यावसायिका लागि नानोबबल प्रविधि आशाजनक रहेको देखाउदछ ।

Performance of Beetroot (*Beta Vulgaris* L.) Varieties Under Different Management Practices in Sindhuli, Nepal

Madhav Dhital (HRT-05P-2017), PhD 2025

Department of Horticulture

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Moha Dutta Sharma, PhD)

Beetroot is an important root vegetable crop in Nepal; however, its production and productivity remain low due to the lack of suitable varieties and optimum sowing date, plant spacing, and nitrogen fertilizer management. Therefore, a series of field experiments were conducted at Kapilakot, Sindhuli, Nepal, from 2019/2020 to 2021/2022 to assess the performance of beetroot varieties under different management practices for improving growth, yield, and quality. In the first experiment, nine beetroot varieties-‘Detroit Dark Red’, ‘Jhelum’, ‘Action’, ‘Ruby Red’, ‘Ruby Queen’, ‘Maharaja’, ‘Madhur’, ‘Red Express-505’, and ‘Bikores’ were evaluated using a randomized complete block design (RCBD) with four replications. The second experiment was laid out in a two-factor RCBD with four replications to determine the effect of sowing dates (October 15, November 1, and November 15) and varieties (‘Action’, ‘Madhur,’ and ‘Ruby Red’).

The third experiment was carried out in a two factorial RCBD with three replications to determine the effect of spacings i.e. 45 cm x 5 cm, 45 cm x 10 cm and 45 cm x 15 cm and levels of nitrogen i.e. 80 kg N ha⁻¹, 100 kg N ha⁻¹, 120 kg N ha⁻¹, 140 kg N ha⁻¹ and 160 kg N ha⁻¹ in ‘Madhur’ variety. Analysis of variance showed significant differences among the evaluated varieties for growth, yield and quality. During harvest, significantly higher plant height (44.19 cm), number of leaves per plant (14.86), and leaf width (12.53 cm) were observed in ‘Action’ which was statistically at par with ‘Madhur’ and ‘Ruby Red’. Edible root length (10.42 cm) was found to be maximum in ‘Red Express-505’ and the highest root diameter (72.49 mm) was found in ‘Action’ which was statistically similar to ‘Madhur’, ‘Ruby Red’, ‘Ruby Queen’, and ‘Red Express-505’. Higher root yield (38.51 t ha⁻¹) and biological yield (59.17 t ha⁻¹) were also recorded in the ‘Action’ which was statistically at par with ‘Madhur’ and ‘Red Express-505’. The highest root dry matter (10.93%) and shoot dry matter (9.52%) were found in ‘Red Express-505’. However, total soluble solids (TSS) were found significantly higher (11.85 °Brix) in ‘Madhur’. The highest score of colour (7.27), taste (7.52), and overall acceptability (7.21) and presence of inner white ring was found to be minimum (1.34) in ‘Ruby Red’. Higher physiological loss in weight (PLW) (26.43%) was observed in ‘Maharaja’ and minimum PLW (19.87%) was observed in ‘Madhur’. B:C ratio was higher (5.52) in ‘Madhur’ which was followed by ‘Ruby Red’, and ‘Action’. The results of experiment number two revealed that among the sowing dates, plant height (44.32 cm), number of leaves per plant (14.87), leaf length (41.97 cm), root length (11.23 cm), shoot weight per plant (137.19 g), root yield (33.12 t ha⁻¹), biological yield (53.72 t ha⁻¹), root dry matter (10.96%), and shoot dry matter (9.88%) were higher in October 15 sowing which was statistically similar with November 15 sowing. However, the highest TSS (12.28 °Brix) was recorded on October 15 sowing. Likewise,

among the varieties, plant height (45.47 cm), number of leaves per plant (14.32), leaf length (41.85 cm), canopy diameter (37.23 cm), root diameter (66.48 mm), root weight per plant (193.32 g), root yield (33.26 t ha⁻¹), biological yield (55.34 t ha⁻¹), and root dry matter (10.96%) were significantly higher in 'Action'. 'Action' variety was statistically similar to 'Madhur' in most of the parameters. The results of the experiment number three found that number of leaves per plant (13.37), leaf breadth (11.54 cm), canopy diameter (39.65 cm), root diameter (78.63 mm), root weight per plant (186.69 g), shoot weight per plant (156.69 g), root dry matter (10.56%), shoot dry matter (9.74%), TSS (12.67 °Brix) were significantly higher in 45 cm x 15 cm spacing. However, plant height (43.62 cm), leaf length (39.69 cm), root length (11.9 cm), root yield (40.95 t ha⁻¹), and biological yield (62.95 t ha⁻¹) were significantly higher in 45 cm x 5 cm spacing. However, the maximum B:C ratio (5.57) was found in 45 cm x 15 cm spacing, which was statistically at par with 45 cm x 10 cm spacing. Among the levels of nitrogen, number of leaves per plant (13.41), leaf length (39.79 cm), root length (12.32 cm), root diameter (73.88 mm), root weight per plant (181.32 g), root dry matter (10.86%), shoot dry matter (9.57%), root yield (38.14 t ha⁻¹), and biological yield (62.58 t ha⁻¹) were significantly higher in 160 kg N ha⁻¹ which were statistically at par with 140 kg N ha⁻¹ and 120 kg N ha⁻¹ in most of the parameters. The highest TSS (13.3 °Brix) was found in 120 kg N ha⁻¹. Based on the findings, the varieties 'Action' and 'Madhur', an October 15 sowing, a spacing of 45 cm x 5 cm, and a nitrogen application rate of 120 kg N ha⁻¹ were found to be most suitable for optimizing beetroot production under the agro-climatic conditions of Kapilakot, Sindhuli, Nepal

चुकन्दर जरा समुहको महत्वपूर्ण तरकारी बाली हो । नेपालमा चुकन्दर बालीको जातीय गुणहरू तथा बाली व्यवस्थापनको उपयुक्त प्रविधि नहुदा यस बालीको उत्पादन तथा उत्पाकदत्व ज्यादै न्यून रहेको छ । चुकन्दरको उत्पाकदत्व बढाई कृषकहरूको आय-आर्जनमा सहयोग पुऱ्याउने अभिप्रायले सन् २०१९/२०२० देखि २०२१/२०२२ सम्म कपिलाकोट, सिन्धुली, नेपालमा यो बालीको जातीय परीक्षण, बाली लगाउने समय, नाईट्रोजनयुक्त मलको असर तथा उपयुक्त बाली लगाउने दुरी जाँच गर्न परीक्षणहरू गरिएको थियो । चुकन्दर बालीको जातीय गुण परीक्षणको लागि फिल्ड परीक्षण अनियमित पूर्ण ब्लक डिजाइनमा चार पटक दोहोऱ्याएर गरिएको थियो, जस अन्तर्गत 'डेट्रोईट डार्क रेड', 'भेलम', 'एक्सन', 'रुवी क्वीन', 'रुवी रेड', 'महाराजा', 'मधुर', 'रेड एक्सप्रेस-५०५' र 'बिकोरस' का जातीय प्रभाव जाँच गर्नको लागि कूल नौ उपचार संयोजनहरू समावेश गरिएको थियो । त्यसैगरी, दोस्रो परीक्षणको रूपमा बाली लगाउने विभिन्न मिति क्रमश अक्टोबर १५, नोभेम्बर १ र नोभेम्बर १५ र जातहरू क्रमश: 'एक्सन', 'मधुर' र 'रुवी रेड' परीक्षणको लागि दुई गुणात्मक अनियमित पूर्ण ब्लक डिजाइनमा चार पटक दोहोऱ्याएर गरिएको थियो । साथै, तेस्रो परीक्षणमा बाली लगाउने दुरी क्रमश ४५ से.मि. x ५ से.मि., ४५ से.मि. x १० से.मि. र ४५ से.मि. x १५ से.मि. र नाईट्रोजनयुक्त मलको विभिन्न मात्राहरू क्रमश ८० के.जी. नाईट्रोज/हेक्टर, १०० के.जी. नाईट्रोजन/हेक्टर, १२० के.जी. नाईट्रोजन/हेक्टर, १४० के.जी. नाईट्रोजन/हेक्टर, र १६० के.जी. नाईट्रोजन/हेक्टर प्रयोग गरि दुई गुणात्मक अनियमित पूर्ण ब्लक डिजाइनमा तीन पटक दोहोऱ्याएर 'मधुर' जातमा परीक्षण गरिएको थियो । चुकन्दर बालीका जातहरूमा बालीको वृद्धि विशेषताहरू, उत्पादन तथा गुणस्तरमा महत्वपूर्ण रूपमा असर गरेको खोजहरूले देखाएको छ । बाली टिप्पाको समयमा विरुवाको उचाइ (४४.१९ से.मि.), प्रति बोट पातको संख्या (१४.८६), पातको लम्बाइ (४१.८८ से.मि.), पातको चौडाइ (१३.५३ से.मि.) 'एक्सन' जातमा बढी भेटियो जुन 'मधुर' र 'रुवी रेड' संग समानता भेटियो । सबैभन्दा धेरै खानयोग्य जराको लम्बाइ (१०.०३ से.मि.) र जराको व्यास (७२.४९ मि.मि.) 'एक्सन' जातमा

भेटियो । यस परीक्षणमा सबैभन्दा धेरै जराको उत्पादन (३८.५१ टन/हेक्टर) र जैविक उत्पादन (५९.१७ टन/हेक्टर) 'एक्सन' जातमा पाइयो जुन 'मधुर' र 'रेड एक्सप्रेस-५०५' संग समानता पाइयो । जरामा भएको कूल घुलनशील ठोस पदार्थ सबैभन्दा धेरै (११.८५ डिग्री ब्रिक्स) 'मधुर' जातमा भेटियो । स्वाद, रङ र समग्र स्वीकार्यताको हिसाबले 'रुबी रेड' जात क्रमश ७.७२, ७.५२ र ७.२१ अंक सहित सबैभन्दा राम्रो पाइयो भने चुकन्दरको भित्री भागमा हुने सेतो घेरा सबैभन्दा कम अंक (१.३४) 'रुबी रेड' जातमा भेटियो । साथै, चुकन्दर टिपे पश्चात 'मधुर' जातमा तौलको गिरावट अन्य जातहरू भन्दा कम (१९.८७%) पाइयो । नाफा नोक्सानको अनुपात 'मधुर' जातमा सबैभन्दा धेरै (५.५२) भेटियो जुन 'रुबी रेड' र 'एक्सन' संग समानता रहेको पाइयो । यसैगरि, दोस्रो अनुसन्धानमा अक्टोबर १५ मा चुकन्दर लगाउँदा बालीको उचाइ (४४.३२ से.मि.), प्रति बोट पातको संख्या (१४.८७), पातको लम्बाइ (४१.९७ से.मि.), जराको लम्बाइ (११.२३ से.मि.), जराको व्यास (६६.६९ मि.मि.), प्रति बोट पातको तौल (१३७.१९ ग्राम), जराको उत्पादन (३४.१४ टन/हेक्टर), जैविक उत्पादन (५४.८९ टन/हेक्टर), जराको सुख्खा पदार्थ (१०.९६%), पातको सुख्खा पदार्थ (९.८८%) बढी भेटियो जुन नोभेम्बर १ मा बाली लगाएको संग समानता पाइयो । साथै, कूल घुलनशील ठोस पदार्थ (१२.२८ डिग्री ब्रिक्स) सबैभन्दा बढी अक्टोबर १५ मा चुकन्दर लगाउँदा पाइयो । यसैगरि, सबैभन्दा धेरै बोटको उचाइ (४५.४७ से.मि.), प्रति बोट पातको संख्या (१४.३२), पातको लम्बाइ (४१.८५ से.मि.), बालीको फैलावट (३७.२३ से.मि.), जराको व्यास (६४.४८ मि.मि.), प्रति बोट जराको तौल (१९३.३२ ग्राम), जराको उत्पादन (३३.२६ टन/हेक्टर), जैविक उत्पादन (५५.३४ टन/हेक्टर), जराको सुख्खा पदार्थ (१०.९६%) 'एक्सन' जातमा पाइयो जुन 'मधुर' जात संग समानता रहेको भेटियो । त्यसैगरि, तेस्रो परीक्षणमा चुकन्दर बालीमा प्रति बोट पातको संख्या (१३.३७), पातको चौडाइ (११.५४ से.मि.), बोटको फैलावट (३९.६५ से.मि.), जराको व्यास (७८.६३ मि.मि.), प्रति बोट जराको तौल (१८६.६९ ग्राम), प्रति बोट पातहरूको तौल (१५६.६९ ग्राम), जराको सुख्खा पदार्थ (१०.५६%), पातको सुख्खा पदार्थ (९.७४%), कूल घुलनशील ठोस पदार्थ (१२.६७ डिग्री ब्रिक्स) ४५ से.मि. × १५ से.मि. बोटको दुरीमा बढी भेटियो । तर, बोटको उचाइ (४३.६२ से.मि.), पातको लम्बाइ (३९.६९ से.मि.), जराको लम्बाइ (११.९ से.मि.), जराको उत्पादन (४०.९५ टन/हेक्टर), र जैविक उत्पादन (६२.९५ टन/हेक्टर) ४५ से.मि. × ५ से.मि. दुरीमा बढी भेटियो । तर सबैभन्दा धेरै नाफा नोक्सानको अनुपात (५.५७) ४५ से.मि. × १५ से.मि. दुरीमा भेटियो र उक्त नतिजा ४५ से.मि. × १० से.मि. दुरी संग समानता पाइयो । त्यसैगरि, प्रति बोट पातहरूको संख्या (१३.४१), पातको लम्बाइ (३९.७९ से.मि.), जराको लम्बाइ (१२.३२ से.मि.), जराको व्यास (७३.८८ मि.मि.), प्रति बोट जराको तौल (१८१.३२ ग्राम), प्रति बोट पातहरूको तौल (१६४.४३ ग्राम), जराको सुख्खा पदार्थ (१०.८६%), पातको सुख्खा पदार्थ (९.५७%), जराको उत्पादन (३८.१४ टन/हेक्टर), जैविक उत्पादन (६२.५८ टन/हेक्टर) १६० के.जी. नाईट्रोजन/हेक्टर प्रयोग गरिएकोमा बढी पाइयो र उक्त नतिजाहरू १४० के.जी. नाईट्रोजन/हेक्टर र १२० के.जी. नाईट्रोजन/हेक्टर प्रयोग गरिएको संग समानता भेटियो । कूल घुलनशील ठोस पदार्थ (१३.३ डिग्री ब्रिक्स) १२० के.जी. नाईट्रोजन प्रति हेक्टर प्रयोग गरिएको चुकन्दरमा बढी पाइयो । माथिका अनुसन्धानका नतिजाहरूले कपिलाकोट, सिन्धुलीमा अधिकतम र गुणस्तरीय चुकन्दर उत्पादन गर्न 'एक्सन' र 'मधुर' जात, बाली लगाउने उपयुक्त समय अक्टोबर १५, ४५ से.मि. × ५ से.मि.को दुरी र १२० के.जी. नाईट्रोजन/हेक्टर मा सबैभन्दा उत्तम पाइयो ।

Livelihood Strategy and Socioeconomics Vulnerability of Landless People in Chitwan and Nawalparasi (West of Bardaghat Susta), Nepal

Ram Chandra Adhikari (DES-01P-2018), PhD 2025

Department of Rural Sociology and Development Studies

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Durga Devkota, PhD)

Landlessness remains a deeply rooted issue in Nepal, disproportionately affecting marginalized groups such as ethnic minorities and *Sukumbasis*, yet specific strategies for their livelihood options are limited. This research aimed to assess the livelihood options, determinants, and socioeconomic vulnerability of landless and resource-poor individuals across different ethnic groups to help formulate appropriate strategies with the use of the Sustainable Livelihoods Approach. The study was conducted in landless clusters of Bharatpur, Madi of Chitwan and Sunawal, Ramgram of Nawalparasi district employing a mixed-methods approach. Primary data were collected through household surveys, key informant interviews, field observations, and focus group discussions. Face-to-face interviews were conducted with households (n=400) using a semi-structured questionnaire. Interviews were also conducted with 30 key informants - including land rights activists, local leaders, development workers, and municipal officials. Data were analyzed using Statistical Package for Social Sciences for descriptive statistics, the Pearson chi-square for categorical variables, and analysis of variance for continuous variables. Factors influencing the adoption of primary occupation were examined using logistic regression in Stata. Findings of the study revealed that the food security situation was dispiriting; only about 1/10th of the respondents had a food-secure situation for the entire year (≥ 12 months), whereas occupational caste households had the lowest ($p < 0.05$) full-year food security (2.56%). In both districts, the main strategy for food security during the lean season was purchasing food as needed. Access to land varied by ethnicity. Muslim/Madhesi households had the largest land holdings, followed by Brahmin/Chhetri, while Occupational caste households had the smallest. Brahmin/Chhetri rented more land than Muslim/Madhesi, while share-in arrangements were most common among Muslim/Madhesi. About 1/4th of the respondents reported having irrigation access, with a significantly higher proportion in Nawalparasi. Likewise, geographical location ($p < 0.05$) had a greater effect on household unemployment than ethnic identity ($p > 0.05$), highlighting the influence of regional disparities in job access. Traditional unskilled jobs declined, with a shift toward semi-skilled and skilled technical work, mainly due to increased access to vocational training. Main sources of household income included agriculture, foreign jobs, business, domestic services, traditional occupation, and daily labor, though their contributions varied by ethnicity and district. Household expenses were mainly for food, housing, and education. About three-fourths of respondents relied on loans to meet these costs, with no significant difference among ethnic groups ($\chi^2 = 17.22$,

$p=0.306$). In 2023, households sold assets such as livestock, jewellery, vehicles, handicrafts, and groceries to cover basic needs, with a marginally significant link between ethnicity and asset type sold ($\chi^2=28.026, p=0.062$). Livestock was the most sold asset, highest among Janajati, followed by the occupational caste and Brahmin/Chhetri, whereas 32% of the respondents identified handicrafts as the most common potential job, especially among the occupational caste and Janajati groups. Stitching clothes and driving were popular occupations for Brahmin/Chhetri and Muslim/Madhesi groups, while grocery businesses were preferred by Muslim and Madhesi respondents. Outputs from regression analysis revealed that the age of the household head ($p = 0.001$), the size of total cultivated land ($p = 0.008$), and the number of livestock holdings ($p < 0.001$) had a significant positive influence on determining primary occupation. Conversely, receipt of remittances had a significant negative impact on adopting a primary occupation ($p = 0.041$), implying that households receiving external financial support are less likely to be involved in agriculture. The livelihood options of landless households are shaped by structural, economic, social, and environmental factors, with land tenure insecurity, limited financial access, and skill deficits being key problems and issues with vulnerability varying across ethnic groups and locations. A mix of land reform, credit access, skill development, social protection, and land leasing or sharecropping can enhance their well-being more effectively.

नेपालमा भूमिहीनता लामो समयदेखि संबेदनशील र जटिल विषय रहिआएको छ। भूमिहीन परिवारहरू प्रायः सामाजिक रूपले कमजोर समूह, जातीय अल्पसंख्यक वर्गमा पर्छन्। यस्ता परिवारहरूले आफ्नो जीविकोपार्जन कसरी गर्छन् र सीमित स्रोत र संरचनात्मक चुनौतीहरूको सामना गर्दै आफ्नो जीविका कसरी सुनिश्चित गर्छन् भन्ने विषयमा विस्तृत अनुसन्धानको कमी रहेको छ। यस अध्ययनको मुख्य उद्देश्य विभिन्न जातीय समूहका भूमिहीन र स्रोत-साधन न्यूनभएका परिवारहरूको जीवनयापनका विकल्प, त्यसका निर्धारण गर्ने कारक, र सामाजिक-आर्थिक जोखिमको मूल्याङ्कन गर्दै, भूमिहीनतालाई सम्बोधन गर्ने नीति, योजना र रणनीति बनाउन मद्दत पुऱ्याउनु हो। अध्ययन भरतपुर, माडी (चितवन) र सुनवल, रामग्राम (नवलपरासी) का भूमिहीनहरूमा गरिएको थियो। प्रारम्भिक तथ्यांक विशेषतः घरपरिवार सर्वेक्षण, केहि संबन्धित प्रमुख व्यक्तिहरूसँग अन्तर्वार्ता, क्षेत्र अवलोकन, र समूह छलफलबाट सङ्कलन गरिएको हो। प्रत्यक्ष अन्तर्वार्ता ४०० घरपरिवार र विभिन्न सरोकारवाला ३० प्रमुख व्यक्तिहरूसँग गरिएको थियो र विश्लेषण यस पी.यस.यस. सफ्टवेयर प्रयोग गरी गरिएको थियो। अध्ययनको प्राप्त नतिजा अनुसार सहभागीहरूको खाद्य सुरक्षा अवस्था कमजोर रहेको पाइयो भने करिब १० प्रतिशत परिवारलाई मात्र आफ्नो कृषि उत्पादनले वर्षभरि पर्याप्त खाना पुग्ने देखियो। पेशागत जातीय घरपरिवारको पूर्ण वर्षको खाद्य सुरक्षा सबैभन्दा कम (२.५६%) पाइयो, जसले उनीहरूको खाद्य उपलब्धताको उच्च जोखिमलाई प्रष्ट देखाउँछ। जातीय आधारमा भूमिको पहुँच फरक परेको पाइयो। मुस्लिम/मधेसी परिवारको औसत क्षेत्रफल सबैभन्दा बढी (४.९६ हेक्टर) र पेशागत जातको सबैभन्दा कम (४.१८ कठ्ठा) पाइयो। भूमि भाडा, साभेदारी, र सामुदायिक खेतीको स्थितिमा पनि भिन्नता देखिएको छ। करिब २५% परिवारले मात्र सिंचाइको पहुँच पाएका छन् भने, नवलपरासीमा यो प्रतिशत अलि बढी छ। परम्परागत पेशा घट्टै गएको छ भने अर्ध-प्रविधिक र प्रविधिक काम बढ्दै गएको छ। मुख्य आमदानी स्रोतमा कृषि, वैदेशिक रोजगारी, व्यवसाय, घरेलु काम, परम्परागत रोजगार र दैनिक मजदुरी रहे भने तिनहरूको घरायसी आमदानीमा योगदान जात र

जिल्ला अनुसार फरक पाइयो । परिवारको खर्च मुख्यतः खाना, घर खर्च र शिक्षामा बढि देखियो भने करिब तीन-चौथाई परिवारले खर्च पूरा गर्न ऋणमा निर्भर रहेका देखियो । सन् २०२३ मा केहि परिवारले आधारभूत आवश्यकताका लागि पशु, गरगहना, सवारी, हस्तकला र घरका सामानहरु बिक्री गरेका थिए । रिग्रेशन विश्लेषण अनुसार, घरमुलीको उमेर, खेतीयोग्य जमीनको क्षेत्रफल र पशुपालनको संख्याले कस्तो पेशा अपनाउने भन्नेमा सकारात्मक प्रभाव पारेको देखियो । जबकि वैदेशिक रोजगारबाट प्राप्त हुने रकमले मुख्य पेशा परिवर्तनका लागि प्रभाव पारेको देखियो । घरपरिवार मुलीको अनुभव, उत्पादनशील सम्पत्ति र क्षेत्रीय अवसर जीवनयापन विकल्प निर्धारणमा महत्वपूर्ण पक्ष रहेको पाइयो । यस अनुसन्धानले भूमिहीन परिवारको जीवनस्तर सुधार गर्न भूमिसुधार, ऋणमा पहुँच, सीप विकास, सामाजिक सुरक्षा, र भूमि भाडा/साभेदारी जस्ता उपाय अपनाउंदा बढी प्रभावकारी हुने निस्कर्ष निकालेको छ ।

Impact of Foreign Labour Migration and Remittance on Household Labour Dynamics: A Case from Marin Rural Municipality, Sindhuli, Nepal

Krishna Prasad Thapaliya (RUS-01P-2018), PhD 2026

Department of Rural Sociology and Development Studies

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Kailash Nath Pyakuryal, PhD)

This study was conducted to assess the impacts of foreign labour migration and remittances on the labour dynamics of household agricultural activities in Sindhuli district of Nepal. A mixed research design was employed to collect quantitative data through face-to-face interviews, utilizing pretested and modified quantitative interview protocols. Altogether 350 face-to-face interviews were conducted with randomly selected household heads. Additionally, 21 Key Informant Interviews (KII) were conducted with returnees, community leaders, and professionals, and 4 case studies were collected during 2022. Findings of the study revealed that low individual income, lack of employment opportunities, poor economic conditions of the migrants, the non-existence of social assistance, child education, social prestige, and a desire for property accumulation were the key drivers of migration. Whereas, increased labour wages, family labour shortage for farming, less use of farmyard manure, a preference for farm machinery, decreased crop production, abandoned livestock rearing, and less use of locally preserved seed were the consequences of foreign labour migration in agricultural household practices. With a substantial impact on debt repayment, savings, and children's education, remittances significantly contribute to the socio-economic landscape, positively affecting food sufficiency, healthcare access, and overall consumption for families in the agricultural communities of Sindhuli district of Nepal. Similarly, the workload of the migrant spouses increased as compared to pre-migration. Migrant households manage labour deficiency by sharing workload within the household, using 'Parma' (labour exchange), hiring labour, and using machines for heavy work such as field preparation. These findings suggest that effective strategies and concrete plans are required to promote safe and dignified migration in the days to come. Furthermore, it will aid in developing policies related to labour migration and its consequences on agriculture.

कृषि प्रधान देश र कृषिमा आधारित अर्थतन्त्र भएको नेपालमा गैह्रकृषि क्षेत्रमा रोजगारीको अवसर कम रहेकाले जीविकोपार्जनको दिगो विकल्पको रूपमा ठूलो संख्यामा युवाहरू वैदेशिक श्रम-आप्रवासनमा जाने गरेका छन् । यसै पृष्ठभूमिमा सिन्धुली जिल्लाका कृषि पेशामा निर्भर घरपरिवारको श्रम गतिशीलतामा वैदेशिक श्रम आप्रवासन र विप्रेषणले पारेका प्रभावहरूको मूल्याङ्कन गर्ने उद्देश्यले मिश्रित अनुसन्धान विधिको प्रयोग गरी ई.सं. २०२२ मा यो अध्ययन गरिएको थियो । अनुसन्धानका क्रममा आवश्यक मात्रात्मक तथ्याङ्क संकलन पूर्वपरिक्षण गरिएको मात्रात्मक अन्तरवार्ता विधिको प्रयोग गरी सिन्धुली जिल्लाको मरिण गाँउपालिका भित्रका सात वटा वडाबाट वैदेशिक रोजगारीमा गएका ३५० घरधुरीका घरमूलिहरूसंग प्रत्यक्ष अन्तरवार्ता मार्फत गरिएको र गुणात्मक तथ्याङ्क संकलन भने २१ वटा

प्रमुख सूचनादाता अन्तरवार्ता र चारवटा वैयक्तिक अध्ययन मार्फत गरिएको थियो । अनुसन्धानले न्यून व्यक्तिगत आय, रोजगारीको अभाव, कमजोर आर्थिक अवस्था, सामाजिक सुरक्षाको अभाव, बालबालिकाको लागी शिक्षा, सामाजिक प्रतिष्ठा, सम्पति जोड्ने चाहनालाई वैदेशिक आप्रवासनको प्रमुख कारणको रूपमा उजागर गरेको छ । त्यस्तै गरी घरायसी कृषिका लागी श्रमिकहरुको अभाव, कृषि श्रमिकको ज्यालामा वृद्धि, प्राङ्गारिक मलको प्रयोगमा कमी, कृषि उपकरणको प्रयोगमा बढ्दो भुकाव, बाली उत्पादनमा ह्रास, पशुपालन गर्न छोड्ने, तथा स्थानीय मौलिक वीउविजनको प्रयोगमा ह्रास आदी वैदेशिक रोजगारीले सृजना गरेका महत्वपूर्ण नकारात्मक असरहरु हुन । यस अध्ययनको नतिजाले विप्रेषणको प्रयोग ऋण तिर्न, बचत गर्न, बालबालिकाको शैक्षिक अवस्था सुधार्न, खाद्य सुरक्षाको प्रत्याभुति गर्न, स्वास्थ्य सेवामा पहुँच बढाउन, समग्र पारिवारिक उपभोगमा वृद्धि गर्न भएको देखाएको छ । त्यस्तै, घरका सदस्यहरुको आप्रवासन पश्चात आप्रवासीका जीवनसाथीहरुको कार्यभार बढेको पाईएको छ । श्रमिक अभावको व्यवस्थापनका लागी पारिवारका सदस्यहरु बिच कामको बाँडफाँड, पर्म प्रणालीको प्रयोग, ज्यालादारी श्रमिकको प्रयोग तथा बढि श्रम आवश्यक पर्ने खेती-पाती सम्बन्धी क्रियाकलापहरुमा मेशिनको प्रयोग हुन थालेको पाईएको छ । यस अनुसन्धानका उपरोक्त निष्कर्षहरुले सुरक्षित आप्रवासनको सुनिश्चितताको लागी आवश्यक प्रभावकारी रणनीति र योजनाको व्यवस्था गर्नु जरुरी देखाएको छ । साथै यस अध्ययनको निष्कर्षले आप्रवासन र विप्रेषणका कारण कृषिमा पर्ने प्रभावको व्यवस्थापनको लागी आवश्यक नीति निर्माणमा समेत सहयोग पुऱ्याउने अपेक्षा गरिएको छ ।

Effect of Non-Genetic Factors on Reproductive and Productive Traits of Crossbred Murrah Buffaloes (*Bubalus bubalus*) in Dhanusha and Kaski Districts of Nepal

Deo Nandan Sah (ANB-01P-2017), PhD 2026

Department of Animal Breeding and Biotechnology

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Mohan Prasad Sharma, PhD)

The potential of crossbred Murrah buffaloes in Nepal remains limited due to critical knowledge gaps in genetics, semen quality variation, and the effects of non-genetic factors. A series of studies was conducted in Dhanusha and Kaski districts, Nepal, from 2017 to 2020 to evaluate the effect of non-genetic factors on major economic traits of crossbred Murrah buffaloes by estimating genetic parameters and evaluating the quality of Murrah buffalo bull semen. The data included 10,987 buffaloes in Dhanusha and 5,925 in Kaski, altogether 16,912 milking buffaloes, and eight buffalo bulls in the National Livestock Breeding Office, Pokhara and Lahan, Siraha. Data were analyzed using the least squares method of Harvey's Model. The findings of the first study revealed that the overall least squares mean for body weight (BW), age at first conception (AFCO), age at first calving (AFC), calving interval (CI), gestation length (GL) length of lactation (LL), daily milk yield (DMY), and peak milk yield (PMY) were 35.10 ± 0.56 kg, 975.14 ± 10.54 days, 1287.88 ± 10.50 days, 420.00 ± 3.60 days, 420 ± 0.41 days, 276.66 ± 2.32 days, and 7.5 ± 0.012 liters, 9.76 ± 0.015 liters, respectively. There was a significant difference ($p \leq 0.05$) in buffalo calves' weight across different birth seasons: summer 34.36 ± 0.57 kg, autumn 35.47 ± 0.56 kg, winter 35.55 ± 0.56 kg, spring 35.01 ± 0.57 kg, and non-genetic factors significantly influenced ($p \leq 0.05$) age at first conception, age at first calving, and calving interval. The findings also indicate the need for tailored management practices to optimize reproductive and productive performance. The second study revealed that the heritability for calving interval (CI) was moderate ($h^2=0.36$). Lower estimates were found for lactation length (LL) and lactation milk yield (LMY) ($h^2=0.14 \pm 0.078$, 0.28 ± 0.159). Productive traits revealed positive genetic correlations, with lactation milk yield (LMY) showing a modest correlation of 0.31 and standard milk yield (SMY) exhibiting a strong correlation of 0.95, indicating SMY's closer genetic link to overall productivity traits. Thus, the genetic potential for enhancing milk yield traits in crossbred Murrah Buffalo was revealed, with positive correlations indicating opportunities for improvement. However, the negative correlations with reproductive traits suggest the need for careful selection strategies. The findings of the third study revealed that the overall least square means for initial volume of semen (%), pre-motility (%), sperm concentration ($10^9/ml$), live sperm (%), and sperm abnormality (%) were 6.15 ± 0.13 , 74.99 ± 0.26 , 1599.33 ± 27.95 , 66.98 ± 0.08 , and 4.21 ± 0.05 , respectively. The critical parameters of Murrah buffalo bull semen were significantly influenced by season ($p \leq 0.005$) and did not vary significantly across months. According to the results of the study, it has been seen that

environmental and genetic factors have a significant effect on the productivity and reproductive traits of crossbred Murrah buffalo in Nepal. At the same time, it has been seen that the quality of sperm of the Murra buffalo bull will positively improve the quality of life of buffalo farmers.

सन् २०१७ देखि २०२० सम्म नेपालका धनुषा र कास्की जिल्लाहरूमा क्रसब्रिड मुर्गाहरूका प्रमुख आर्थिक गुणहरूमा गैर-आनुवंशिक कारकहरूको प्रभाव मूल्याङ्कन गर्न वंशाणुगत मापदण्डहरू एकिन गरी मुर्गा भैंसीको वीर्यको गुणस्तर मूल्याङ्कन गर्न श्रृङ्खलाबद्ध अनुसन्धान कार्यहरू गरिएको थियो जसमा १०,९८७ भैंसीहरू समावेश थिए तराई धनुषामा ५ हजार ९२५ र मध्यपहाडी कास्कीमा ५ हजार ९२५, गरी जम्मा १६ हजार ९१२ दुध दिने भैंसीहरू साथै राष्ट्रिय पशुपन्थी प्रजनन कार्यालय पोखरा र लहान, ८ वटा मुर्गा भैंसीको राँगोको विजको गुणस्तर जाँचको अध्ययन गरिएको थियो। भेटेरिनरी अस्पताल पशुसेवा विज्ञ केन्द्रको कृत्रिम गर्भाधान अभिलेख पुस्तिका र गाउँपालिकाको पशु सेवा शाखाको अभिलेखबाट भैंसीका उत्पादन तथा प्रजनन सम्बन्धित तथ्यांकहरू संकलन गरि हार्भे (१९९०) ले विकसित गरेको तथ्यांकिय कम्प्युटर सफ्टवेर प्रयोग गरी विश्लेषण गरियो। यसरी, चार ऋतुहरूमा गर्मी, शरद, जाडो र वसन्त मौसममा गैर-आनुवंशिक कारकहरू मूल्याङ्कन गर्न तथ्यांकहरू विश्लेषण गरिएको थियो। भैंसीको उत्पादन तथा प्रजनन गुणहरूलाई प्रभाव पार्ने वातावरणीय तथा आनुवंशिक तत्वहरू अध्ययन गर्न प्रजनन तथा उत्पादन गुणहरू अन्तर्गत पाडा-पाडीको जन्मतौल, पहिलो पटक गर्भाधान हुने उमेर, पहिलो पटक व्याउँदाको उमेर, वेतको अन्तर, गर्भावधि, तथा दुध दिने अवधि, दैनिक दुध उत्पादन क्रमशः 35.90 ± 0.56 के.जी., 995.94 ± 90.54 दिन, 9269.66 ± 90.50 दिन, 420.00 ± 3.60 दिन, 392.92 ± 0.49 , 296.66 ± 2.32 दिन, र 9.50 ± 0.092 लिटर, 9.96 ± 0.095 लिटर पाईयो। विश्लेषणको नतिजा अनुसार विभिन्न ऋतुहरूमा भैंसी पाडोको तौलमा महत्वपूर्ण भिन्नता थियो, र जाडोमा सबैभन्दा बढी तौल पाइयो। वेतको अवधि, पहिलो पटक भाले लगाउँदाको उमेर, पहिलो पटक व्याउँदाको उमेर, गर्भावधि, ऋतु र वेतले महत्वपूर्ण रूपमा प्रभाव पारेको देखियो। यसरी, पहिलो परीक्षणले प्रजनन र उत्पादन गुणहरूलाई सुधार गर्न अनुकूल व्यवस्थापन अभ्यासहरूको आवश्यकतामा कार्यसम्पादन गर्न जोड दिएकोछ। अर्को अनुसन्धानको निष्कर्षले पत्ता लगायो कि व्याउने अन्तरालको लागी हेरिटाबिलिटी मध्यम ($E^2=0.36$) थियो। दुध दिने अवधि र दैनिक दुध उत्पादनको लागी कम हेरिटाबिलिटी पाईयो। उत्पादन गुणहरूले सकारात्मक आनुवंशिक सम्बन्धहरू, वेतभरीको दूध उत्पादन 0.39 , स्टेण्डर्ड दूध उत्पादन 0.95 , र दैनिक दूध उत्पादनको मध्यम देखि उच्च सकारात्मक सम्बन्ध 0.35 र 0.95 रहेको पाईयो। यसले क्रसब्रिड मुर्गा भैंसीमा दूध उत्पादन विशेषताहरू बढाउनको लागी आनुवंशिक सम्भाव्यताको बारेमा जोड दिनु पर्ने र सकारात्मक सहसम्बन्धले सुधारको अवसरहरू संकेत गर्दछ, मुर्गा भैंसी राँगोको प्रारम्भिक वीर्यको मात्रा (%), सुरुवाती चाल (%), शुक्राणु एकाग्रता क्रमशः 6.95 ± 0.93 , 74.99 ± 0.26 र $95.99.33 \pm 29.95$ रहेको पाईयो। वीर्यको यी गुणहरूलाई ऋतु वा सिजनले महत्वपूर्ण प्रभाव पारेको पाईयो भने महिनाहरूले प्रभाव पारेको देखिएन। अध्ययनका निष्कर्ष अनुसार, नेपालमा मुर्गा क्रसब्रिड भैंसीको उत्पादन क्षमता तथा प्रजनन गुणहरूमा वातावरणीय तथा आनुवंशिक कारकहरू महत्वपूर्ण प्रभाव पार्ने देखिएको छ। साथै मुर्गा जातका राँगाको गुणस्तर वीर्यले भैंसी पालन कृषकहरूको जीवन स्तर सुधारमा सकारात्मक पुऱ्याउने देखिएको छ।

Ecological, Ethnobotanical and Morphometric Characterization of Chiuri (*Diploknema butyracea* (Roxb.) H. J. Lam) in Nepal

Shreehari Bhattarai (FOS-01P-2021), PhD 2026

Faculty of Forestry

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Balram Bhatta, PhD)

Diploknema butyracea (Roxb.) H.J. Lam, known as Chiuri or the butter tree, is a medium to large deciduous tree native to the sub-Himalayan region of Nepal. It typically grows on south-facing slopes at elevations between 300 and 1,800 meters. Chiuri is important for the environment, economy, culture, and nutrition. It is closely tied to the livelihoods and traditions of various communities, especially the Chepang ethnic group. The goal was to evaluate the species' population structure, ethnobotanical uses, climatic niche, and conservation methods. The research included field data from 90 sample plots established using a stratified random sampling design, collected during nine extensive field visits across western, central, and eastern Nepal. Additional data comprised species occurrence records from 58 districts, 270 household interviews, 34 key informant interviews, discussions with community forest user groups, and meetings with local government representatives across the Tarai, Siwalik, and mid-hill regions. Analysis of the population structure of 349 individuals from 90 plots showed a bell-shaped distribution, indicating challenges in regeneration. The majority of the trees were mature (71.35%), followed by poles (21.49%), saplings (6.3%), and seedlings (only 0.86%). This suggests a bottleneck in regeneration. Higher regeneration rates occurred in upper elevation zones, particularly in the Uppercentral and Upper Western regions, where traditional protection practices, especially by the Chepang, were common. Statistical tests using ANOVA and generalized linear model (GLM) showed that human disturbances had a greater impact on regeneration than elevation alone. Key factors include Chiuri's inability to thrive in shade, thick leaf litter, limited seed viability, and high grazing pressure. Ethnobotanical studies revealed a wide range of uses for Chiuri. There were 1,440 Use Reports for subsistence needs, 240 for traditional medicine, and 213 for religious and ritual uses. The Central Tarai-Siwalik region, especially Makawanpur and Chitwan districts, recorded the highest cultural significance. The Chepang community exhibited the most extensive knowledge and active management, conserving Chiuri trees in private lands, community forests, and areas managed by the government. Ethnotaxonomic insights from these communities suggest they recognize eight distinct types of Chiuri that require formal taxonomic and molecular validation. Similarly, Species Distribution Modeling (SDM) using MaxEnt indicated significant habitat shifts due to climate change. Historically, Chiuri was confined mainly to lower elevations, while future models predict reduced suitability in lowland Terai areas but increased potential in mid-elevation zones due to rising temperatures and changing precipitation patterns. The findings highlight Chiuri's importance as a Cultural Keystone Tree Species (CKTS), especially for the semi-nomadic Chepang

community. The study emphasizes the need for targeted community-based conservation efforts, policy-level changes, and climate-adaptive management strategies. The study further identifies key directions for future research, including long-term assessments of population dynamics and regeneration, integrative morpho-genetic analyses to understand adaptive variation, and focused ethnobotanical studies on evolving use and management practices, all of which are critical for ensuring the long-term sustainability of Chiuri. This will help protect the indigenous knowledge systems tied to this vital species amid rapid environmental and socio-economic changes.

चिउरी समुद्री सतहबाट करिब ३०० देखि १,८०० मिटर सम्मको मध्यपहाडी क्षेत्रमा पाइने मध्यमदेखि विशाल छायाँदार पतझड रुख वर्गको वनस्पति हो। विशेष गरी उष्ण र समशितोष्ण हावापानीमा दक्षिण मोहडा भएको भिरालो अनि घमाइलो ठाउँमा राम्रोसँग हुर्कने चिउरी पर्यावरणीय, आर्थिक, सांस्कृतिक तथा पोषणीय दृष्टिले अत्यन्त महत्वपूर्ण प्रजाति हो। खास गरी चेपाङ समुदायको जीविकोपार्जन र परम्परासँग यसको गहिरो सम्बन्ध रहेको पाइन्छ। यस अध्ययनको उद्देश्य चिउरीको संख्यात्मक संरचना, परम्परागत प्रयोग, जलवायुजन्य उपयुक्तता तथा संरक्षणको बारेमा समिक्षा गर्नु थियो। यस अनुसन्धानमा स्तरीकृत यादृच्छिक नमूनाकरण विधिबाट स्थापना गरिएका पश्चिमी, मध्य र पूर्वी नेपालका नौवटा स्थानहरूमा ९० वटा नमूना प्लटहरूबाट स्थलगत तथ्यांक संकलन गरिएको थियो। साथै ५८ जिल्लामा चिउरीको उपलब्धता अभिलेख, २७० घरधुरी सर्वेक्षण, ३४ मुख्य जानकार व्यक्तिहरूसँगको अन्तर्वार्ता, सामुदायिक वन उपभोक्ता समूहहरूसँग छलफल, तथा सरोकारवाला निकायहरूसँग परामर्श गरी प्राप्त तथ्याङ्कहरूलाई ANOVA, GLM, तथा MaxEnt प्रयोग गरी विश्लेषण गरिएको थियो। कुल ९० वटा प्लटहरूबाट संकलित ३४९ वटा चिउरीको बोटहरू रेकर्ड गरिएको संख्यात्मक संरचनाको विश्लेषणले घण्टी जस्तो (Bell shaped) वितरण देखायो, जसमा अधिकांश रुख वर्गमा (७१.३५%) रहेको पाइयो भने पुनरुत्पादन अत्यन्त न्यून (लाथा ६.३%, बिरुवा ०.८६%) रहेको पाइयो। GLM मोडेलले देखाएको तथ्याङ्कीय परीक्षणहरूले चरीचरण, माउ रुखको छायाँ तथा बीऊको छोटो जीवितता समय हुनु जस्ता कुराहरूले पुनरुत्पादनमा नकारात्मक प्रभाव पारेको देखायो। चिउरीका १० विविध भागहरूको कुल २०२३ उपयोग प्रयोग (७.४९ प्रतिव्यक्ति प्रयोग) रेकर्ड गरिएकोमा सबैभन्दा बढी (१४४०) दैनिक जिविकोपार्जनका लागि थिए भने २४० परम्परागत औषधीजन्य तथा २१३ धार्मिक प्रयोग रहेको पाइयो। क्षेत्रगत रूपमा विश्लेषण गर्दा मध्य नेपालमा सबैभन्दा बढी (प्रतिव्यक्ति १०.९२) र पूर्वी नेपालमा सबैभन्दा कम (प्रतिव्यक्ति ४.१९) उपयोग रहेको पाइयो। त्यसैगरी जातीगत रूपमा चेपाङ (प्रतिव्यक्ति १०.८५) तथा तामाङ (प्रतिव्यक्ति ८.१७) रहेको पाइयो। वानस्पतिक वर्गीकरणलाई आत्मसात गर्दा नेपालमा एक प्रजातिको मात्र चिउरी रहेको पाइए पनि स्थानीयहरू परम्परागत ज्ञानलाई प्रयोग गरी चिउरीमा विविधता रहेको पहिचान गर्दछन्। खास गरी मध्य नेपालमा चेपाङ समुदायले चार प्रकारका र पश्चिमी तथा पूर्वी नेपालमा पनि दुई दुई प्रकारका चिउरीका प्रकारहरू पहिचान गरेको छ, जसलाई औपचारिक वर्गीकरण र विस्तृत जैविक अध्ययनद्वारा प्रमाणीकरण गर्न आवश्यक छ। जलवायुजन्य प्रभावलाई विश्लेषण गरी भविष्यको प्रक्षेपण गर्दा मध्य पहाडी क्षेत्रमा केही बढोत्तरी भए पनि तराई क्षेत्रमा चिउरीको वितरण अझै खुम्चने नतिजा पाइयो। दैनिक जीवनको निर्वाहमा सहयोगी सिद्ध मात्र नभएर धार्मिक, सांस्कृतिक, औषधीय, व्यावसायिक लगायत विविध आयामहरूमा अनुसन्धानलाई अघि बढाउँदै चिउरीमा आधारित उद्यममा अग्रसर भई उत्पादनहरूलाई अन्तर्राष्ट्रिय व्यापारमा समेत समावेश गराउन सकेको खण्डमा स्थानीयको मात्र नभएर समग्र देशकै अर्थतन्त्रमा विशिष्ट योगदान पुग्न सक्छ।

Habitat Use, Habitat Use Dynamics and Carrying Capacity of Tigers (*Panthera tigris*) in the Bardiya-Banke Complex, Nepal

Shyam Kumar Shah (FOS-01P-2018), PhD 2026

Faculty of Forestry

(Chairperson of the Advisory Committee: Jhamak Bahadur Karki, PhD)

Tigers (*Panthera tigris*) are endangered wild felids despite global recovery efforts, with the majority of the population concentrated in ~42 key “source sites.” Effective conservation of tigers in these areas requires reliable population estimates, estimates of site-specific ecological carrying capacities, insights into habitat use, and changes in habitat use over time. The ecological carrying capacity of tigers, fine-scale tiger habitat use, and habitat use dynamics were estimated in the Bardia-Banke Complex in western Nepal - a globally important source site within the Terai Arc Landscape (TAL). Using line transect surveys, ungulate densities and biomass were estimated, which corresponded to an ecological carrying capacity of 133 adult tigers in Bardia National Park (NP) and 28 in Banke NP. However, systematic camera trap surveys revealed current populations of 77 and 12 adult tigers, respectively, well below the carrying capacity. To understand spatial patterns of fine-scale tiger habitat use, a grid-based tiger detection and non-detection camera trap survey was conducted across 719 grid cells, each measuring 2×2 km² in the Complex. Single-season occupancy models accounting for imperfect detection indicated uneven spatial use of tigers, with an overall habitat use probability of 0.43. Tiger habitat use was positively associated with prey abundance and proximity to water and negatively influenced by terrain ruggedness. To evaluate fine-scale temporal habitat use dynamics, multi-season occupancy models were applied to tiger detection and non-detection camera trap data from 2013, 2018, and 2022. Habitat use probabilities declined from 0.56 in 2013 to 0.49 in 2022, with significant fluctuations in the rate of change (average $\lambda_{2013-2018} = 0.60$), a 40% decline in space use from 2013-2018; while average $\lambda_{2018-2022} = 2.28$, +128% increase in space use from 2018-2022. Local colonization probabilities increased from 0.39 (SE = 0.09) during 2013-2018 to 0.48 (SE = 0.04) during 2018-2022, while local extinction remained consistently high at 0.50 (SE = 0.005), suggesting high site turnover. Multi-season occupancy analysis from 2013-2022 revealed temporal fluctuations in habitat use, colonization, and extinction, with water availability and prey abundance as key drivers of colonization. Findings revealed spatiotemporal variability in tiger habitat use, shaped primarily by prey availability and water sources. The need for habitat-specific management is highlighted with emphasis on prey and water augmentation, long-term monitoring, and effective human-tiger coexistence measures to support tiger population recovery and persistence across the Complex.

बाघहरू विश्वव्यापी संरक्षण प्रयासहरूका बावजूद पनि संकटापन्न बन्त्यजन्तु हुन् र तिनीहरूको जनसंख्या लगभग ४२ प्रमुख “स्रोत स्थलहरू” मा केन्द्रित रहेको पाइन्छ। यी क्षेत्रमा बाघको प्रभावकारी संरक्षणका लागि विश्वसनीय

जनसंख्या अनुमान, स्थानविशेष वहन क्षमता, बासस्थान प्रयोग तथा यसको परिवर्तनशीलताबारे बुझाई आवश्यक हुन्छ। यस अनुसन्धानमा पश्चिम नेपालस्थित बर्दिया-बाँके कम्प्लेक्समा बाघको पारिस्थितिक वहन क्षमता, सूक्ष्म स्तरको बासस्थान प्रयोग र यसको समयसँगै बासस्थान प्रयोगमा हुने परिवर्तनको अध्ययन गरिएको थियो, जुन तराई भूपरिधि क्षेत्र भित्र पर्ने विश्वस्तरीय बाघको जनसंख्याको स्रोत स्थल हो। लाइन ट्रान्सेक्ट सर्वेक्षण विधि प्रयोग गरी आहारा प्रजातिका जनावरहरूको घनत्व र जैविक भारको अनुमान गरिएको थियो, जसअनुसार बर्दिया राष्ट्रिय निकुञ्जमा १३३ वयस्क बाघ र बाँके राष्ट्रिय निकुञ्जमा २८ वयस्क बाघ धान्ने पारिस्थितिक वहन क्षमता रहेको पाइएको थियो। यद्यपि, व्यवस्थित क्यामेरा ट्र्याप सर्वेक्षण विधिले हाल बर्दिया राष्ट्रिय निकुञ्जमा ७७ र बाँके राष्ट्रिय निकुञ्जमा १२ वयस्क बाघ रहेको देखाएको थियो, जुन वहन क्षमताको तुलनामा निकै कम हो। सूक्ष्म स्तरमा (Fine Scale) बाघको बासस्थान प्रयोगको स्थानिक ढाँचा बुझ्न 2×2 वर्गकिमी आकारका ७१९ गिड सेलहरूमा क्यामेरा ट्र्यापमार्फत बाघ देखिने/नदेखिने सर्वेक्षण सञ्चालन गरिएको थियो। अपूर्ण पत्ता लाग्ने सम्भावना समायोजन गर्ने एकल-वर्षिय उपयोग मोडेलहरूले (Single Season Occupancy Model) बाघहरूको असमान स्थानिक प्रयोग देखायो, कुल बासस्थान प्रयोग सम्भाव्यता ०.४३ रहेको थियो। बाघको बासस्थान प्रयोग आहारा प्रजातिका वन्यजन्तुहरूको उपलब्धता र पानीको नजिकको दूरीसँग सकारात्मक रूपमा सम्बन्धित पाईयो, भने भू-आकृतिक कठोरताले (Terrain Ruggedness) नकारात्मक असर पारेको देखियो। सूक्ष्म स्तरमा (Fine Scale) समयसँगै हुने बासस्थान प्रयोगको परिवर्तन मूल्याङ्कन गर्न २०१३, २०१८ र २०२२ को बाघ देखिने/नदेखिने क्यामेरा ट्र्याप डाटामा बहु-वर्षिय उपयोग मोडेल (Multi Season Occupancy Model) लागू गरिएको थियो। बासस्थान प्रयोग सम्भाव्यता २०१३ मा ०.५६ बाट घटेर २०२२ मा ०.४९ मा झर्‍यो, जसमा उल्लेखनीय परिवर्तन दर देखियो (औसत $\lambda_{2013-2018} = 0.60$, -४०% गिरावट; औसत $\lambda_{2018-2022} = 2.25$, +१२८% वृद्धि)। स्थानीय उपस्थिति सम्भाव्यता (Local Colonization) २०१३-२०१८ को ०.३९ (SE=०.०९) बाट बढेर २०१८-२०२२ मा ०.४८ (SE=०.०४) भएको देखियो, भने स्थानीय विलुप्त दर (Local Extinction) निरन्तर रूपमा उच्च, ०.५० (SE=०.००५) नै रहेको पाइयो, जसले उच्च बासस्थान प्रयोगको परिवर्तनको संकेत गर्छ। २०१३-२०२२ को बहु-वर्षिय उपयोग विश्लेषणले (Multi Season Occupancy Model) बासस्थान प्रयोग, स्थानीय उपस्थिति सम्भाव्यता (Local Colonization) र विलुप्तमा समय अनुसारको परिवर्तन देखियो, जसमा पानीको उपलब्धता र आहारा प्रजातिका वन्यजन्तुहरूको मात्रा मुख्य कारक तत्वका रूपमा देखिएको छ। यस अध्ययनबाट बाघको बासस्थान प्रयोगमा स्थानीय र समयगत विविधता देखाएको छ, जुन मुख्यतः आहारा प्रजातिका वन्यजन्तुहरूको उपलब्धता र पानीको उपलब्धताद्वारा प्रभावित छ। बाघ संरक्षणलाई प्रभावकारी बनाउन, स्थानविशेष व्यवस्थापनमा आहारा प्रजातिका वन्यजन्तुहरूको उपलब्धता र पानीको पहुँच अभिवृद्धि, दिर्घकालीन अनुगमन र प्रभावकारी मानव-बाघ द्वन्द्व न्यूनीकरणमा जोड दिन आवश्यक रहेको देखिन्छ।

Determinants of Agricultural Land Use Change in Chitwan District of Nepal

Ramhari Timilsina (EXT-01P-2018), PhD 2026

Agricultural Extension and Rural Sociology

(Chairperson of the Advisory Committee: Gana Pati Ojha, PhD)

Agricultural land use change is a complex and dynamic process. The agricultural land of Nepal has undergone significant changes. The arable land in Nepal has declined gradually since 2001. However, limited studies have examined these transformations from agricultural perspectives. This study aims to assess agricultural land use change over the past two decades (2001 to 2021) and its drivers to inform land use planning in Chitwan, Nepal. A mixed-method approach was used by integrating geospatial analysis and social survey to identify and explore the determinants of agricultural land-use change. In 2021, a survey was conducted with 384 households in Chitwan. Logit regression was used to analyze the determinants of agricultural land use change. Cropping frequency (high vs. low) within a calendar year served as the binary dependent variable, representing land-use intensity. Socioeconomic, individual, technical, technological, and policy-related variables were used as predictor variables in the logit regression analysis. Field observations, focus group discussions, and key informant interviews were conducted to explore information on agricultural land use change. Based on the qualitative information, a thematic analysis was conducted to explore the causes and consequences of land underutilization and intensification. The study revealed that cropland is declining in Rapti, Khairahani, Ratnanagar municipalities, and Bharatpur Metropolitan City, primarily due to the conversion of cropland into residential, industrial, built-up areas, and other land-use categories during the last two decades (2001 to 2021). In contrast, Madi and Kalika municipalities exhibited more stable patterns of cropland use. Land use in Chitwan exhibited an adaptive and cyclical pattern of change, with both the conversion of other land use categories into cropland and cropland into other land use categories occurring frequently. Although land abandonment and barren land are widespread concerns in Nepal, the extent of abandoned and barren land in Chitwan was found to be negligible. This study found that as the age of the household head increased, cropping frequency tended to decline, whereas households that raised livestock were more likely to have a higher cropping frequency. Although directions differed, migration dynamics were associated with increased land use intensification. Similarly, access to the canal irrigation source was found to be an important determinant of land use intensification. However, access to groundwater irrigation was more impactful for agricultural land use intensification compared to canal irrigation. Increased contact between farmers and extension professionals, as well as fellow farmers, was positively associated with cropping frequency. Although land fragmentation is commonly perceived as a contributor to agricultural land use change, this study concludes that land fragmentation is not an immediate barrier for land use intensification, but poses long-term challenges to sustainable land use planning. The absence

of legal frameworks, which leads to insecure tenure agreements, discourages both landowners and tenants from engaging in land leasing agreements. Inconsistent land use policies were a major barrier to sustainable agricultural land use. In addition, high input costs, market price volatility, and the shortage of chemical fertilizers were the major constraints for land use intensification. The findings underscore the urgent need for integrated, locally grounded, and farmer-centric land use policies that promote agricultural productivity while ensuring sustainable land use.

कृषिक्षेत्रमा प्रयोग हुने भूमिको परिवर्तन जटिल र गतिशिल प्रक्रिया हो। सन् २००१ यता नेपालको कृषि योग्य जमिन क्रमशः घट्दै गएको छ। विगत दुई दशकमा चितवनको कृषि भू-दृश्यमा उल्लेखनीय परिवर्तन आएको पाइन्छ। तर यस्ता परिवर्तनहरूलाई विश्लेषण गर्ने अनुसन्धनहरू निकै कम भएका छन्। सन् २०२१ मा गरिएको यस अध्ययनले चितवनमा विगत दुई दशकमा कृषिमा प्रयोग भएको भूमिको परिवर्तनलाई विश्लेषण गर्ने उद्देश्य राखेको थियो। अध्ययन क्षेत्रमा भएको भूमि प्रयोगको परिवर्तनलाई भौगोलिक सूचना प्रणाली र दूरसम्बेदन प्रविधिको प्रयोगगरी मापन गरिएका थियो। अध्ययनका लागि चितवनका ३८४ घरधुरीमा सर्वेक्षणगरी तथ्याङ्क संकलन गरियो। भूमि प्रयोगमा भएको परिवर्तनका निर्धारकहरूको विश्लेषणको लागि लजिट रिग्रसन विधि प्रयोग गरिएको थियो। सामाजिक, आर्थिक, व्यक्तिगत, प्राविधिक, तथा नीतिगत कारकहरूलाई स्वतन्त्र चरका रूपमा लजिट रिग्रसनमा समावेश गरियो। यस अध्ययनले राप्ती, खैरहनी, रत्ननगर नगरपालिकाहरू र भरतपुर महानगरपालिकामा पछिल्लो दुई दशकमा (सन् २००१ देखि २०२१) कृषियोग्य भूमि घटिरहेको देखाएको छ। मुख्यतः आवासीय लगायतका संरचनाहरू र अन्य गैरकृषि प्रयोजनकालागि जमीनको रूपान्तरित प्रयोग भएको पाइयो। तर माडी र कालिका नगरपालिकाहरूमा भने कृषि योग्यभूमिको प्रयोग तुलनात्मक रूपमा स्थिर रहेको पाइयो। समग्रमा चितवनमा भूमिको प्रयोग र यसको परिवर्तन अनुकुलनशील र चक्रीय प्रकृतिको देखियो। जहाँ कृषियोग्य भूमि अन्य प्रयोजनमा रूपान्तरण हुने र अन्य प्रयोजनको भूमि पुनः कृषिमा नै प्रयोग भएको पाइयो। अध्ययन क्षेत्रहरूमा भएको स्थलगत अवलोकनले चितवनमा खेती योग्य बाँझो जमीन नगण्य भएको पुष्टि गर्छ। यस अध्ययन अनुसार घरमुलीको उमेर बढ्दै जाँदा परिवारले एक वर्षमा धेरै बाली लगाउने आवृत्ति घट्ने सम्भावना देखाउँछ। तर पशुपालन गर्ने घरधुरीहरूले भने धेरै बाली लगाउने आवृत्ति देखाएका छन्। आप्रवासनको प्रभाव दिशागत रूपमा फरक देखिए पनि यसले भूमिको सघन प्रयोगमा सकारात्मक योगदान पुऱ्याएको पाइयो। नहर तथा कुलोबाट हुने सिँचाइमा पहुँच, भूमिको सघन प्रयोगको महत्वपूर्ण निर्धारक भएको पाइयो भने त्यो भन्दा पनि प्रभावशाली, भूमिगत सिँचाइको पहुँच रहेको पाइयो। साथै कृषकहरूको व्यक्तिगत तवरको कृषि प्रसार सेवासँगको सम्पर्क र अन्य कृषकहरूसँगको अन्तरक्रिया बढेमा पनि बाली आवृत्तिमा वृद्धि हुने अध्ययनले देखाएको छ। यस अध्ययनले भू-खण्डीकरणलाई तात्कालिक रूपमा अवरोध नमाने पनि दीर्घकालीन समस्याको रूपमा देखाएको छ। कानूनी तथा नीतिगत संरचनाको अभाव र असुरक्षित करार सम्झौताले जग्गाधनी र मोही दुवैलाई कृषि कर्ममा लाग्न निरुत्साहित बनाएको पाइयो। साथै अस्थिर भूउपयोग नीति कृषियोग्य भूमिको दिगो प्रयोगको बाधक बनेको पाइयो। कृषिमा उत्पादन लागतको वृद्धि, बजार मूल्यको उतारचढाव, रासायनिक मलको अभाव जस्ता विषयहरू पनि भूमिको सघन प्रयोगको लागि चुनौती हुन् भन्ने यस अध्ययनले देखाउँछ। अन्ततः यस अध्ययनले स्थानीय सन्दर्भमा आधारित, कृषक केन्द्रित र कार्यान्वयनमा आउनसक्ने भूउपयोग नीतिको आवश्यकता औल्याउँछ, जसले भूमिको दिगो प्रयोग कायम गर्न सहयोग पुऱ्याउँछ।

Value Chain Analysis of Rice Seeds in Terai Belt of Nepal

Rajesh Sah (AEC-01P-2017), PhD 2026,
Department of Agricultural Economics and Agribusiness Management
(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Shiva Chandra Dhakal, PhD)

Rice is the main staple crop of Nepal and plays a vital role in ensuring the country's food security. Rice seeds are fundamental to grain production, as their quality directly affects germination, crop establishment, and overall yield potential. Quality seeds ensure uniform growth, resilience to stresses, and enhanced productivity, making them essential for sustainable and efficient rice farming. In the current context, the increased production of improved rice seed, along with the understanding of the marketing and seed value chain, is inevitable. Besides, the factors determining the adoption of recommended practices, revenue, rice seed value chain, and the decision to replace farm seeds with improved seed need to be identified. In this concern, this study collected primary data from 300 rice seed producers and 300 rice grain producers, selected randomly using a simple random sampling technique from the three major districts of the Terai belt with high rice seed production: Jhapa, Bardiya, and Chitwan districts of Nepal. A total of 100 rice grain producers and 100 rice seed producers were randomly selected from each district, which comprises a total of 600 samples for this study. Cobb-Douglas regression analysis was used to determine the status of resource use in rice grain and rice seed production. The binary form of regression, viz. probit model, was used to identify the determinants of the replacement of farm seeds. The determinants of revenue and adoption of recommended practices were assessed using the ordinary least squares estimation. The study found significant district-level variations in rice production economics, with Chitwan leading in gross revenue (NPR 172,278/ha); however, Bardiya had the highest BC ratio (1.73) in rice grain production. The study revealed that resources used in rice grain production were inefficient, which showed that seed and irrigation costs were excessively utilized and should be decreased by 129 percent and 218 percent, respectively. Conversely, the use of organic fertilizers, along with harvesting and post-harvest costs, should be increased by 97, 74, and 76 percent, respectively. Experience-based knowledge and environmental factors like land suitability are paramount for rice farmers, with economic considerations. In the case of rice seed, Chitwan consistently has higher costs across most cost categories, while Jhapa tends to have lower costs, indicating that factors such as local agricultural practices, labor availability, and input prices significantly influence the cost structure of rice seed production in these districts. The BC ratio of rice seed production was highest in Bardiya (2.15), followed by Chitwan (1.99), and Jhapa having the lowest BC ratio (1.97), showing BC ratios more than 1 in all districts, indicating strong profitability across districts. The range of BC ratio spanned from a minimum of 1.06 to a maximum of 2.79, indicating that all

farmers were experiencing positive returns. The Cobb-Douglas regression for rice seed production revealed that the costs of underused resources, organic manures, post-harvest operations, seeds, and chemical fertilizers should be raised by 387, 76, 75, and 74 percent, respectively. However, for optimum utilization, costs associated with harvesting and using micronutrients should be reduced by 104 percent and 10 percent, respectively. The study suggested adjustments in the level of resources and the significant determinants to enhance the production of rice grain and rice seed. The study also analyzed the determinants influencing the adoption of seed certification, top dressing of fertilizers, and recommended FYM dosage among rice seed growers, and the findings revealed that higher income positively affected seed certification adoption, while greater distance from agrovet centers had a negative impact. Participation in training significantly influenced the adoption of fertilizer top dressing, whereas access to extension services exhibited a significant negative effect on seed certification but a positive effect on the adoption of FYM. Additionally, the age of the household head and distance to market significantly influenced the adoption of FYM, highlighting key socioeconomic and institutional factors affecting farmers' decisions. Six different market actors participated in the production and marketing of rice seeds. The qualitative analysis of structure, conduct, and performance revealed that the rice seed value chain functioned within a competitive environment with minimal market concentration. The production cost of rice seed at the producer level was determined to be NPR 41 per kilogram, while the end-user price was NPR 85 per kilogram, indicating a significant price spread of NPR 44 per kilogram. The producer's share was found to be around 59 percent, which implied that the producer received more than half of the final retail price. The marketing efficiency using Shepherd's formula was found to be 5.67, implying the marketing system was relatively effective in adding value to the product, and marketing costs were also low, relatively to the final retail price. Agricultural institutions and organizations should focus on and prioritize the underused inputs through subsidies, training programs, and awareness. The significant socioeconomic determinants for the adoption of improved seeds and production through the adoption of recommended practices are suggested for enhanced production.

नेपालको प्रमुख खाद्यान्न बाली धानले राष्ट्रको खाद्य सुरक्षामा महत्वपूर्ण योगदान पुऱ्याएको छ । वर्तमान परिपेक्ष्यमा, उन्नत धानको बीउ उत्पादनमा वृद्धि र यसको बजार व्यवस्थापन तथा बीउ मूल्य श्रृंखला बुझ्न आवश्यक रहेको छ । साथै, सिफारिस गरिएका अभ्यासहरूको अपनत्व, आम्दानी, धान बीउ मूल्य श्रृंखला र फार्म बीउलाई उन्नत बीउबाट प्रतिस्थापन गर्ने निर्णयलाई निर्धारण गर्ने कारक तत्वहरू पहिचान गर्न आवश्यक छ । यस विषयमा, यस अध्ययनले नेपालका धेरै धान बीउ उत्पादन हुने तीन प्रमुख तराईका जिल्लाहरू भूपा, बर्दिया र चितवनबाट ३०० किसानका नमुना सङ्कलन गरिएको छ । प्रत्येक जिल्लाबाट १०० धान अन्न उत्पादक र १०० धान बीउ उत्पादक र यान्डम विधिबाट छनौट गरिएको थियो । धान अन्न उत्पादन र धान बीउ उत्पादनको स्रोत प्रयोग दक्षता निर्धारण गर्न कब-डग्लस उत्पादन मोडेल प्रयोग गरिएको थियो । बीउ प्रतिस्थापन दरलाई असर गर्ने कारक तत्वहरू निर्धारण

गर्न प्रोविट रिग्रेसन मोडेल प्रयोग गरिएको छ । सिफारिस गरिएका अभ्यासहरूको अपनत्व र धान बीउ विक्रीबाट हुने आम्दानी निर्धारक तत्वहरूको मूल्याङ्कन साधारण न्यून वर्ग अनुमान प्रयोग गरी गरिएको थियो । अध्ययनले धान अन्न र धान बीउ उत्पादनमा स्रोतहरूको प्रयोग प्रभावकारी रूपमा प्रयोग नभएको अध्ययनले देखाउँदछ । बर्दियामा हल गोरुले जमिन तयार गर्ने, रासायनिक मल, र बाली कटानीमा मजदुरको प्रयोग सबैभन्दा बढी रहेको छ भने भापामा जैविक मलको प्रयोग बढी भएको पाइयो । ट्याक्टर प्रयोग, बीउको मात्रा, र अन्य सामग्रीहरूमा देखिएको अन्तरले स्थानीय खेतीको अवस्था र स्रोत पहुँचमा भिन्नता देखाएको छ । सर्वेक्षण गरिएका ३ वटा जिल्लामा धान, पराल र भुस उत्पादन स्तरमा महत्वपूर्ण अन्तर रहेको पाइयो । भापामा अन्य जिल्लामा भन्दा बढी धान उत्पादकत्व प्रति हेक्टर (४९.४१ क्विन्टल) सहित अग्रता लिएको छ र बर्दियामा भुस (६.६५ क्विन्टल) उत्पादनमा अगाडि रहेको अध्ययनबाट पाइयो । चितवनमा धान उत्पादनबाट कुल आम्दानी प्रति हेक्टर नेरु १,७२,२७८ रहेको र नाफा प्रति हेक्टर ने.रु. ६४,५१० सहित अन्य जिल्लाको तुलनामा बढी रहेको पाइयो । बर्दियामा धान अन्न उत्पादनको लाभ लागत अनुमान (१.७३) बढी रहेको पाइयो, जसले तीनै जिल्लाहरूमा राम्रो धान अन्न उत्पादनबाट नाफा नै रहेको देखाउँदछ । खाद्य पर्याप्ततामा ५६ प्रतिशत कृषक परिवारहरूले १२ महिना वा सोभन्दा बढीका लागि खान पुग्ने रहेको पाइयो । भापामा खाद्यान्न उपलब्धता सबैभन्दा बढी पर्याप्तता (८५ प्रतिशत) देखियो भने बर्दियामा ७७ प्रतिशत र चितवनमा ६-९ महिनाको लागि मात्र ५३ प्रतिशत पर्याप्तता देखियो । अध्ययन क्षेत्रमा बीउ र सिँचाइको लागत बढी प्रयोग भएको छ, जसलाई क्रमशः १२९ र २१८ प्रतिशतले घटाउनु पर्ने आवश्यकता देखिएको छ । अर्कोतर्फ, जैविक मल, बाली कटानी लागत, र बाली उत्पादनोन्नत पछि लागत क्रमशः ९७, ७४, र ७६ प्रतिशतले बढाउनु पर्ने अध्ययनबाट देखिन्छ । धान उत्पादन गर्ने किसानहरूका लागि अनुभवमा आधारित ज्ञान र वातावरणीय कारकहरू, जस्तै भूमि उपयुक्तता अत्यन्त महत्वपूर्ण छन् सो पश्चात आर्थिक पक्षहरू रहेका छन् । धान बीउ उत्पादनका लागि आवश्यक सामग्रीमा ३ वटा जिल्लामा भिन्नता देखिएको छ । बर्दियामा हल गोरुले जमिन तयारी सबैभन्दा बढी (५.२५ दिन) प्रयोग गरिएको पाइयो भने भापामा ट्याक्टरको प्रयोग (६.५१ घण्टा) सबै भन्दा बढी रहेको पाइयो । भापामा सबैभन्दा धेरै जैविक मल (३०६८ किलोग्राम) प्रयोग गरिएको पाइयो भने बर्दियामा (१७९४ किलोग्राम) सबैभन्दा कम प्रयोग गरिएको पाइयो । चितवनमा सबैभन्दा धेरै रासायनिक मल (२६८ किलोग्राम) को र बाली कटानी (३२.६५ दिन) र समग्र धान बीउ उत्पादनका लागि आवश्यक जनश्रम (४४.४१ दिन) को आवश्यकता रहेको पाइयो । धानको बीउ उत्पादनमा चितवनको लागत धेरै उच्च रहेको पाइयो भने भापाको लागत तुलनात्मक रूपमा कम भएको पाइयो । यसले स्थानीय कृषि अभ्यास, श्रम उपलब्धता, र सामग्री मूल्यजस्ता कारकहरूले लागत संरचनामा महत्वपूर्ण प्रभाव पार्ने संकेत गरेको पाइयो । बर्दियामा लाभ लागत अनुपात बढी (२.१५) रहेको पाइयो र चितवनमा (१.९९) र सबैभन्दा कम भापा (१.९७) मा पाइयो । अध्ययन क्षेत्रमा लाभ लागत अनुपात न्यूनतम १.०६ देखि उच्चतम २.७९ सम्म पाइयो, जसले अधिकांश किसानहरूले सकारात्मक प्रतिफल प्राप्त गरे पनि उत्पादन सामग्रीको उपयोगमा भिन्नता रहेको पाइयो । कब-डग्लस रिग्रेसन मोडेलको नतिजा अनुसार धान बीउ उत्पादनका लागि जैविक मल, बाली उत्पादनोन्नत क्रियाकलाप, बीउ, र रासायनिक मलका लागत क्रमशः ३८७, ७६, ७५, र ७४ प्रतिशतले बढाउनु पर्ने अध्ययनले देखाएको छ । अर्कोतर्फ, बाली कटानी लागत र सुक्ष्मतत्त्वको प्रयोग लागतलाई क्रमशः १०४ र १० प्रतिशतले घटाउनु पर्ने पाइयो । अध्ययनले धान अन्न र धान बीउ उत्पादनमा स्रोतहरूको स्तर समायोजन र महत्वपूर्ण निर्धारकहरू पहिचान गरी उत्पादन सुधार गर्न सुझाव दिएको छ । अध्ययनले धान बीउ उत्पादकहरूबीच बीउ प्रमाणीकरण, मलको टप ड्रेसिङ र सिफारिस गरिएको प्राङ्गारिक मल मात्राको अपनत्वलाई प्रभाव पार्ने निर्धारक तत्वहरूलाई पनि विश्लेषण गरेको छ । अध्ययनले उच्च आम्दानीले बीउ प्रमाणीकरणको अपनत्वलाई सकारात्मक रूपमा प्रभाव पार्छ, र एगोभेट केन्द्रहरूबाटको बढी

दूरीले यसलाई नकारात्मक रूपमा असर गर्छ । तालिमले मलको टप ड्रेसिङ अपनत्वलाई प्रभाव पार्न महत्त्वपूर्ण भूमिका खेल्छ भने, विस्तार सेवाले बीउ प्रमाणीकरणमा नकारात्मक प्रभाव पार्ने तर गोठे मल अपनत्वमा सकारात्मक प्रभाव पार्ने देखिएको छ । साथै, घरमुलीको उमेर र बजार दूरीले प्राङ्गारिक मल अपनत्व गर्न महत्त्वपूर्ण रूपमा प्रभाव पार्ने देखिएको छ, जसले किसानहरूको निर्णयलाई प्रभावित गर्ने प्रमुख सामाजिक-आर्थिक तथा संस्थागत तत्वहरू उजागर गर्दछ । धान बीउको प्रति किलोग्राम उत्पादन लागत उत्पादक स्तरमा ने.रु. ४१ थियो मूल्य शृंखलाको अन्तिम पात्र बीउ प्रयोगकर्ता स्तरमा धान बीउको मूल्य ने.रु. ८५ थियो, जसले प्रति किलोग्राम मूल्य अन्तर ने.रु. ४४ रहेको देखायो । धान बीउ उत्पादकले प्राप्त गरेको मूल्यको हिस्सा करिब ५९ प्रतिशत रहेको र उत्पादकले अन्तिम खुद्रा मूल्यको आधाभन्दा बढी मूल्य प्राप्त गरेको देखायो । शेफर्डको सूत्रबाट गणना गरिएको बजार दक्षता ५.६७ पाइएको छ, जसले बजार प्रणाली तुलनात्मक रूपमा प्रभावकारी रहेको र बजारीकरण लागत कम रहेको संकेत गर्दछ । कृषि पेशामा आवद्ध समूह, सहकारी र संस्थाहरूलाई उत्पादन सामग्रीमा अनुदान, तालिम कार्यक्रम, र जनचेतना अभियान मार्फत प्राथमिकता दिन जरूरी देखिन्छ । उन्नत बीउको अपनत्व र सिफारिस गरिएका अभ्यासहरूको उत्पादनमा महत्त्वपूर्ण निर्धारकहरूको पहिचान गर्न थप अनुसन्धानको आवश्यकता देखिन्छ ।

Evaluation of Different Genotypes of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and Nutrient Management in Parwanipur, Nepal

Jeet Narayan Chaudhary (HRT-02P-2017), PhD 2026,

Department of Horticulture

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Arvind Srivastava, PhD)

Tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) is one of Nepal's most important winter vegetable crops in Parwanipur, Bara, Nepal, but its productivity is very low in our country. Therefore, studies were conducted to find out the high-yielding determinate tomato varieties with long shelf-life for storage and appropriate fertilizer combinations at the Directorate of Agricultural Research, Parwanipur, in two consecutive winter seasons of 2020/21 and 2021/22. The first experiment was laid out in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with 16 treatments and replicated thrice. Crop geometry was maintained at 75×60 cm² and recommended doses of fertilizers (RDF) and manures were applied at the rate of 200:150:120 kg N, P₂O₅, K₂O kg + 10 tons FYM ha⁻¹. The results showed significant variation in yield and yield attributing characters among the tested genotypes, and the genotype AVTO 1711 significantly produced the highest marketable fruits (58.08 t ha⁻¹), followed by AVTO 1717 (54.09 t ha⁻¹), AVTO 1288 (53.76 t ha⁻¹), and AVTO 1702 (52.56 t ha⁻¹), and also the highest benefit-cost ratio. Therefore, genotypes AVTO 1711, AVTO 1717, AVTO 1288, and AVTO 1702 were found suitable for higher production. The second experiment was implemented to study the effect of different sources of nitrogen (N) for sustainable tomato production, which was laid out in RCBD with two factorial arrangements of treatments in three replications. Factor A consisted of three genotypes (AVTO 1409, AVTO 1306, and check Pusa Ruby), and Factor B comprised of five combinations of N application (i.e., 4 applications of N 100 and 50% of the RDF through farm yard manure (FYM) and poultry manure (PM), and one control only RDF. The results observed a highly significant variation in genotypes and a combination of N application, but non-significant in their interaction effect. Genotype AVTO 1306 produced the highest marketable fruits (40.21 t ha⁻¹) followed by genotype AVTO 1409 (38.77 t ha⁻¹). Likewise, the combined application of 50 % N from PM and 50% N from RDF recorded the highest yield (39.36 t ha⁻¹), and the benefit: cost ratio (1.66:1) was incurred from combinations of genotype AVTO 1306 with the application of 50% N from PM and 50% N from RDF. The third experiment was implemented to evaluate the effect of the number of perforations in the plastic bags (MAP) on post-harvest losses of tomato fruits. The experiment was laid out in a Completely Randomized Design (CRD) with two factorial arrangements of treatments in three replications. Factor A comprised five levels of perforation (Open tray, no holes, 4 holes, 8 holes, and 16 holes), and Factor B consisted of 6 promising tomato genotypes, namely AVTO 1712, AVTO 1306, AVTO 1711, AVTO 1717, AVTO 1288, and AVTO 1702. The fruits were packed

in MAP in 50-micron LDPE and stored up to 21 days at room temperature, and observations were taken at 7, 14, and 21 days after storage (DAS). The results showed the highly significant differences in total physiological losses in weight (PLW %) among the genotypes at 7, 14, and 21 DAS, and the interaction effect was not significant. The minimum PLW was recorded in MAP with 16 holes (4.7, 14.8, and 35.3 %), followed by 8 holes (6.4, 17.4, and 38.3 %) at 7, 14, and 21 DAS, respectively, and the minimum PLW was obtained with genotype AVTO 1711. The highest score on freshness appearance (3.8 out of 5) was found in MAP with 8 and 16 holes. Hence, MAP with 16 and 8 holes and genotype AVTO 1711 performed significantly better in minimizing the PLW and retaining the freshness of tomato fruits.

गोलभेडा मध्य तराई क्षेत्रमा उत्पादन हुने नेपालको एक महत्वपूर्ण हिउँदे तरकारी बाली हो । तर यसको उत्पादकत्व हाम्रो देशमा निकै कम छ । तसर्थ, बढी उत्पादन दिने, लामो भण्डारण क्षमता भएका जातको छनौट र उपर्युक्त मात्रामा प्रांगारिक तथा रासायनिक मल संयोजन गरी धेरै उत्पादन दिने स्वयंसेन्चित टमाटरका प्रजातिहरूको जात पत्ता लगाउन कृषि अनुसन्धान निर्देशनालय, परवानीपुरमा सन २०२०/२१ र २०२१/२२ मा लगातार दुई वटा हिउँदे मौसममा विभिन्न अध्ययन अनुसन्धानहरू संचालन गरिएको थियो । पहिलो परीक्षण रेण्डोमाइज कम्प्लिट ब्लक डिजाइन (RCBD) मा तीन पटक दोहो-न्याएर संचालन गरिएको थियो । विरुवालाई ७५ × ६० से. मि. (सेन्टिमिटर) दुरीमा लगाईएको र सिफारिस मलको मात्रा २००:१५०:१२० क्रमशः ना. (नाईट्रोजन) : फ. (फसफोरस) : पो. (पोटास) के.जी. र गोठे मल १० टन प्रति हेक्टरको दरले प्रयोग गरिएको थियो । नतिजाहरूको विश्लेषण गर्दा जिनोटाईपहरू विचको उत्पादन र उत्पादन सम्बन्धि मापदण्डहरूमा वैज्ञानिक तवरले महत्वपूर्ण भिन्नता देखिएको थियो । बजार योग्य सबैभन्दा बढी उत्पादन (५८.०८ टन प्रति हेक्टर) र लाभ-लागत अनुपात (२.२८:१) एभिटीओ १७११ ले त्यस पछि एभिटीओ १७१७, एभिटीओ १२८८, र एभिटीओ १७०२ ले दिएको थियो । दोस्रो परीक्षण फैक्टोरियल रेण्डोमाइज कम्प्लिट ब्लक डिजाइन दुई कारक प्रकृतिको संयोजन गरी कारक ए मा ३ वटा जिनोटाईपहरू एभिटीओ १४०९, एभिटीओ १३०६ र सिफारिश जात पुसा रुवी थिए भने कारक बि मा नाईट्रोजन श्रोतको लागी प्राङ्गारिक मल कुखुरा मलबाट ५०% र १००% र गोठे मलबाट ५०% र १००% नाईट्रोजन गरेर ४ वटा र एउटा सिफारिश मलको मात्रा गरी जम्मा पाँच वटा लेवलहरूमा खाद्यतत्व दिई संचालन गरिएको थियो । नातिजाहरूको विश्लेषण गर्दा जिनोटाईपहरू र नाईट्रोजन स्रोतहरूको प्रतिक्रियाको प्रभावका कारणले धेरै महत्वपूर्ण भिन्नताहरू देखायो तर तिनीहरूको अन्तरक्रियामा त्यस्तो कुनै भिन्नता देखिएन । यसरी जिनोटाईप १३०६ र कुखुराको मलबाट ५०% नाईट्रोजन + रासायनिक मलबाट ५०% नाईट्रोजन दिदा सबैभन्दा बढी उत्पादन (३९.३६ टन प्रति हेक्टर र लाभ-लागत अनुपात (१.६६ :१) देखिएको थियो । तेस्रो परीक्षण टमाटर फलको उत्पादन उप्रान्त नोक्सनी कम गर्नको लागी विभिन्न छिद्रित भएको, नभएको प्लाष्टिक थैला ५० माइक्रों (LDPE) र खुला वातावरणमा टमाटरको फल राखी दुई फैक्टोरियल कम्प्लिट ब्लक डिजाइनमा तीन पटक दो-न्याएर संचालन गरिएको थियो । फ्याक्टर ए मा पाँच स्तरहरू जुन खुला वातावरणमा ट्रे मा, प्वाल नभएको, ४, ८ र १६ वटा प्वालहरू भएको प्लाष्टिक थैलामा राखिएको थियो र फ्याक्टर बि मा टमाटरको छ वटा राम्रो जिनोटाईपहरू (एभिटीओ १७१२, एभिटीओ १३०६, एभिटीओ १७११, एभिटीओ १७१७, एभिटीओ १२८८ र एभिटीओ १७०२) छनौट गरी स्तरहरू समावेश गरेको थियो । फललाई २१ दिनसम्म कोठाको तापक्रममा राखी अवलोकन तथ्यांक साप्ताहिक अन्तरालमा लिइएको थियो । नतिजाहरूको आधारमा, कुल फलको फिजिओलोजिकल तौल ह्रास (%) मा फललाई ७, १४ र २१ दिन सम्म भण्डारण गर्दा फलको प्लाष्टिक थैला र जिनोटाईपहरूमा अत्यधिक महत्वपूर्ण भिन्नता

देखायो तर ति दुई वटा कारकहरूको विचमा अन्तरक्रिया प्रभाव पाईएन । फलको तौलमा सबैभन्दा कम हास १६ वटा प्वालहरू भएको प्लाष्टिक थैला (४.७, १४.८ र ३५.३ %) त्यसपछि ८ वटा प्वालहरू (६.४, १७.४ र ३८.३ %) मा. र जिनोटाईपहरू को सन्दर्भमा सबैभन्दा कम हास एभिटीओ १७११ (४.१, १२.८ र ३०.० %) मा क्रमशः फललाई ७, १४ र २१ दिन सम्म भण्डारण गरेपछिमा रेकर्ड गरिएको थियो । त्यस्तैगरी फलको ताजापनमा ७ दिन सम्म भण्डारण गर्दा कुनै किसिमको भिन्नता देखिएन तर १४ दिन सम्मको भण्डारणमा प्लाष्टिक थैलामा भिन्नता देखियो, तर जिनोटाईपहरू तथा तिनको अन्तरक्रिया प्रभावमा कुनै किसिमको भिन्नता देखिएन । २१ दिन सम्म भण्डारण गर्दा फलको ताजापनमा, प्लाष्टिक थैला र जिनोटाईपहरूमा अत्यधिक महत्वपूर्ण भिन्नता देखियो तर अन्तरक्रिया प्रभाव खासै पाईएन । १६ वटा प्वालहरू भएको प्लाष्टिक थैलामा भण्डारण गरिएको फलमा सबैभन्दा बढी ताजापन र जिनोटाईपहरू एभिटीओ १७११ (५ मध्ये ३.२) र त्यस पछि ८ प्वालहरू भएकोमा रेकर्ड गरियो । नतिजाको आधारमा १६ र ८ प्वालहरू भएको प्लाष्टिक थैलामा प्याकेजिंग गरी राखेको फल र जिनोटाईपहरू एभिटीओ १७११ मा फलको उत्पादन उप्रान्त सबैभन्दा कम नोक्सनी र सबैभन्दा बढी ताजापनमा उल्लेखनिय रूपमा राम्रो देखियो ।

Evaluation and Selection of Maize Hybrids Targeted for Western Hills of Nepal

Bhim Nath Adhikari (PLB-01P-2017), PhD 2026

Department of Genetics and Plant Breeding

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Surya Kant Ghimire, PhD)

Maize cultivation area and productivity of western Nepal are lower than those of eastern Nepal, and climatic challenges such as low rainfall, late onset, and early withdrawal of monsoon demand early to intermediate stable maize hybrids to enhance maize productivity. This study aims to identify stable, high-yielding, early-maturing single-cross maize hybrids suitable for summer planting in the mid-hill of western Nepal. Ninety-three single-cross hybrids were assessed along with seven checks in the experimental field of the National Maize Research Program, Chitwan; Directorate of Agriculture Research, Surkhet; and Directorate of Agriculture Research, Doti during the summer season of 2019. A subset of 17 hybrids with grain yield greater than Rampur Hybrid-10, anthesis silking interval of ≤ 3.0 days, and disease score ≤ 2.5 was selected from 2019 experiments. Those selected hybrids, along with three checks, were further evaluated across the National Maize Research Program, Chitwan; Directorate of Agriculture Research, Surkhet; the Horticulture Research Station, Dailekh; Ginger Research Program, Salyan; and the Directorate of Agriculture Research, Doti in the summer season of 2020. The field experiment was laid-out in an α -lattice design with three replicates in each location. A total of 25 inbred lines that produced 17 selected hybrids from 2019 were characterized using 20 simple sequence repeat markers to assess genetic diversity. Significant variation was observed in genotype, environment, and genotype by environment interactions for all measured agro-morphological, yield, and yield contributing traits under all locations in 2019. Positive correlation observed with grain yield for major traits such as days to anthesis (0.40**), plant height (0.53**), thousand kernel weight (0.20*), number of grain rows ear⁻¹ (0.23*), ear diameter (0.37**), and negative correlation observed for anthesis silking interval (-0.63**). A total of 54 alleles were detected for 25 inbreds from the 15 polymorphic markers, with 0.64 mean polymorphic information content, showing the presence of genotypic diversity. Molecular diversity of inbred lines and yield performance of hybrids showed that 15 selected hybrids were developed from genetically diverse parental lines. RML-97-1/RML-98, RML-145/RML-98, RML-11-1/RL-298, RL-180/RL-105, and RML-97-2/RL-105 were observed to have high-yielding and stable hybrids based on AMMI stability index. The better-performing hybrids could be verified through on-farm testing before commercial release to enhance maize productivity in the western mid-hills of Nepal for summer planting.

मकैको क्षेत्रफल र उत्पादकत्व पुर्वि नेपालको तुलनामा पश्चिममा कम रहेको छ । आकाशे पानीको भरमा खेती हुने, कम पानी पर्ने र वर्षात ढिलो गरि शुरु हुने असिंचित क्षेत्रमा मकैको उत्पादन वृद्धि गर्न छिटो पाक्ने वर्णशंकर जातहरूको उपलब्धता आवश्यक छ । नेपालको पश्चिमी मध्य पहाडी भूभागको लागि वर्षे मौसममा लगाउन उपयुक्त हुने, उत्पादन वढि दिने, छिटो पाक्ने वर्णशंकर मकैका जातहरूको पहिचान गर्नको लागि यो परिक्षण गरिएको थियो । सन २०१९ को वर्षे मौसममा राष्ट्रिय मकैवाली अनुसन्धान कार्यक्रम, चितवन, प्रादेशिक कृषि अनुसन्धान निर्देशानालय, सुर्खेत र प्रादेशिक कृषि अनुसन्धान निर्देशानालय, डोटीमा परिक्षणहरू संचालन गरिएको थियो । त्यसै गरि सन २०२० को वर्षे मौसममा उल्लेखित स्थानका अतिरिक्त बागवानी अनुसन्धान केन्द्र, दैलेख र अदुवावाली अनुसन्धान कार्यक्रम, सल्यानमा पनि परिक्षण संचालन गरिएको थियो । सन् २०१९ मा सातवटा नियन्त्रणजातहरू सहित १०० अनुजातहरू र सन् २०२० मा तिनवटा नियन्त्रणजातहरू सहित पहिलो वर्षको परिक्षणबाट छानिएका १७ अनुजातहरूलाई अल्फाल्याटिस डिजाइनमा प्रति स्थान तिनवटा प्रतिकृति बनाई परिक्षण गरिएको थियो । पहिलो वर्षको परिक्षणबाट छानिएका १७ वर्णशंकर अनुजातहरूका जम्मा २५ इनब्रीड लाइनहरूलाई २० वटा एसएसआर मार्करबाट अनुवांशिक विविधता मापन गरिएको थियो । प्राप्त आँकडाहरूलाई विश्लेषण गर्दा अनुजातहरू, परिक्षण गरिएको वातावरण, र अनुजात तथा वातावरण विच मकैको उत्पादन एवं उत्पादनमा योगदान गर्ने गुणहरूमा उल्लेख्य भिन्नता पाइयो । मकै उत्पादन र उत्पादनमा प्रभाव पार्ने गुणहरू विचमा सह-सम्बन्धको अध्ययन गर्दा भालेफूल फूल लाग्ने दिन (०.४०**), बोटको उचाई (०.५३**), हजार दानाको तौल (०.२०**), दानाको हार संख्या (०.२३**), घोगाको परिधि (०.३७**) जस्ता गुणहरू र उत्पादन विच सकारात्मक समन्वय देखियो, यसर्थ जातहरू बिकाश गर्दा उल्लेखित गुणहरूको आधारमा छनौट गर्दा उत्पादन बढाउन सकिने देखियो । भाले र पोथी फूलफूले दिनको अन्तर र उत्पादन विच नकारात्मक समन्वय (-०.६३**) पाइयो जसबाट भाले पोथी फूलफूले दिनको अन्तर कमहुँदा प्रर्याप्त परागसेचन भई उत्पादन वढिहुने देखियो । अणु सम्बन्धि अध्ययन गर्दा २० वटा एसएसआर मार्कर मध्ये १५ वाट बहुरूपी देखिए जसमा कुल ५४ एलिल र औषत पिआईसी ०.६४ रहयो जसबाट २० वटा इन्ब्रीडहरूमा प्रर्याप्त वंशाणुगत विविधता रहेको देखियो । अनुवांशिक आकडाको विश्लेषण मार्फत इन्ब्रीडहरूलाई समूहकृत गर्दा ५ ओटा समूह बन्यो । पहिलो वर्षबाट छानिएका १७ ओटा वर्णशंकर अनुजातहरू मध्ये १५ ओटा अनुजातहरूका वावुआमा फरक-फरक समूहमा रहेकाले फरक पृष्ठभूमिका वावुआमाबाट बनेका वर्णशंकर जातहरूबाट वढि उत्पादन आउने तथ्यलाई पुष्टि गरेको देखियो । एमी स्थिरता अनुक्रमणिका अनुसार परिक्षण गरिएका वर्णशंकर जातहरू मध्ये आरयमयल-९७-२/आरयमयल-९८, आरयमयल-१४५/आरयमयल-९८, आरयमयल-११-१/आरयल-२९८, आरयल-१८०/आरयल-१०५ र आरयमयल-९७-२/आरयल-१०५ को उत्पादन वढि र उत्पादनमा स्थिरता देखिएकोले यी अनुजातहरू पश्चिमी मध्य पहाडमा वर्षे सिजनका लागि उपयुक्त हुने पाइयो । तसर्थ यस अध्ययनबाट उपयुक्त देखिएका वर्णशंकर अनुजातहरूलाई कृषकको खेतवारीमा परिक्षण गरि ब्यवसायिक खेतीको लागि सिफारिश गर्नुपर्ने देखिन्छ ।

Genetic Diversity and Variation in Seed Protein and Oil Content among Nepalese and Exotic Soyabean [*Glycine max* (L.) Merrill] Genotypes

Netra Hari Ghimire (PLB-03P-2017), PhD 2026,

Department of Genetic and Plant Breeding

(Chairperson of the Advisory Committee: Krishna Hari Dhakal, PhD)

Nepal is rich in soybean diversity, but many local germplasms remain under-characterized, especially for nutritional quality and molecular traits. This study was conducted to explore the phenotypic and genotypic diversity, genotype \times environment interactions pattern, and analysis of protein and oil content of soybean genotypes. A total of 150 soybean genotypes collected from different sources were used for the field study at Dasharathpur, Surkhet; Rampur, Chitwan; and Khumaltar, Lalitpur using alpha lattice design with three replications in two consecutive summer seasons of 2019 and 2020. Field data were recorded for days to flowering and maturity, plant height, number of primary branches per plant, number of nodes per plant, number of pods per plant, seed yield, total biomass, harvest index, and hundred seed weight. Protein and oil content of 144 soybean genotypes were analyzed, while 141 genotypes were used for a genotypic study using 30 SSR markers. High variation was observed for seed coat colour, hilum colour, leaf shape and size, flower colour, flowering and maturity, plant height, seed yield, and yield attributing parameters at the phenotypic level. Hierarchical clustering and principal coordinate analysis confirmed the genetic variation and relationships among the studied genotypes, grouping them into five clusters. A total of 124 alleles with an average polymorphic information content value of 0.79, and six rare alleles were identified. Sathiya and Baglung Seto were identified as ideal genotypes for protein (43.43%) and oil contents (15.02%), respectively. All recorded traits in the AMMI analysis of variance showed significant differences for genotype, environment, and genotype \times environment interaction. The results showed that the top five high-yielding genotypes were 200525 (Rampur) (2075 kg/ha), NGRC06833 (2074 kg/ha), NGRC06835 (2041 kg/ha), and TGX1987-62F (1988 kg/ha). These genotypes were also identified as ideal in the GGE biplot and ranked superior based on AMMI environmental score across locations for seed yield. The top five high yielding and adapted genotypes were GC8234GC-13, 200525(Rampur), NGRC06835, NGRC06833, and Kavre for Surkhet; NGRC06833, TGX1987-62F, TGX1989-19F, NGRC07368, and LS-77-16-16 for Khumaltar; NGRC02675, NGRC06833, 200525(Rampur), NGRC06835, and TGX1987-62F for Rampur. Overall, the observed phenotypic and genotypic variability among soybean genotypes, particularly seed yield, protein, and oil content, highlights their potential for selecting both location-specific and broadly adapted genotypes, and for identifying suitable donor parents for future breeding programs.

नेपालमा भटमासको जातिय विविधता उच्च भएतापनि स्थानीय जातहरूको उत्पादन, पोषणस्तर र मोलिकुलर विशेषताहरूको प्रयाप्त अध्ययन हुन अभैवाँकी रहेको छ। भटमासको उत्पादनका बाह्य चरित्रहरू र आनुवंशिक विविधता अध्ययन गर्ने, अनुजात र वातावरण बीचको अन्तर सम्बन्ध पत्ता लगाउने, प्रोटीन र तेलको मात्रा विश्लेषण गर्ने मुख्य उद्देश्य राखी यो अध्ययन परिक्षण संचालन गरिएको थियो। विभिन्न स्रोतहरूबाट संकलन गरिएका कुल १५० भटमासका अनुजातहरूलाई दशरथपुर, सुर्खेत, रामपुर, चितवन र खुमलटार ललितपुरमा २०१९ र २०२० को वर्षे सिजनमा अल्फाल्याटिस डिजाइनमा तिन पटक दोहोऱ्याई परिक्षण गरिएको थियो। फुल फुल्ने दिन, पाक्ने अवधि, विरुवाको उचाई, प्रति विरुवा प्राथमिक हागाँहरूको सङ्ख्या, प्रति विरुवा आँख्लाको सङ्ख्या, प्रति विरुवा कोशाको सङ्ख्या, दानाको उत्पादन, सय दानाको वजन, कुल बायोमास र फसल सूचकाङ्क जस्ता गुण विशेषताहरू मापन गरिएका थिए। एक सय चवालिस अनुजातहरूमा प्रोटीन र तेलको मात्रा विश्लेषण गरियो भने १४१ अनुजातहरूमा ३० बटा एसएसआर (SSR) मार्कर प्रयोग गरी आनुवंशिक अध्ययन गरिएको थियो। क्लस्टरिङ्ग र प्रमुख समन्वय विश्लेषणले आनुवंशिक भिन्नताको लागी अध्ययन गरिएको परिग्रहणहरू बीचको सम्बन्धको उपस्थितिलाई पनि समर्थन गर्यो। एसएसआर मार्करहरूबाट देखिएका १२४ एलीलहरू, ८९.११% बहुरूपता, र ०.७९५ को औसत पीआईसी मानले अनुजातहरूमा प्रयाप्त आनुवंशिक विविधताको रहेको पाईयो। पाँचवटा मार्करहरूबाट ६ दुर्लभ एलीलहरू पहिचान गरियो। सठिया (४३.४३%) प्रोटीनको लागी र बागलुंग सेतो (१५.०२%) कच्चा तेलको लागी आदर्श अनुजात पाईयो। AMMI वाट विश्लेषण गर्दा रेकर्ड गरिएका विशेषताहरू अनुजातीय, वातावरणीय तथा अनुजात र वातावरण बीचको अन्तर सम्बन्धमा पृथकता देखियो। उत्पादनको आधारमा अनुजातहरू 200525(रामपुर) (२०७५ के.जी./हे.), NGRC06833 (२०४७ के.जी./हे.), NGRC06835 (२०४१ के.जी./हे.), र TGX1987-62F (१९८८ के.जी./हे.) क्रमशः उत्कृष्ट पाइएका थिए। उल्लेखित अनुजातहरू GGE बाइप्लटमा आदर्श अनुजातका रूपमा देखियो साथै AMMI वातावरणीय स्कोरका आधारमा परिक्षण गरिएका स्थानहरूमा पनि स्थिर उत्पादन दिने पाईयो। उच्च उत्पादन र अनुकुलन भएका शीर्ष पाँच अनुजातहरू सुर्खेतका लागी GC8234GC-13, 200525(रामपुर), NGRC06835, NGRC06833 र काभ्रे थिए भने खुमलटारका लागी NGRC06833, TGX1987-62F, TGX1989-19F, NGRC07368 र LS-77-16-16 थिए। त्यस्तै रामपुरका लागी NGRC02675, NGRC06833, 200525 (रामपुर), NGRC06835 र TGX1987-62F रहेका थिए। समग्रमा भटमासका अनुजातहरूमा देखिएको प्रोटीन र तेल सहित उल्लेखित बाह्य चरित्रहरू र आनुवंशिक बीच देखिएको भिन्नता, अनुजात र वातावरण विचको अन्तर सम्बन्धले स्थान विशेष र समग्र अनुकुलित अनुजातहरू छनोट गर्न सकियो र भविष्यमा जातीय सुधार कार्यक्रमका लागी उत्कृष्ट देखिएका पैतृक लाईनहरूलाई प्रयोग गर्न सकिने देखिन्छ।

Diversity, $G \times E$ Interaction, Grain Quality and Blast Resistance of Fine and Aromatic Rice in Nepal

Dev Nidhi Tiwari (PLB-02P-2017), PhD 2026,

Department of Genetic and Plant Breeding

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Madhav Prasad Pandey, PhD)

Rice is a principal food crop contributing significantly to the national economy and is important for the livelihood, food, and nutritional security in Nepal. Aromatic rice is one of the premium rice types that has a high market price and increasing demand throughout the globe. Despite the huge importance, limited research has been done in fine and aromatic rice landraces of Nepal and few aromatic rice varieties have been released. The present study was performed to investigate the phenotypic and genotypic diversity, evaluate blast resistance, analyze $G \times E$ interaction and performance stability, and to assess the grain quality of Nepalese fine and aromatic rice landraces. Multi-location field experiments (Hardinath, Tarahara, and Khajura) and blast screening (Hardinath, Tarahara, Lumle, Khumaltar, and Khajura) were performed for two consecutive years (2020-2021) in the locations mentioned above. Analysis of variance on 150 fine and aromatic rice landraces revealed significant ($p < 0.05$) variation for all the traits. Balamsari Dhan produced the highest grain yield (6.2 t/ha), followed by Rango (5.35 t/ha) and Sabitri (5.2 t/ha). The KOH-based aroma test identified 18 strongly aromatic, 25 moderately and 107 non-aromatic landraces. The screening for leaf blast resistance revealed that the area under disease progressive curve (AUDPC) ranged from 7.0 to 1034.9 with 55, 67, 24, 2, and 4 landraces characterized as resistant, moderately resistant, moderately susceptible, susceptible, and highly susceptible, respectively. The SSR-based diversity analysis using 44 markers produced 37 polymorphic markers on the subset of 139 landraces revealed an average polymorphic information content (PIC) of 0.48, and it varies from 0.01 to 0.74. The Principal Coordinate Analysis (PCoA) constituted three distinct groups of landraces. These PCoA groups comprised the landraces obtained from all three geographical regions of the country. Genetic study on the sub-set of 30 aromatic landraces revealed that high heritability values were estimated for the studied traits (0.76-0.98), where the highest value was for heading and maturity days. The maturity days ($r = -0.56$, $r = -0.43$), plant height ($r = -0.78$, $r = -0.66$), and panicle length ($r = -0.58$, $r = -0.44$) exhibited highly significant negative genetic and phenotypic correlation with grain yield, respectively. The AMMI analysis showed significant genotypes and $G \times E$ interaction effects for grain yield. According to AMMI, GGE biplots, and superiority measure (Pi), landraces Balamsari Dhan, Tilki, Gouriya, Damari Dhan, Hiupuri, and Kalo Basmati were identified as high-yielding and stable. Grain quality assessment of the aromatic landraces ($n=30$)

revealed that the amylose content of Sunaulo Sugandha (25.6%) and Hiupuri (27.1%) was higher compared to the check varieties (14.3-18.2%). Furthermore, the correlation analysis revealed a positive and highly significant correlation between amylose content and length-breadth ratio ($r = 0.59$) as well as milling recovery and head rice recovery ($r=0.69$). The study demonstrated the diversity of Nepalese fine and aromatic rice landraces and identified high-yielding, blast-resistant, and superior grain quality aromatic landraces. The findings are useful for aromatic rice improvement in Nepal and the identified landraces: Balamsari Dhan, Hiupuri, Damari, Kalo Basmati, Karia Kamod, Hansraj Dhan, Nimoi, Kalo Dhan, Sotharcha Dhan, Kanakjira Dhan, and Gouriya, producing higher yield, resistant to leaf blast disease, and strong aroma can be utilized for the varietal development purposes.

धान नेपालको राष्ट्रिय अर्थतन्त्रमा ठूलो योगदान दिने प्रमुख खाद्यान्नवाली हो र यो जनताको जीविकोपार्जन, खाद्य तथा पोषण सुरक्षाको लागी महत्वपूर्ण मानिन्छ। मूल्यवान धानका विभिन्न प्रकार मध्ये बास्मती धान एक हो जसको बजार मूल्य र माग संसारभरि उच्च रहेको छ। धेरै महत्व हुँदापनि नेपालमा मसिना र बास्मती धानका भूमिजातहरूका कमै अनुसन्धान भएकोले थोरैमात्र बास्मती धानका जात उन्मोचन भएका छन्। वर्तमान अध्ययन फेनोटाईपिक र जीनोटाईपिक विविधताको अनुमान गर्न, मरुवा रोग सहनसक्ने क्षमताको मूल्याङ्कन गर्न, जातिय-वातावरणीय अन्तरक्रिया र उत्पादन क्षमता स्थिरताको विश्लेषण गर्न, र नेपालका मसिना र बास्मती धानका भूमिजातहरूको अन्नको गुणस्तर पत्ता लगाउन शुरु गरिएको थियो। बहु-स्थलीय खेतवारी परीक्षण (हर्दिनाथ, तरहरा र खजुरा) र मरुवा रोग प्रतिरोधी छनौट परीक्षण (हर्दिनाथ, लुम्ले, खजुरा र खुमलटार) मा लगातार दुई वर्ष (२०२०-२०२१) सम्म गरिएको थियो। एकसय पचास मसिना र बास्मती धानका भूमिजातहरूको भिन्नता (ANOVA) को विश्लेषणले सबै अध्ययन गरिएका विशेषताहरूको लागि महत्वपूर्ण ($p < 0.05$) देखायो। बलामसरी धानले सबैभन्दा बढी अन्न उत्पादन (६.२ टन/हेक्टर) गरेको छ, त्यसपछि राज्जे (५.३५ टन/हेक्टर) र सावित्रीले ५.२ टन/हेक्टर अन्न उत्पादन गरेको छ। पोटासियम हाईड्रोअक्साईड (KOH) आधारित सुगन्ध परीक्षणले भूमिजातहरूको छनौटबाट १८ अति सुगन्धित, २५ मध्यम र १०७ गैर-सुगन्धित चामल पहिचान गर्‍यो। पात मरुवा प्रतिरोधको लागी गरिएको छनौटले AUDPC मान ७.० देखि १०३४.९ सम्म रहेको देखाउछ, जसमा ५५, ६७, २४, २ र ४ भूमिजातहरू क्रमशः प्रतिरोधी, मध्यम प्रतिरोधी, मध्यम रूपमा संवेदनशील, अतिसंवेदनशील र उच्च संवेदनशील रूपमा चित्रण गरिएको छ। आनुवांशिक विविधता विश्लेषणमा चौवालिस एसएसआर मार्करमध्ये ३७ वटा पोलिमर्फिक देखिए भने, एक सय उनन्वालीस भूमिजात सम्मिलित सबसेटमा गरिएको आनुवांशिक विश्लेषणमा पीआईसि मान ०.०१ देखि ०.७४ को विचमा र औसतमा ०.४८ मान रहेको थियो। प्रमुख ध्रुविय विश्लेषण (PCoA) अध्ययनले भूमिजातको तीनवटा छुट्टै समूह तयार गर्‍यो। ती प्रमुख ध्रुविय विश्लेषण (PCoA) समूह अन्तर्गत सबै भौगोलिक क्षेत्रको भूमिजातको संलग्नता देखियो। तीसवटा बास्मती भूमिजातहरूको सबसेटमा गरिएको आनुवांशिक अध्ययनले सबै विशेषताको उच्च पैत्रिक सनें गुण (०.७६-०.९८) देखिएको छ जहाँ बाला निस्कने र पाक्ने दिन दुवैको लागि उच्चतममान प्राप्त गरिएको थियो। पाक्ने दिन, बोटको उचाई र बालाको लम्बाईको अन्न उत्पादनसंग अत्यधिक महत्वपूर्ण र नकारात्मक जीनोटाईपिक र फेनोटाईपिक अन्तरसम्बन्ध देखियो। अमी विश्लेषण गर्दा अन्न उत्पादनका दृष्टिले महत्वपूर्ण जीनोटाईप र जीनोटाईप

र वातावरण अन्तरक्रिया प्रभावहरू संकेत गरेको छ। अमी १, अमी २, जीजीई बाईप्लट र श्रेष्ठता मापन (Pi) को आधारमा बलामसरीधान, तिल्की, दमारीधान, कालो बास्मती, गौरिया र ह्युपुरी लाई धेरै उत्पादन दिने र स्थिर जातको रूपमा पहिचान गरियो। बास्मती भूमिजातको अनाजको गुणस्तर मूल्याङ्कनले सुनौलो सुगन्धा (२५.६%) र हिउपुरी (२७.१%) मा एमाईलोजको मात्रा चेक प्रजातिको तुलनामा (१४.३-१८.२%) बढी रहेको देखाएको छ। यसका अतिरिक्त, सहसम्बन्ध विश्लेषणले एमाईलोज मात्रा र लम्बाई चौडाई अनुपात (आर=०.५९) र चामल पर्ने र निखलो चामल पर्ने (आर=०.६९) बीचको सकारात्मक र अत्यधिक महत्वपूर्ण सम्बन्ध प्रकट गर्‍यो। यस अध्ययनले नेपाली मसिना र बास्मती धानका भूमिजातहरूको विविधता देखाउँछ र उच्च उत्पादन दिने, मरुवा प्रतिरोधी र उच्च गुणस्तरको अनाजको बास्मती भूमिजातहरू पहिचान गरेको छ। यी निष्कर्षहरू नेपालमा बास्मती धानको सुधारका लागि उपयोगी छन्। बलामसरी, हिउपुरी, दमारीधान, हँसराज धान, निमोई, कालो बास्मती, करिया कमोद, सोथार्चा, कनकजीरा र गौरिया जस्ता पहिचान गरिएका भूमिजातहरू धेरै उत्पादन दिने, रोग प्रतिरोधी र बढी वास्नादार गुण भएकोले नयाँ प्रजाति विकासका लागि उपयोग गर्न सकिन्छ।

Sustainability of Double Rice Cropping System in Western Terai, Nepal

Puspa Raj Dulal (AGR-03P-2020), PhD 2026

Department of Agronomy

(Chairperson of the Advisory Committee: Prof. Santosh Marahatta, PhD)

The rice-rice cropping system is unsustainable due to a short turnaround period between two rice crops, which deteriorates soil quality and results in lower yields of main-season rice. Field experiments were conducted in farmers' fields at Sunwal, Nawalparasi, during 2021 and 2022 to discover the appropriate techniques of raising healthy rice seedlings in late winter for early spring transplanting; to identify the cold-tolerant rice genotypes; to determine the appropriate transplanting dates and proper varieties to establish an optimal window period, and to improve the soil quality. The first experiment evaluated eight different nursery structures. The second experiment examined the seven different seed priming techniques and a control with dry seeds. The third experiment was conducted in a split-split plot design, with four planting dates in the main plots, two nursery-raising structures in the subplots, and rice genotypes in the sub-subplots. The fourth experiment was executed in split plot design with dates of transplanting as main plots and varieties as subplots for both the main season and the spring season. The fifth experiment was executed in a strip-split plot design, and treatment consisted of with/without green manuring in vertical plots, with/without residue retention in horizontal plots, and four real-time nitrogen (N) management practices in subplots. The data of morning and afternoon soil and ambient temperatures, and relative humidity of nursery beds, seedling germination and growth, crop growth, phenology, yield and yield attributes, soil physical and chemical properties, economics, and N use were collected and analysed. The research results revealed that seed germination and seedling growth were better for plastic tunnel beds, plastic-covered beds, and mat beds, whereas the use of pre-germinated seeds and ascorbate priming significantly lowered the time for germination, produced more seedling population per square meter, and produced longer and robust seedlings. The genotypes SARBTi, IR 17L 1571, and IR 15L 1008 showed cold tolerance, attributed to their higher germination index, taller seedlings, and significantly greater seedling biomass compared to commercial check varieties Chaite-5 and Hardinath-1. In the spring season, Hardinath Hybrid-1, when planted during the month of March, produced a better yield, whereas for the main season, Hardinath Hybrid-1 yielded better for all dates of transplanting, followed by Ram Dhan, but Sabitri produced a significantly higher yield when planted early in July. Phenological studies identified mid-March during spring and early-July for main-season transplanting to create a sufficient window period and also mitigate terminal heat and cold stresses. Hardinath Hybrid-1 and Ram Dhan exhibited superior climate resilience and yield stability across planting dates. Results also revealed that integrating green

manure and crop residue retention significantly enhanced soil properties, vegetative growth, and system productivity. Among N management strategies, the Nutrient Expert (NE) model-based N maximized system yield, whereas Soil and Plant Analysis Development (SPAD)-based N management demonstrated superior N use efficiency, reducing N input by approximately 58%, while maintaining yield stability. The system was profitable with a significantly higher benefit-cost ratio for Leaf Color Chart (LCC) and recommended dose of fertilizers based on N application in 2021, and for NE-based N application for 2022. LCC and SPAD-based nitrogen had significantly higher nitrogen use efficiency. Thus, modified nursery structures, appropriate seed priming, and cold-tolerant genotypes enable early transplanting, creating a window for green manuring and residue retention for main season rice, which, together with NE-based N management, improves productivity, profitability, and soil physicochemical properties of the rice-rice

धान-धान खेती प्रणालीमा वसन्ते धानको कटानी पछि तुरुन्तै वर्षे धान रोप्नु पर्ने अवस्थाको कारण माटोको गुणस्तरमा ह्रास आउँदा खेति प्रणालीकै उत्पादकत्वमा ह्रास आएको छ। उपयुक्त समयमा वसन्ते धान खेति गर्नका लागि चिसो मौसममा स्वस्थ धानका बेर्ना हुर्काउने प्रविधिहरू पत्ता लगाउन, चिसो सहने धानका जातहरू पहिचान गर्न, उपयुक्त रोप्ने मिति र जातहरू यकिन गर्न तथा धान-धान प्रणालीमा माटोको उर्वराशक्ति सुधार गर्न सन् २०२१ र २०२२ मा नवलपरासीको सुनवलमा विभिन्न अनुसन्धानहरू सञ्चालन गरिएका थिए। पहिलो अनुसन्धानमा आठ विभिन्न नर्सरी संरचनाहरू समावेश थिए। दोस्रोमा सात विभिन्न वीड उपचार विधिहरू र सुख्खा वीडको एक नियन्त्रण विधि समावेश गरिएको थियो। तेस्रो अनुसन्धान स्प्लिट-स्प्लिट प्लट डिजाइनमा गरिएको थियो जसमा मुख्य प्लटमा विभिन्न चार वीड छर्ने मितिहरू, सब-प्लटमा दुई नर्सरी संरचनाहरू र सब-सब-प्लटमा धानका प्रजातिहरू राखिएको थियो। चौथो अनुसन्धान स्प्लिट प्लट डिजाइनमा मुख्य प्लटमा रोप्ने मितिहरू र सब-प्लटमा मुख्य र वसन्ते दुवै सिजनका जातहरू राखेर गरिएको थियो। पाँचौं अनुसन्धान भने स्ट्रिप-स्प्लिट प्लट डिजाइनमा गरिएको थियो जसमा ठाडो प्लटमा हरियो मलको प्रयोग गर्ने/नगर्ने, तेर्सो प्लटमा वाली अवशेष राख्ने/नराख्ने र सब-प्लटमा चार प्रकारका नाइट्रोजन व्यवस्थापन विधिहरू समावेश गरिएका थिए। नर्सरी ब्याडको बिहान र दिउँसोको माटो र बाहिरी वातावरणको तापक्रम, सापेक्षिक आर्द्रता, बेर्नाको उमार र वृद्धि, धानको वृद्धि र विकास, वाली उत्पादन र उत्पादनका सूचकहरू, माटोको भौतिक र रासायनिक गुणहरू, नाइट्रोजन प्रयोगका साथै आर्थिक विश्लेषण सम्बन्धी तथ्याङ्कहरू सङ्कलन गरि विश्लेषण गरिएको थियो। अनुसन्धानको नतिजाले प्लास्टिक टनेलले छोपिएका ब्याड, प्लास्टिकले छोपेका ब्याड र म्याट बेडहरूमा वीडको उमार र बेर्नाको वृद्धि तथा हुर्कने अवस्था राम्रो देखायो। अर्कोतर्फ, पहिले नै टुसाएका वीड र एस्कर्वेट उपचार गरिएका वीडको प्रयोगले उम्रन लाग्ने समय उल्लेख्य रूपमा घटेको पाइयो प्रति वर्ग मिटर बढी बेर्ना संख्या र अग्ला तथा बलिया बेर्नाहरू पनि सोहि विधिहरूबाट हुने पाइयो। SARBTi, IR 17L 1481, IR 17L1571, र IR 15L 1008 जातहरूले चिसो सहने क्षमता देखाए, जसले चेक जातहरू चैते-५ र हर्दिनाथ-१ को तुलनामा राम्रा बेर्नाहरू उत्पादन भएका थिए। वसन्ते धान लाई मार्च महिनामा रोप्दा हर्दिनाथ हाइब्रिड-१ ले राम्रो उत्पादन दियो भने वर्षे सिजनको लागि सबै रोप्ने मितिहरूमा हर्दिनाथ हाइब्रिड-१ ले राम्रो वृद्धि र उत्पादन दियो र त्यसपछि राम धानको उत्पादन राम्रो थियो तर असारमा नै रोपेको खण्डमा सावित्री धानको उत्पादन राम्रो देखियो। वसन्ते र वर्षे मौसमको धानका लागि क्रमशः मध्य-मार्च र जुलाईको पहिलो हप्ता उपयुक्त रोपाईँ समयका रूपमा पहिचान गरियो जसबाट वसन्ते धान पछि एक खाली समय पश्चात वर्षे धान लगाउन सक्ने अवस्था रह्यो। हर्दिनाथ हाइब्रिड-१ र राम धान जातहरूले विभिन्न

रोपाई मितिहरूमा स्थिर उत्पादन क्षमता प्रदर्शन गरेको पाइयो । हरियो मल र बाली अवशेषको संयुक्त प्रयोगले माटोका भौतिक-रासायनिक गुण तथा समग्र प्रणालीको उत्पादनशीलतामा उल्लेखनीय सुधार ल्यायो । नाइट्रोजन व्यवस्थापन रणनीतिहरूमध्ये, न्यूट्रिएन्ट एक्सपर्ट मोडेलको आधारमा नाइट्रोजन प्रयोग गर्दा सबैभन्दा बढि धान उत्पादन भयो । यद्यपि, स्प्याड (SPAD) मा आधारित नाइट्रोजन व्यवस्थापनबाट उत्पादनमा कुनै कमी नआउने गरी करिब ५८% नाइट्रोजन जोगाउन सकिने निष्कर्ष निकालियो । हरियो मलको प्रयोग गर्दा धान-धान प्रणालीको उत्पादकत्व राम्रो भएको पाइयो । सन् २०२१ मा लिफ कलर चार्ट र सिफारिस मलदरमा आधारित नाइट्रोजन प्रयोगबाट र सन् २०२२ मा न्यूट्रिएन्ट एक्सपर्ट मोडेलमा आधारित नाइट्रोजन प्रयोगबाट यो बाली प्रणाली नाफामूलक देखियो । एल.सि.सि. र स्प्याड मा आधारित नाइट्रोजन प्रयोगमा नाइट्रोजन उपयोग उल्लेख्य रूपमा उच्च भएको पाइयो । तसर्थ, नर्सरी संरचनामा सुधार, उपयुक्त बीउ उपचार प्रविधिको छनोट, र चिसो सहनशील जातहरूको प्रयोगले वसन्त धानको रोपाईं छिटो सम्भव हुन्छ जसले हरियो मल र धानको अवशेष व्यवस्थापनका लागि आवश्यक समय उपलब्ध गराउनुका साथै न्यूट्रिएन्ट एक्सपर्ट मोडेल, एल.सी.सी. तथा स्प्याड जस्ता स्थान विशेष मलखाद व्यवस्थापन विधिहरूको सहायताले नाइट्रोजन व्यवस्थापन गर्दा धान-धान प्रणालीको उत्पादनशीलता, नाफा, र माटोको गुणस्तर सुधार हुन्छ ।



AGRICULTURE AND FORESTRY UNIVERSITY

Directorate of Postgraduate Program

Rampur, Chitwan, Nepal

Phone : +977-56-591514

Website : www.afu.edu.np