

バングラデシュ国

バングラデシュ国
小規模農家の収入向上及びポストハー
ベストロス抑制のためのサツマイモ生
産・加工品販売ビジネス調査
(SDGs ビジネス)

最終報告書

令和3年1月

(2021年1月)

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

丸久株式会社

民連
JR
21-001

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

— 目 次 —

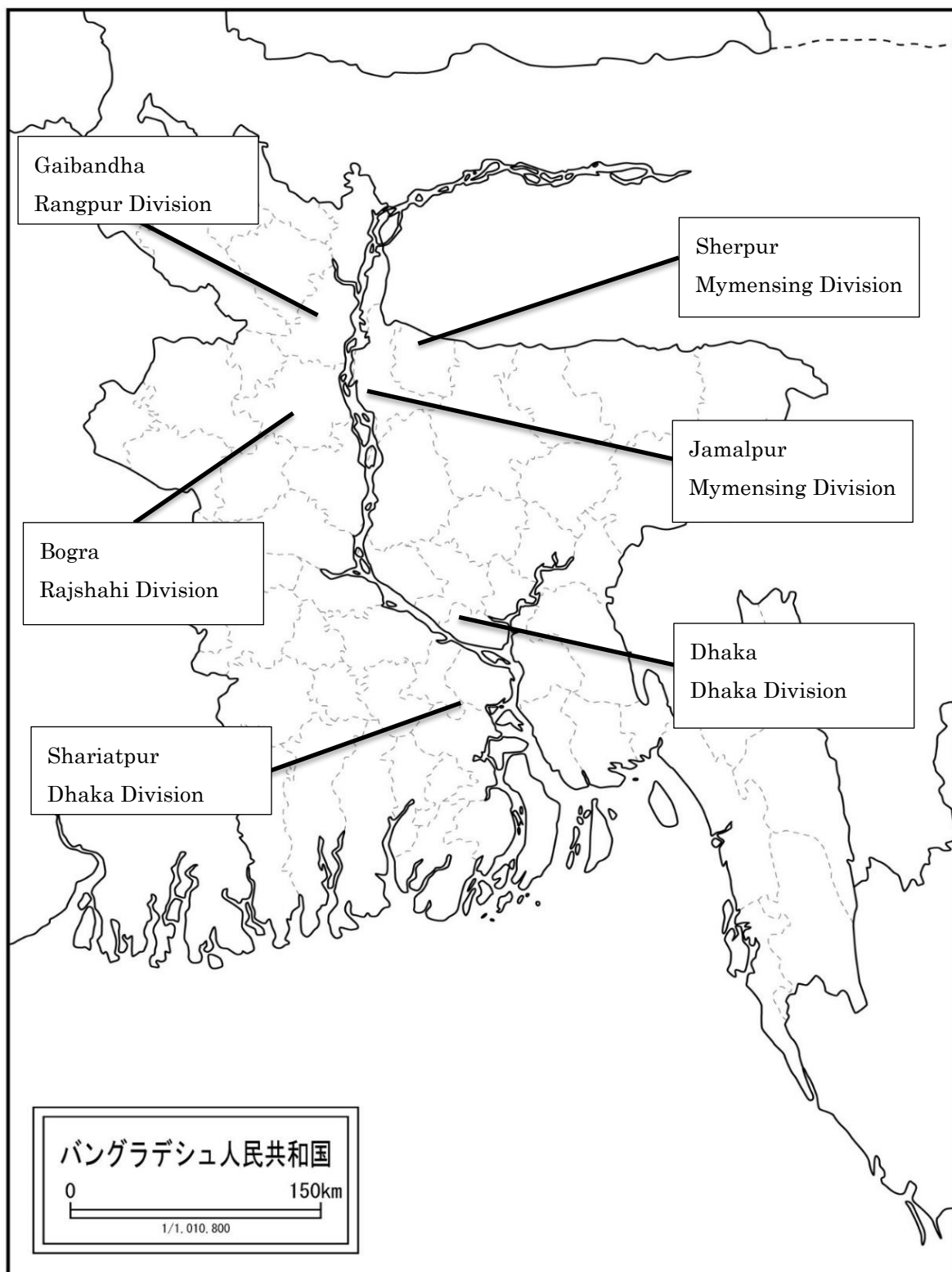
巻頭写真.....	4
当該地図.....	5
図表リスト.....	5
略語表.....	7
要約.....	8
案件概要.....	17
第1章 エグゼクティブサマリ	18
1－1．調査の概要及びSDGs/開発課題との整合性.....	18
1) 調査の全体像.....	18
2) 調査の背景.....	19
3) 調査の目的.....	20
4) ビジネスモデル概要.....	20
5) SDGs/開発課題との整合性.....	21
1－2．調査方法.....	23
1) 調査計画全体.....	23
2) 調査期間.....	23
3) 調査地域.....	24
4) 調査体制と役割.....	26
1－3．検証結果.....	27
1) 査項目・調査内容及び進捗状況.....	27
2) 調査結果.....	31
3) 事業化可否.....	34
4) 事業化可否の判断根拠・検証結果.....	34
5) 事業化を目指すビジネスモデル.....	35
6) 残課題と今後の対応策.....	35
7) 事業化までの計画.....	36
第2章 調査結果詳細	37
2－1．マクロ環境調査.....	37
1) 政治・経済状況.....	37

2) 経済	38
3) 貿易	39
4) 海外直接投資 (FDI)	40
5) 法制度、規制	41
6) インフラ、関連設備等の整備状況	43
7) サツマイモの日本国内及びアジア市場の状況	44
2-2. SDGs/開発課題に関する調査	46
1) 事業対象地域における SDGs 達成への課題/開発課題の状況	46
2) 事業を通じた SDGs への貢献/開発効果の発現シナリオ	46
3) SDGs への貢献/開発効果の発現に向けた指標とその目標値	47
2-3. バリューチェーン調査	48
1) 調達に係る調査結果	48
2) 製造に係る調査結果	49
3) 流通に係る調査結果	52
4) 販売・マーケティングに係る調査結果	52
2-4. 事業計画の策定	55
1) 事業化を目指すビジネスモデル	55
2) 採算性確保までの見通し (売上、コスト、利益)	56
3) 要員計画、人材育成計画	57
4) 資金調達計画	57
5) 事業化までのスケジュール	57
2-5. JICA 事業との連携可能性	58
1) 連携を想定する JICA 事業と連携内容	58
2) 連携の必要性、連携により期待される効果	58

巻頭写真

	
<p>日本人専門家による増殖技術指導 2019年9月</p>	<p>ベースライン調査 2018年9月</p>
	
<p>栽培地での農家ミーティング 2019年11月</p>	<p>SAUでの栽培実験 2019年2月</p>
	
<p>当社の指導を受けた農家の圃場 2019年12月</p>	<p>バ国初の無菌培養苗の作成に成功 2019年2月</p>
	
<p>高系14号の収穫を喜ぶ農家 2019年3月</p>	<p>現地食品工場での加工指導 2019年9月</p>

当該地図



出典：【白地図専門店】 <http://www.freemap.jp/>

図表リスト

図 1	調査実施体制の役割、担当業務、実施内容	21
図 2	第一期栽培地	24
図 3	第二期栽培地	25
図 4	調査体制図	26
図 5	品種別サツマイモ比較	32
図 6	ビジネスモデル図	35
図 7	事業化までのロードマップ	36
図 8	事業化をめざすバリューチェーンマップ	55
表 1	連携、協力機関・団体一覧	26
表 2	SAU の栽培実験による品種適合調査（単位：ton/ha）	32
表 3	生産量及び収入比較	33
表 4	期別五か年計画成長推移	38
表 5	2010-2020 年 GDP 成長推移	38
表 6	2006-2018 年 セクター別成長推移	39
表 7	2015-2019 年 FDI 純受入額推移（単位百万米ドル）	40
表 8	主要経済指標	41
表 9	日本国内甘藷栽培状況推移	45
表 10	冷凍甘藷輸入統計推移	45
表 11	5 か年収支計画	56

略語表

略語	英語名称	日本語名称
AL	Awami League	アワミ連盟
BAPA	Bangladesh Agro-Processors Association	バングラデシュ農産加工品協会
BB	Bangladesh Bank	バングラデシュ銀行
BBS	Bangladesh Bureau of Statistics	バングラデシュ統計局
BIDA	Bangladesh Investment Development Authority	バングラデシュ投資開発庁
BNP	Bangladesh Nationalist Party	バングラデシュ民族主義党
BSMRAU	Bangabandhu Sheikh Mujibur Rahman Agricultural University	ボンゴボンドウ農業大学
CCP	Critical Control Point	重要管理点
DAE	Department of Agricultural Extension	農業省農業普及局
EPZ	Export Processing Zone	輸出加工区
FDI	Foreign Direct Investment	外国直接投資
FSSC	The Foundation for Food Safety Certification	食品安全認証財団
GAP	Good Agricultural Practice	農業生産工程管理
GDP	Gross Domestic Production	国内総生産
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Point	危険要因分析に基づく必須管理点
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
JAS	Japanese Agricultural Standard	日本農林規格
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JGAP	Japan Good Agricultural Practice	JGAP (ジェイ・ギャップ)
JICA	Japan International Cooperation	独立行政法人 国際協力機構
LDC	Least Developed Country	後発開発途上国
MoF	Ministry of Finance	財務省
NBR	National Board of Revenue	国家歳入庁
NGO	non-governmental organizations	非政府組織
OJT	On-The-Job Training	OJT (現任訓練)
SAU	Sher-e-Bangla Agricultural University	シェレバングラ農科大学
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SQF	Safe Quality Food	SQF (食品安全管理規格)
SRDI	Soil Resource Development Institute	土壌資源開発研究所

要約

第1章 エグゼクティブサマリ

1-1. 調査の概要及びSDGs/開発課題との整合性

◇調査背景

人口の約5割が農業に従事するバ国において、その人口の3分の1を占める絶対的貧困層のほとんどが小規模農家である。同国の持続的、包括的な発展のためには、農業セクターの成長、とくに小規模農家のスキルアップとそれに伴う収入向上が不可欠である。また、不適切な農薬や化学肥料の使用による環境負荷、30%~40%に上ると言われる「ポストハーベストロス」は大きな課題であり、ロスを削減するためには、適切な栽培と保管、物流環境そして無駄にしない加工技術が必要である。そのうえで、消費者にとって安全安心な食糧の提供を行うべく、同国の伝統的な野菜であると同時に徳島県の特産品でもあり、栄養価が高く、育成方法が比較的容易かつ市場性のあるサツマイモの生産及び加工品の販売を通じて、バ国農業分野の支援を行うこととした。

◇調査の目的

徳島県の藤原農園と連携し、細微技術の向上による生産量・収入の向上をサツマイモ加工品のバリューチェーン開発による持続的なビジネス経営とポストハーベストロスに向けて以下の目標を掲げた。

1. バ国の土壤にあった栽培方法を確立したガイドラインが作成される。
2. 栽培・土壤改良術を移転し、サツマイモの栽培と収量倍増を達成する。
3. トレーサビリティが整備され、生産物の安心安全を基礎とした品質維持が図られる。
4. パイロット事業外の農家からも新技術習得の要望が出る。
5. サツマイモ加工品の使用試験を行い、品質が同等であることを確認してもらう。
6. サツマイモ残滓を使用したコンポストを作り、契約農家を中心に使用することで、資源循環型農業モデルを形成する。

◇ビジネスモデル概要

生産から加工・販売までのバリューチェーンを構築し、ポストハーベストロスを減少させることで、廃棄物排出量の削減に貢献するビジネスモデルの構築をはかる。

1. 技術指導及び種イモ（苗）、農薬、肥料を提供し、履歴を管理する。
2. 栽培実験データを基に普及局から農家への技術普及を行う。
3. 栽培されたサツマイモは買取り、適切に保管される。
4. 廃棄物はコンポストへと回し、土壌に戻すといった循環環境を形成する。
5. 市場に合わせた製品の開発と販売を行う。

◇SDGs/開発課題との整合性

本事業では、小規模農家に対し、高付加価値のあるサツマイモの栽培技術の指導により収量の増加を図り、ゴール②「生産の向上につながるレジリエントな農業実践、土壌の質の漸進的改良」、また「小規模食糧生産者の農業生産性及び所得を倍増」し、さらに、日本の廃棄物削減技術の移転、ならびにサツマイモの加工技術の移転により、ゴール⑫「再利用による廃棄物排出量の削減」の達成を目標としている。

1-2. 調査方法

◇調査項目、調査内容、調査結果

1. 市場環境調査

(1) 国内市場概況（市場規模、市場特性、ニーズ、競合他社、）、(2) 物流網・農村インフラ、(3) 海外市場についての調査を聞き取り調査により実施した。

2. 現地の投資・ビジネス環境調査

(1) 提案事業に関連する経済・社会情勢の状況、(2) 投資関連法規、許認可、優遇措置、投資コスト、(3) 産業・環境規制、(4) 現地パートナー、協力機関について、現地での聞き取り、現地企業との協議、文献調査によって明らかにした。

3. バリューチェーン構築に係る調査 1

(1) 既存のバリューチェーン調査、(2) 原材料（農産物）の集荷・保管管理に関する調査、(3) 加工に係る調査、(4) 流通に係る調査、(5) マーケティング・販売に係る調査を栽培地、現地食品工場、現地冷蔵倉庫、卸業者、小売販売店を中心に聞き取り調査を実施した。

4. バリューチェーン構築に係る調査 2 栽培技術移転：生産・管理体制の構築に係る調査

(1) 適合技術、(2) 生産に関する基準、(3) 出荷に関する基準、(4) 集荷・支払システムについて前半はSAUによる実験栽培、後半は物流、小売店を中心に聞き取り調査を実施した。

5. 事業が創出する開発効果/SDGs 貢献への効果検討

(1) 貢献を目指すゴールに関するビジネス対象国・地域の概況、(2) 開発効果指標設定と開発効果発現までのシナリオ設定、(3) ベースライン等調査の実施、(4) 開発効果の検証を政府、NGOからの聞き取り、BSMRUによる現地調査、パイロット栽培を通じて検証した。

6. パイロット事業の実施

(1) パイロット計画の策定、(2) パイロット事業実施、(3) ビジネスモデルの構築を 5 県五か所にて 107 軒の農家の協力を得て、ガイドラインを作成することで、実施した。

7. 事業計画案の策定

(1) 技術移転計画、(2) 資機材調達計画、(3) 契約農家計画、(4) 財務計画、(5) 要員計画・人材育成計画、(6) 事業リスク調査、(7) 事業実施スケジュール策定について上記調査結果を基に作成した。

8. JICA との連携可能性の検討

(1) JICA との連携について、B-JET など他のプロジェクト機関との連携などを視野に入れて協議を行った。

◇調査結果

農家のサツマイモ収量は、ボグラ、ジャマルプールを中心に高い収量を確保し、収量の多い農家の平均は約 19 トン/ヘクタールであった。シーズンを重ねるごとに耕作面積、収量、収入は増加している。多くの農家が、買い取られない規格外のサツマイモについては自己消費をしており、食用や家畜の餌にしているため、ポストハーベストロスが生産段階ではゼロであることが確認された。しかし冷蔵施設に保管する段階ではカビの発生により腐食する場合が見られ、現在も引き続き最適な温度や湿度の設定を試行錯誤しているところであるが、日本でも保管時のカビや腐植の発生が 23%ほど発現していることを考慮すると、10%前後は妥当である。引き続き調査を行う。

また人材育成については、SAU において施肥や土壌、またマルチの種類等について栽培実験を行い、バングラデシュにおける最適な栽培条件を探りつつ、担当教官やその学生らには当社方式によるサツマイモ栽培方法を主に OJT により伝えてきた。さらに、4 名のフィールド・スーパーバイザーがパイロット事業地を常時巡回し、調査を行うとともに、専門家の指導も受け着実に経験を積んできた。

SAU で実施した栽培実験では、4 種類のサツマイモのうち高系種の収穫量が一番高く、次いで現地の BARI-12 種であった。当社の有機肥料も生産量に正の影響があることが証明され、中でも高系種との組み合わせにおいて、適合度合いが最も高かった。このほかウィルスフリー苗実験では、4 種類すべてで苗木を作ることができ、中でもその後の成長度合いが最も高かったのが高系種、次いで BARI12 種であったことか、高系種がバングラデシュには最も適合することが確認された。

●生産量・収入

まず、契約農家数が開始時と比較して 3 倍以上、耕作面積も 6 倍以上に広がり、これに比例して今年度は生産量も 6 倍以上となった。加えて来期に向けて、現在までに 158 軒の農家と契約をしており、さらに生産量は増える見込みである。また、契約農家の収入は、開始時は 1 軒あたり平均 20,710.9 タカであったのに対し、今年度は平均 59,353.5 タカとなり、3 倍近くになった。

●ポストハーベストロス

買い取られなかったサツマイモについては、食用、家畜の餌にしており、農家が生産した段階でのポストハーベストロスは、ほぼ発生して無い。買い取ったサツマイモについては、熟成のため冷蔵施設で保存しているが精密な温度と湿度の管理が必要であり、この時点でのロスはおおよそ 10%となっている。

◇事業化可否

早期に事業化できると考えているが、COVID-19 の影響により、食品市場全体が停滞傾向にあることから、予定されていたビジネスが仕切り直しになるなど、予期せぬ事由により事業化の判断

が難しい状況にある。したがって事業を継続しつつ検討を進めていきたい。

◇事業化可否の判断根拠・検証結果

収穫量は、初年度 53 トンから 315 トンとなり、契約農家は 24 軒から 83 軒、耕作地は 4ha から 23ha へと拡大したことから、地域の関心と拡大のポテンシャルが確認され、さらに保管設備についてもナラヤンガンジの冷蔵施設を確保し、加工工場も投資と長期契約について交渉中であり、環境は整ってきているが、COVIT-19の影響など突発的な現象に対し脆弱性が垣間見えており、対策を構築中である。

◇事業化を目指すビジネスモデル

丸久が、技術と日本種のサツマイモを農家に提供し、収穫したものを買い上げ、バングラデシュ国内で焼き芋などに加工し、アジア圏への輸出及び販売を目指している。

◇残課題と今後の対応策

項目	残課題	対応策	対応時期
調達	自社生産体制の確立（継続）、機械化のための資金調達	引き続き、社内外で資金調達の可能性を探る。	来年度定植前まで
製造	IGL00 社の生産拡大 他工場との契約	COVID-19 の状況を見ながら継続協議を行う。	可能な限り早期
流通	ノボカーゴのとの協議	同上	同上
販売・マーケティング	日本国内販売及び近隣諸国への輸出	COVID-19 の状況を見ながら、販売先とのコンタクトを継続する。	同上

第2章 調査結果詳細

2-1. マクロ環境調査

◇政治・経済状況

● 政治・政策

バングラデシュは、1991年に20年に渡る軍事政権から平和裏に民主化に移行し、憲法改正により議院内閣制を導入。以降、5年ごとに総選挙が実施されている。2009年に誕生したハシナ・アワミ連盟政権（AL）は、独立50周年にあたる2021年までに中所得国になることを目標とする「ビジョン2021」政策をかかげ経済成長戦略を導入し、2014年以降10年間政権を担っている。国内情勢は比較的安定しているが、与野党間にしこりが残っている。

● 経済

バングラデシュの経済は、過去10年間のGDP経済成長率が毎年6%を超える安定した成長を遂げており、2018-19年度（2018年7月-2019年6月）は、8.15%と高い経済成長率を達成した。2019-20年度は、年度の後半に新型コロナウイルスによる世界的な経済混乱の影響で5.24%であったが、マイナス成長を記録する国も多い中、比較的高水準の経済成長を遂げるに至った。

● 貿易

バングラデシュ輸出振興庁によると2018-19年度の輸出による収入は405億米ドルで、2017-18年度と比較すると11%増加したが、2019-20年度の輸出による収入は感染症の影響を受け337億米ドルと前年度より約17%減少した。既製品の輸出額で世界第2位であるバングラデシュの輸出は、既製品及びその関連産業が輸出額の8割以上を占めている。その他の主な輸出品目は、食物性繊維、靴・履物、水産品等で、主な輸出先は米国（17.32%）、ドイツ（15.14%）、英国（10.26%）がトップ3を占めた。

● 海外直接投資（FDI）

1億6,000万の人口を擁するバングラデシュに進出する企業数は、過去10年間で約4倍に増加し、ダッカ日本商工会の会員数は100社を超えるなど日本企業の進出も年々進んでいる¹。2018-19年度の外国直接投資（FDI）の純受入額は、38.9億ドルで、前年度の25.8億米ドルと比較すると約50%の増加となり、過去5年間で最大であった。

2018-19年度におけるバングラデシュ経済は、経済成長の3本柱である輸出、海外労働者送金、農業セクターのうち、前述のように輸出及び海外労働者送金は対前年度比増加した。しかし、輸出品の約8割を衣類品が占めており、海外労働者の海外送金への依存も高い構造的な脆弱性に加えて、天然ガスの枯渇によるエネルギーを中心とした輸入の増加が見込まれるため、今後の持続的な経済成長のためには、産業の多角化や財政構造の改革が課題であると言われている。また、FDIの更なる促進のためには、各種手続きの簡素化・迅速化、電力・道路等の基礎インフ

¹ ジェトロ・ダッカによると2020年までにバングラデシュに進出した日本企業は315社とのこと。

ラの整備などビジネス環境の改善への取り組みも重要である。なお、農産品加工の輸出に取り組む本業務は、必要とされる産業・輸出品の多角化に貢献するものである。

●法制度、規制

会社の設立は、会社法（1994年）により規定され、株式有限責任会社、保証有限責任会社、無限責任会社の3種類の形態が認められている。手続きの流れとしては、商業登記所で会社設立承認証、バングラデシュ投資開発庁（BIDA）への登録、地方自治体での営業許可証の取得、国家歳入庁（NBR）での課税識別番号の取得、中央銀行への申請となる。また、国内販売を行う場合は、NBRでの付加価値税の業者登録が別途必要。なお、支店や駐在員事務所の設立申請窓口は、BIDAとなる。

●インセンティブ

本業務に関連する投資上のインセンティブとしては、以下が対象となる可能性がある。

1. 製造業に対する減税措置：製造業に対する減税措置のうち、2019年7月～2024年6月までに、市外（Outside of City Corporation）で製造を開始した工場に付与される、製造開始後の10年間20%のタックス・リベート。
2. BEZA内に設立した企業を対象とした減税〔S.R.O. No. 226-law/Income Tax/2015 および S.R.O. No. 228-law/Income、2015年7月8日発行〕。
3. 輸出志向型産業・輸出関連産業への優遇措置。

2019年7月の第一回現地調査時に、DAEで本業務の説明を行い、関連する許認可について相談したが、規制の対象となるビジネス活動ではないとの回答を得た。また、バ国政府は農作物輸出奨励のためにインセンティブとして輸出還付金制度を設定しているため、2019年9月の現地調査時に、サツマイモ加工品のインセンティブについてBAPAで聞き取りを行ったところ、同加工品については輸出インセンティブの対象ではないことが明らかになった。

バ国は、世界銀行の事業環境ランキング2020年では190カ国中168位と前年の176位から8位ほどランキングが向上したが、依然として南アジアの中でも最も低いランキングであり、ビジネス環境が整備されているとは言い難い。建設許可取得には281日を要するとされており、加工工場の設立を検討する際には注意が必要である。また、食品工場については衛生管理基準等、各種規制の適応が想定させるため、今後引き続き調査を行う予定である。

●インフラ、関連設備等の整備状況

【栽培について】

サツマイモの栽培は可能であるが、収量及び質（サイズ、形状）の向上のためには何らかの改善が必要となる。ターニングポイントとなり得るのは、日本と同じように機械化であると考えているが、バ国では各作業に適した機械が存在せず、もしくは存在はするが使用方法メンテナンスがわからないため、放置され、老朽化し、機械化が生産改革のインパクトとならずに生産力を低下させている。

バ国政府の統計でも、今後農業人口の減少はすでに試算されており、2040年には全体の40%まで下落するであろうとの見込みがなされている。農業の機械化は優先課題として、稲作を中心に田植え機、コンバイン、ハーベスターに対して政府から50%の補助金が出されている。この施策は好評であるとメディアは紹介しているが、現状では個人で保有するには金額が高く、農村部ではまだそれほど多く見かけることはない。

【工場設備について】

電気に関しては工業用電力を引き込む際に、許可が下りたとしても、供給がされるかどうかの問題がある。バ国政府としては発電所の増産計画を遂行してはいるものの、いまだ停電が起こることも多く、ジェネレーターによる自家発電に頼らざるを得ない現状がある。

上水道については、地下水をポンプアップ後浄水した上で使用している。地下水脈に関しては、60m～120m程度のボーリングを行えば、ヒ素を含まず、食品用に使用出来る水質の水が確保できる事が確認されている。また、排水については、処理を施して排水する工場は大手企業以外では実施されておらず、川や沼などに処理せずに排水しているところもある。環境悪化もあり、今後規制が厳格化することが見込まれ、自社工場内の排水処理施設にて処理し、排水することが必須となる。

燃料となるガスについては、バ国内で現在産出されているものの枯渇も懸念されており、LNGへと転換を進めている。また、ガス配管の設備が全国には行き届いておらず、ジェネレーターなど、長期大量に使用される事は禁止している。したがって、ガスを熱源とする方がコスト安に上がり、製造を拡大できるのではあるが、新規に工場に導入することは難しく、ディーゼルを使用することになるため、コスト高になっている工場が多い。

●サツマイモの日本国内及びアジア市場の状況

日本国内においてのサツマイモ消費動向については、平成23年以降ほぼ横ばいの状況であるが、生産状況は全体的に縮小傾向にある。サツマイモの輸入量は令和元年に乾燥と冷凍のもので17千トンが輸入されている。

冷凍サツマイモを例に挙げると平成27年以降、ベトナムからの輸入が最も伸びており、輸入金額は10億円を超える。また、日本からの輸出国としては、香港、シンガポール、タイ、台湾に輸出されている。

2-2. SDGs/開発課題に関する調査

◇事業対象地域におけるSDGs達成への課題/開発課題の状況

パイロット地域の契約農家は、試行錯誤しながら当社方式の栽培方法を受け入れ、徐々に生産量、それに伴い収入も向上し、持続可能な農業の実現が見え始めている。しかしながら、長年の慣習による栽培方法を変えること、また栽培に対する意識を変えていくことは一朝一夕では達成することが難しく、今後も時間をかけながら粘り強く目標を達成していく必要がある（ゴール②）。また、「つくる側の責任」であるポストハーベストロスの削減については、生産時点でのロスほぼゼロであるが、冷蔵施設において10%程度のロスが生じている。（ゴール⑫）。

2-3. バリューチェーン調査

◇調達に係る調査結果

現地で栽培されたサツマイモは、サイズは 100g 前後と小さいが糖度を示す Brix 値は、ボグラ産 9%、ガイバンダ産 11%、シェルプール産 11%と日本産 9%と比べても違いはなく、加熱実験は日本産 33%に対し同様の 33%であった。食品工場での試作の際には、目標値 34.0%に対し 38.7%と非常に良い結果であった。そのことから、バングラデシュで収穫されたものでも、想定している加工製品の製造に問題がないことが証明された。

◇製造に係る調査結果

バ国内の食品工場では、食品安全に係る認証を取得していたとしても衛生基準に則った運営管理が厳格に実施されておらず、従業員の作業時の服装、手洗いや作業場の構造、清掃状態は非衛生的で防腐剤などを使用することで細菌の繁殖を防いでいる状況であった。ソフト面についても CCP（重要管理項目）の帳票類を記入している工場は少ない。輸出を進めていくには、食品安全に係る HACCP、FSSC、SQF などの世界認証が必要不可欠だが、基礎的な食品安全の教育を末端の作業員まで植え付ける必要がある。

◇流通に係る調査結果

流通は、主流はトラックによる陸送であるが、慢性的な渋滞、各橋での検問により、遅れが生じるケースが多々あり、遅延を加味した流通スケジュールが必要となる。川を利用した河川舟運も存在はあるが、船が老朽化しており、沈没の可能性が否めないことから陸送が一般的である。

◇販売・マーケティングに係る調査結果

ダッカ市内のスーパーマーケット調査では、品揃えはほぼ同じで、デリカ商品（即食製品）が非常に少ない。揚げ物（サモサ、シンガラ、フライドチキン）もしくは焼きそばが販売されているが、種類は少なく、デリカによる店舗間の差別化はされていない。

生サツマイモ販売については、現地品種のものが 45tk から 105tk までで、平均は約 80tk。平均のサイズは 100-150g 程度で小さなサイズが多い。最近は大きなものが好まれる傾向にある。

2-4. 事業計画の策定

◇事業化を目指すビジネスモデル

丸久では事業化を目指し、すでに現地に Naruto Japan という会社を現地に設立している。Naruto Japan は各地域の農家との直接契約を行い、栽培技術と GAP に準じた栽培の指導及び資材の提供を行うことで、収穫量の拡大と安全性を高めた栽培を目指す。また収穫された生産物は Naruto Japan が買い取り、国内外への加工工場、市場への販売を行う。各工場で製造された商品は丸久が購入し、日本国内もしくはアジア各国へと輸出、販売を行うビジネスモデルに取り組んでいる。

2-5. JICA 事業との連携可能性

◇連携を想定する JICA 事業と連携内容

●「日本市場向けバングラデシュ IT エンジニア育成プログラム /B-JET (Bangladesh-Japan ICT Engineers' Training Program)」：徳島県内の IT 企業が同プログラムで要請されたエンジニアを雇用する計画があったことから同 IT 企業と情報交換を行った。

●民間セクター開発プログラムや小規模農家農業生産性向上・多様化振興融資事業との連携についても検討も行ったが、直の連携により効果が期待できるプロジェクトは見つからなかった。

◇連携の必要性、連携により期待される効果

●B-JET 生との連携： 農業 IT 技術を導入する際には、B-JET 生と連携することで、日本・バングラデシュ双方の文化的背景や商習慣に則ったソフトウェアの開発が容易になるというメリットが本業務にあり、一方で B-JET 生は、日本企業との連携経験を就職活動に活かすことができる Win-Win な状況が想定できる。

●新プロジェクトとの連携： 本事業は DAE の根菜プロジェクトへの採択の可能性が出てきたことから、同プロジェクトを支援する JICA と DAE の新たな技術協力事業への展開が期待される

●JICA 新プロジェクトとの連携： 貴機構が現在協力実施調査を行っていると聞くフードバリューチェーン強化事業が開始される場合、現地食品会社の財政・技術支援が含まれるとのことであるので、本事業でサツマイモの加工を委託する予定の企業を通じた連携ができれば、技術移転とその定着が容易に進む可能性がある

案件概要

小規模農家の収入向上及びポストハーベストロス抑制のための のサツマイモ生産・加工品販売ビジネス(SDGsビジネス)調査

SDGs Business Profile

- 国・地域:** バングラデシュ国 ダッカ管区、ロンプール管区、マイメノジ管区、ラッシャヒ管区
企業: 丸久株式会社
事業概要:
- ・衣料品の企画、製造及び販売事業(日本、タイ、バングラデシュ)
 - ・生地素材及びデザイン開発事業(日本)
 - ・農業生産、販売事業(バングラデシュ、日本)

SDGsに係る現地の課題



- ・農業技術(土壌管理、栽培等)の不足による低い生産性
- ・栽培時の不適切な農薬の使用
- ・生産・流通の過程で生じる食品ロス
- ・中間業者による買いたたき
- ・上記による小規模農家の低い所得

企業が有する強み

- ・地元徳島の有機栽培農家との協働によるサツマイモ栽培・加工技術
- ・2009年の進出以来培った現地ビジネス界のネットワーク
- ・小売業界に対する高いマーケティング力



SDGsビジネスの内容



ダッカ市内及び近郊において、小規模農家を取り込むサツマイモ加工品のバリューチェーンを構築することで、農家の収入向上、ポストハーベストロスの減少を目指す。

第1章 エグゼクティブサマリ

1-1. 調査の概要及びSDGs/開発課題との整合性

1) 調査の全体像

項目	内容
目的	<p>バングラデシュ国（以下、バ国）にてサツマイモ栽培の栽培・土壌改良技術を移転することにより、小規模農家の高付加価値サツマイモの栽培と収量倍増を達成し、「生産の向上につながるレジリエントな農業実践、土壌の質の漸進的改良（SDGs ゴール 2）」また、「小規模食糧生産者の農業生産性及び所得の倍増（同左）」に貢献する。さらに廃棄物削減やコンポスト技術の移転による、「再利用による廃棄物排出量の削減（SDGs ゴール 12）」によってポストハーベストロスの削減に貢献し、小規模農家を取り込むサツマイモ加工品のバリューチェーンの開発により、持続的なビジネスモデルを構築し、SDGs の目標である「誰一人取り残さない」理念に向かって開発への貢献を目指す。</p>
期間	2018年7月～2020年10月 ²
活動地域	ダッカ管区（シャリアットプール、シェルプール、ジャマルプール）、ラッシャヒ管区（ボグラ、ガイバンダ）
事業化を目指すビジネス概要	<p>生産作物を大きく転換させるのではなく、日本のサツマイモと技術を提供することで、栽培可能な地域の開拓・改良を進め、国際的競争力を持つ作物の生産と加工商品開発により、農業従事者の主体性を重視しながら小規模農家の所得の向上を促し、間接的に対象地域の活性化をすることを目指すものである。また、熟成、加工時に発生したダメージ品や皮などの廃棄物は、コンポストを作成し農地へ戻すという資源循環型農業モデルを構築することで、ハーベストロスの削減を図る。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 小規模農家に技術移転をし、高付加価値サツマイモの栽培を支援する。 2. 農家からの直接買い取りにより、中間業者を排除して買ったたきを防ぐ。 3. バ国内の現地協力工場にて加工品（焼き芋、ペースト）の製造を行い、販売する。 4. 生産された加工品を日本及び近隣諸国などすでにマーケットが存在する市場に輸出する事業化を目指す。
達成を目指すSDGs ゴールと裨益者	<p>ゴール②飢餓・栄養、ゴール⑩消費と生産 裨益者：（直接）サツマイモ生産農家、（間接）SAU、DAE、その他関係者、加工地域の加工業務従事者、消費者</p>
活動内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 市場環境調査：（1）サツマイモに関するバ国内市場概況（市場規模、市場特性、ニーズ、競合他社等）、（2）食品商品物流網、栽培に関する

² 新型コロナウイルスの世界的な感染拡大の影響により、期間を4か月延長。

	<p>る農村インフラ、(3) 海外市場実績</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 現地の投資・ビジネス環境調査：(1) 経済・社会情勢、(2) 食品加工・輸出ビジネスに関連する投資関連法規、許認可、優遇措置、投資コスト、(3) 産業（主に食品加工）・環境規制、(4) 現地パートナー、協力機関 3. サツマイモのバリューチェーン構築にかかる調査 1：(1) 既存のバリューチェーン、(2) 原材料の集荷・保管管理、(3) 加工関連、(4) 流通、(5) マーケティング・販売 4. サツマイモのバリューチェーンにかかる調査 2：(1) 適合栽培技術、(2) 生産に関する基準、(3) 出荷に関する基準、(4) 集荷・支払いシステム、(5) 普及手法・普及員育成、(6) 持続可能小規模農家の体制構築・組織化の検討、(7) ICT活用の検討、(8) 自然災害に留意した事業地の検討 5. 事業が創出する開発効果/SDGs 貢献への効果検討：(1) SDGs ゴール②・⑩に関する対象国・地域の状況、(2) 開発効果指標設定と開発効果発現までのシナリオ設定、(3) ベースライン等調査、(4) 開発効果の検証 6. パイロット事業実施：(1) パイロット計画策定、(2) パイロット事業実施、(3) ビジネスモデル構築 7. 事業計画案の策定：(1) 技術移転計画、(2) 資機材調達計画、(3) 契約農家計画、(4) 財務計画、(5) 要員計画、人材育成計画、(6) 事業リスク調査、(7) 事業実施スケジュール策定 8. JICA 事業との連携可能性の検討
--	--

2) 調査の背景

人口の約 5 割が農業に従事するバ国において、その人口の 3 分の 1 を占める絶対的貧困層のほとんどが小規模農家である。バ国が農業分野でのポテンシャルが非常に高い国であることを踏まえると、同国の持続的、包括的な発展のためには、農業セクターの成長、とくに小規模農家のスキルアップとそれに伴う収入向上が不可欠である。

農業分野においては、バ国政府も力を入れているものの、現状では野菜類の中でも特にサツマイモの収量が低いという課題がある。通気性に富み乾燥した土を好むサツマイモの収量を増加するには、柔らかい適切な土壌への改良、畝を立て通気性と水はけを良くすることが必要である。

これまでバ国では、サツマイモの商品化が十分になされていない上、流通においては、生産者は需要者への直接的アクセスができず、中間業者に生産物を買いたたかれることが問題になっていた。また、不適切な農薬の提供・使用による環境への負荷も問題となっている。さらに 30～40%に上るといわれる「ポストハーベストロス」も大きな課題であり、施肥技術やその保管技術を習得するなど、農家自身による適切な畑の管理が必要であることに加え、加工過程のロスについても対策が必要である。また、国内販売ならびに輸出用の加工食料品については、品質や規格の管理も適切に行われておらず、国内外消費者の食の安全に配慮した農産物による安心・安全な食料の流通が切実に求められている。

同国の伝統的な野菜であると同時に徳島県の特産品でもあり、栄養価が高く、育成方法が比較的容易かつ市場性のあるサツマイモの生産及び加工品の販売を通じて、バ国農業分野の支援を行

うこととした。

サツマイモ品種の中でも、「鳴門金時」と呼ばれる高系 14 号を選択した背景には、肥大性に優れ、早掘りができる品種であり、保存性も高いことから加工に適した品種として、日本国内でも、特に暖かい西側を中心に栽培が進められてきた品種である。

収穫量としては、徳島県内でおおよそ 24~28t/ha の収穫がされており、現地に同様の特徴を持つサツマイモは確認されていない。また、現地の土壌での適合性を調査するため、安納黄金、安納紅といった現地品種に近い品種も栽培し、収穫量の調査を行った。

3) 調査の目的

「農家の収入向上」及び「ポストハーベストロスの削減」のため、地元徳島県の藤原農園と連携し、栽培技術の向上による生産量・収入の向上を図り、サツマイモ加工品のバリューチェーン開発を通じた持続的なビジネス経営とポストハーベストロスに向けて以下の目標を達成することが必要である。

1. バ国の土壌にあった栽培方法を確立したガイドラインが作成される。
2. 栽培・土壌改良術を移転し、サツマイモの栽培と収量倍増を達成する。
3. トレーサビリティが整備され、生産物の安心安全を基礎とした品質維持が図られる。
4. パイロット事業外の農家からも新技術習得の要望が出る。
5. サツマイモ加工品の使用試験を行い、品質が同等であることを確認してもらう。
6. サツマイモ残滓を使用したコンポストを作成し、契約農家を中心に使用することで、資源循環型農業モデルを形成する。

4) ビジネスモデル概要

低い生産性が課題のバ国の小規模農家に対し、土地改良技術ならびに高付加価値の「売れる」サツマイモの栽培技術を移転することで、収量と収入の向上を目指す。また、サツマイモの付加価値化を図ることで、生産から加工・販売までのバリューチェーンを構築し、これまで課題であったポストハーベストロスを減少させることで、負の影響を最小限に抑え、廃棄物排出量の削減に貢献するものである。詳細は、以下の通りである。

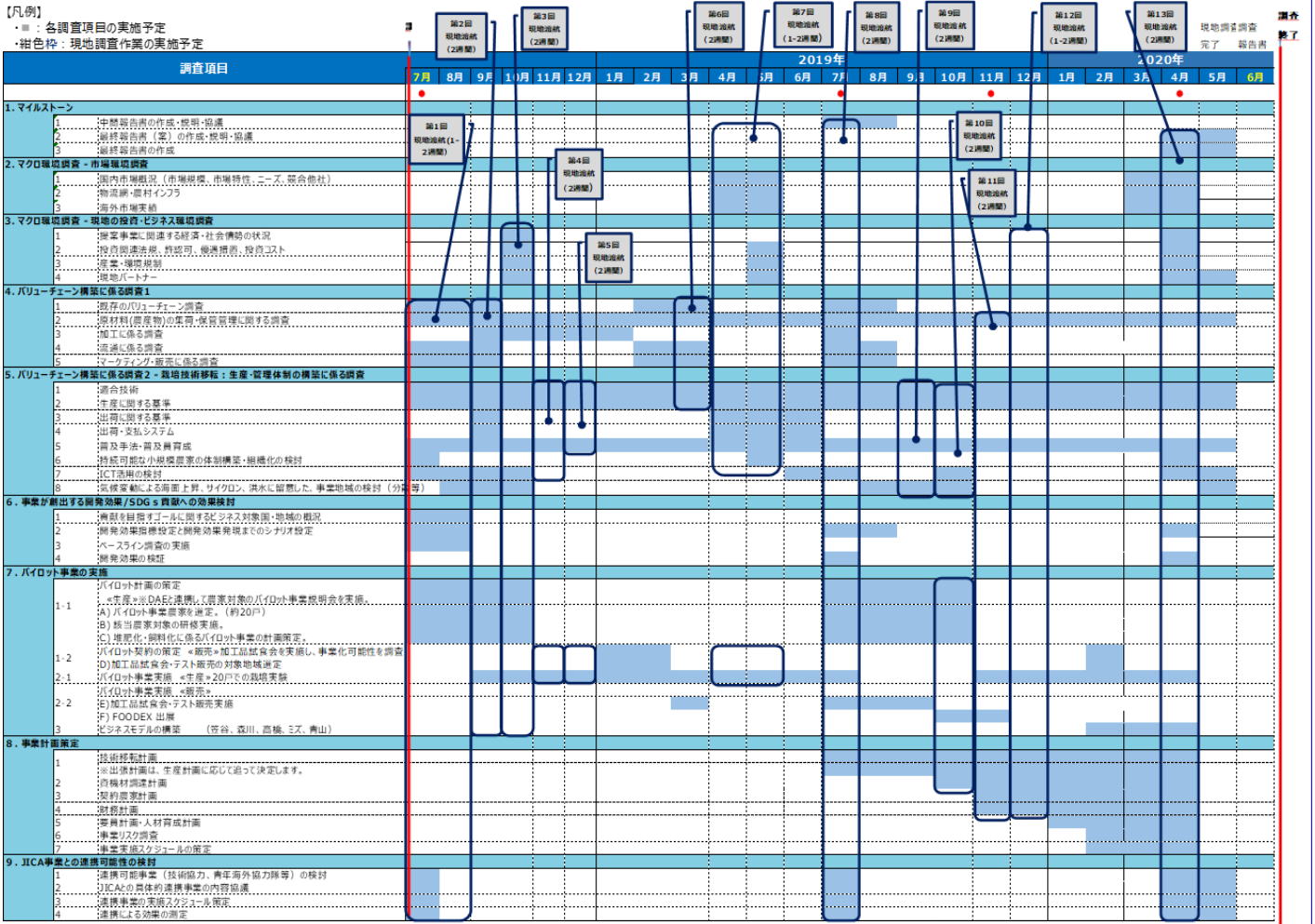
1. 当社から土壌管理、苗づくり、定植、管理といった技術指導及び種イモ（苗）、農薬、肥料を提供し、履歴を管理することでトレーサビリティを整備し、世界基準に合致したサツマイモの生産を行う。
2. DAE に対しては、SAU から栽培実験にて採取されたデータ提供を行い、普及局から農家への技術普及を行う。
3. 栽培されたサツマイモは当社で買い取り、一か所に集荷、適切な温湿度で管理を行い、熟成を促す。
4. 熟成されたサツマイモを現地で HACCP など世界基準に準じた加工製造を行い、そこから発

による廃棄物排出量の削減」の達成に貢献した。また、企業の責任としても環境の保全、廃棄物の減少は永続的なテーマであり、持続可能な環境整備には、土から生まれ土へと戻る有機的な循環がポイントとなる。製造によって排出されたサツマイモの皮などはコンポストへと変換させ、肥料として土に還元することで、今後もつくる側の責任を果たしていく（ゴール⑫）。以上から、本事業とSDGs開発課題は合致していると言える。

そもそもサツマイモは非常に栄養価が高く、成人の20%、さらに高齢者の40-65%が高血圧症を抱えていると言われ問題となっているバ国において、理想的な作物である。サツマイモは豊富なカリウムを含んでおり、カリウムは余分なナトリウム（塩分）を排出する効果があることから、高血圧の予防になると言われている。また、食物繊維が豊富であることは周知の事実だが、その含有量はジャガイモの約3倍にも達すると言われ、その栄養価の高さからバ国政府がサツマイモの開発を進めようと努力していることもうなずける。このことから、本事業を継続して実施し、安心安全な食物の栽培を意識付けを行い、また貧困状態にある小規模農家の収入の向上と食の栄養価の改善を図ることにより、健康で自立的な生活を営むことができるようになる（SDGs ゴール②、ゴール⑧）。

1 - 2. 調査方法

1) 調査計画全体



2) 調査期間

2018年7月から2020年10月

3) 調査地域

第一期栽培 (2018年7月～2019年6月)

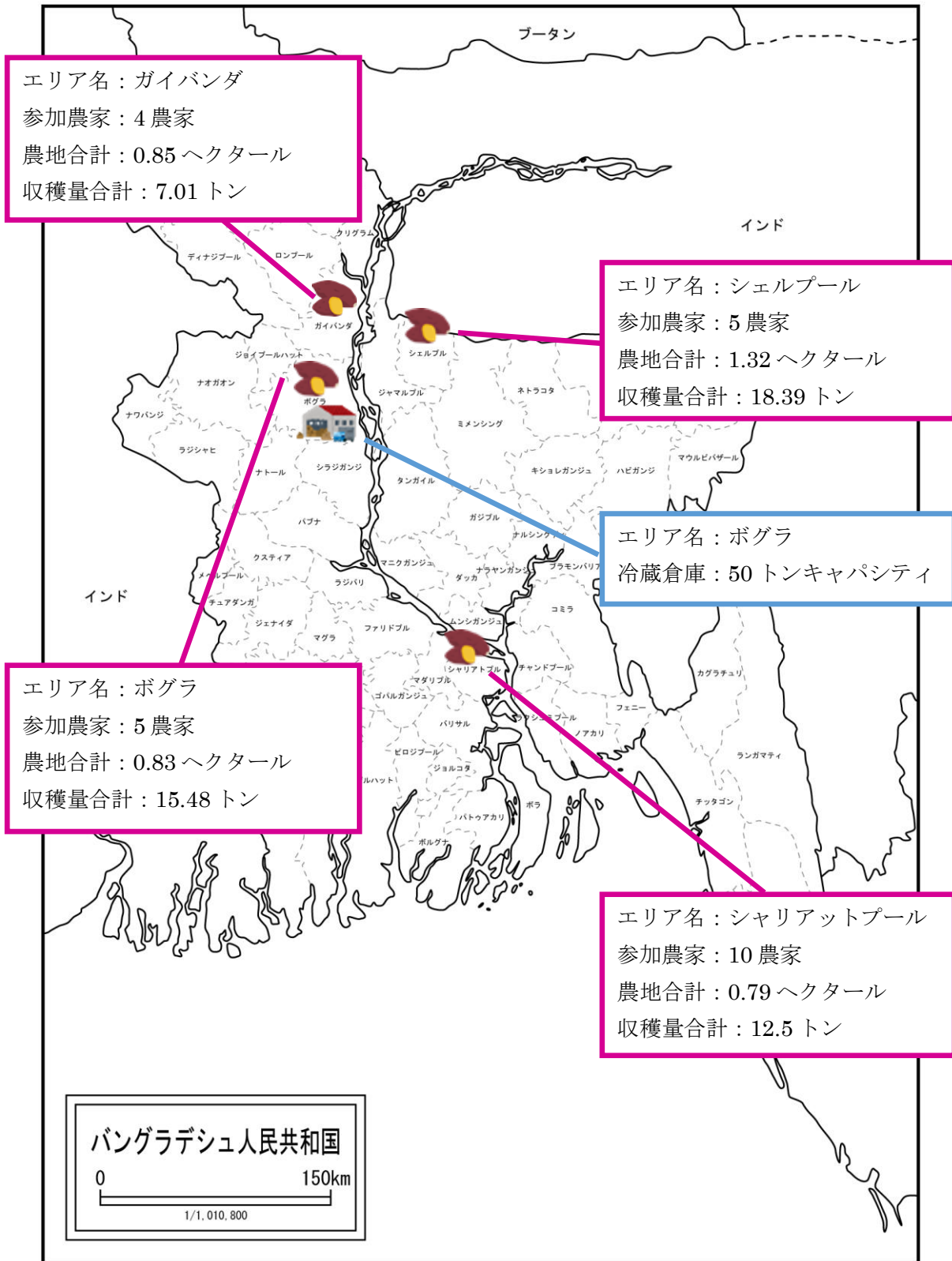


図 2 第一期栽培地図

出典：【白地専門店】 <http://www.freemap.jp/>

第二期栽培（2019年7月～2020年6月）

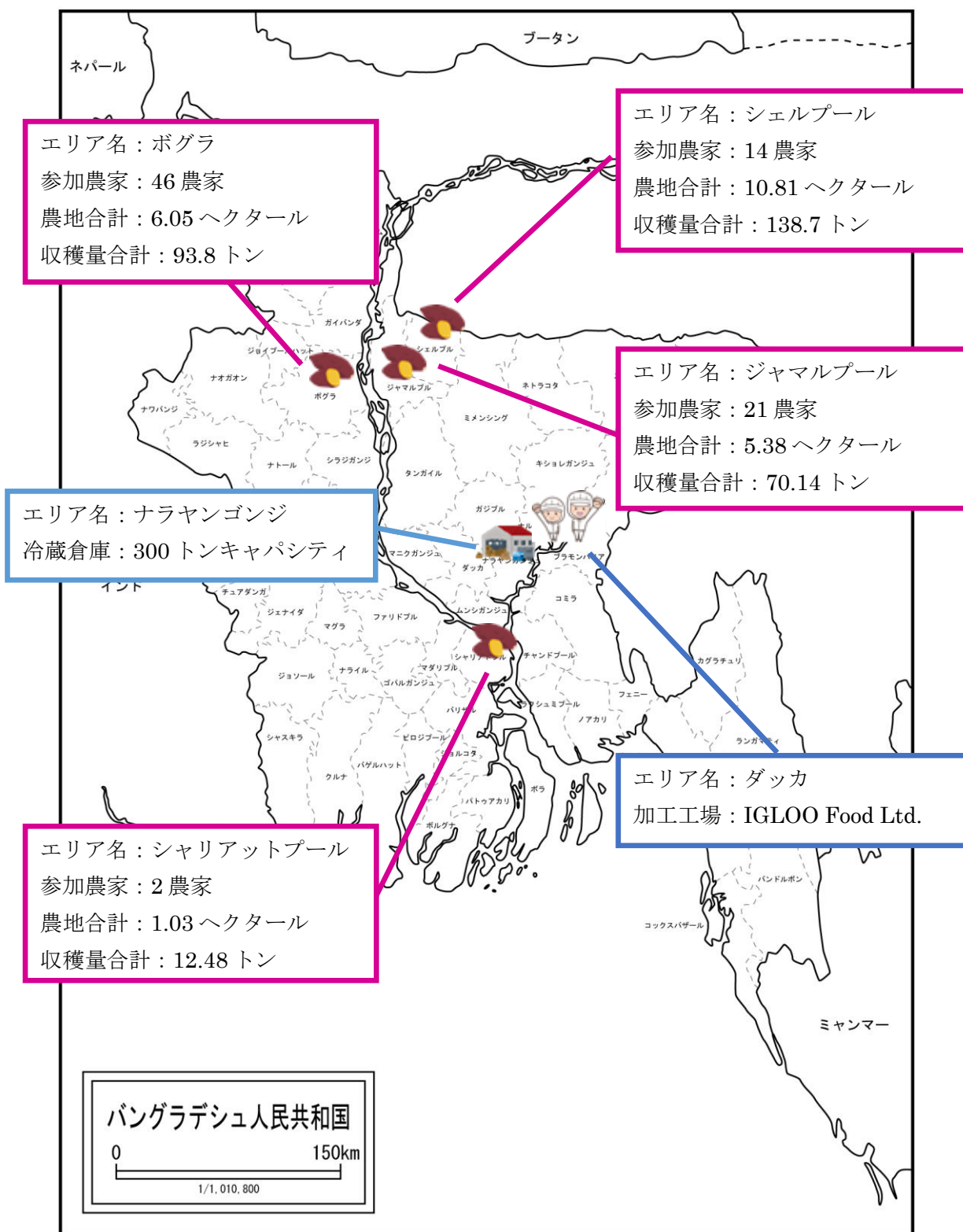


図 3 第二期栽培地図

出典：【白地専門店】 <http://www.freemap.jp/>

4) 調査体制と役割

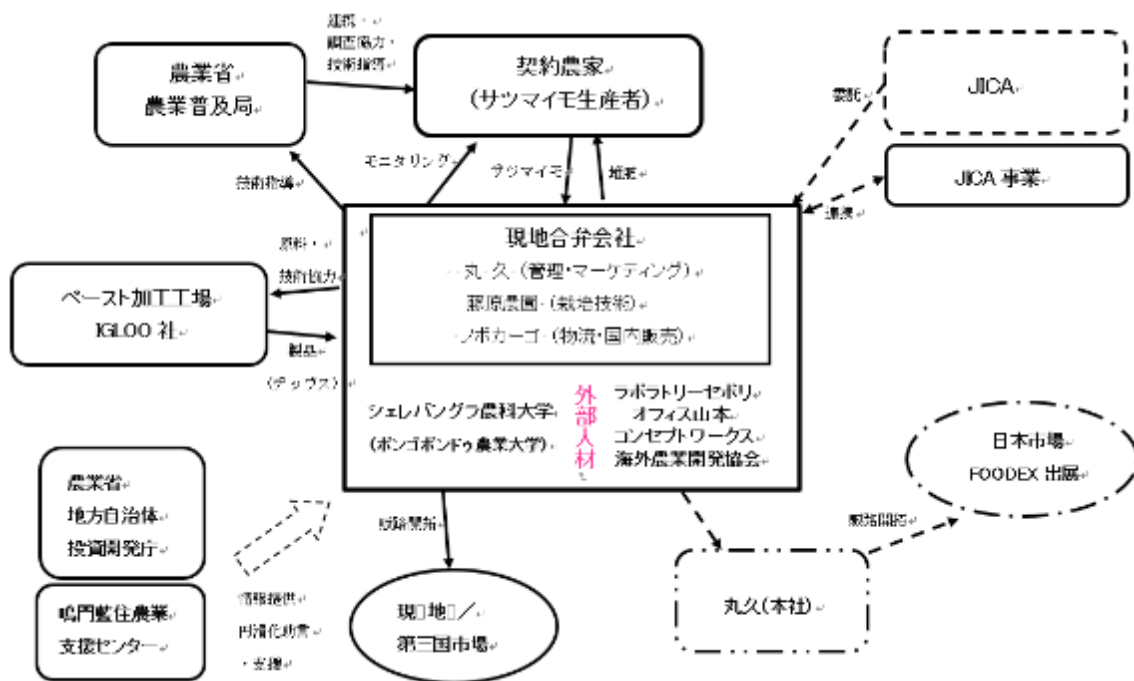


図 4 調査体制図

表 1 連携、協力機関・団体一覧

企業・団体	担当業務・役割
ノボカーゴ社 (出資合意済)	物流全般・現地国内販売の担当
IGLOO 社	焼き芋等加工製造委託先
農業省農業普及局 (DAE) (現地での協働開始済)	普及員を通じた小規模農家の技術指導。栽培技術の現地化支援。
シェレ・バングラ農科大学	共同研究 (同上および組織培養による無菌苗生産)
ラボラトリー・セポリ	食品加工指導 商品開発
オフィス山本	市場調査/財務分析
(株)コンセプトワークス	投資環境/産官学連携
(一社)海外農業開発協会	農村開発

1-3. 検証結果

1) 査項目・調査内容及び進捗状況

調査項目		内容と進捗状況
大項目	小項目	
1. 市場環境調査	(1) 国内市場概況（市場規模、市場特性、ニーズ、競合他社）	実施済 <ul style="list-style-type: none"> ・ダッカ市内で有力な小売店や生鮮市場にて市場調査を実施。 ・バ国市場におけるサツマイモ／ヘルシーを売りにしたお菓子の受容性の確認調査（定性調査）を実施。
	(2) 物流網・農村インフラ	実施済 <ul style="list-style-type: none"> ・インフラ整備は、首都・地方間のハイウェイ（ダッカータンガイル）が完成間近となり改善傾向、物流網については従来のみで特に変化なし。
	(3) 海外市場実績	実施済 <ul style="list-style-type: none"> ・サツマイモについての輸出実績はない。野菜についてはソリダリダッド（NGO）がバ国では初めて野菜の輸出を可能した。また、フルーツではヨーロッパ諸国へのマンゴーの輸出経験はあるが、ドバイを経由しており、直接取引はまだなされていない。
2. 現地の投資・ビジネス環境調査	(1) 提案事業に関連する経済・社会情勢の状況	実施済 <ul style="list-style-type: none"> ・開発計画 Vision21 では、「広域的な成長と食料の安全保障」等 9 つの目標を掲げ、経済成長や社会の安定を図る。GDP 経済成長率は約 6% を維持し、安定した成長を続けている。
	(2) 投資関連法規、許認可、優遇措置、投資コスト	実施済 <ul style="list-style-type: none"> ・経済特区投資にかかる手続きができる OSS を開設（JICA 支援）。 ・本事業は、禁止・規制業種には含まれない。 ・外資の 100% 出資可、インセンティブ対象となる可能性あり。その他優遇措置もある。
	(3) 産業・環境規制	実施済 <ul style="list-style-type: none"> ・海外からの投資分野の規制は特になし。
	(4) 現地パートナー、協力機関	実施済（継続協議中） <ul style="list-style-type: none"> ・現地食品会社の IGL00 社とは、テスト加工等すでに具体的な加工作業を行っているが、新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け、協議継続中。三社合弁会社設立（丸久俣、藤原農園、ノボカーゴ社）については

		今後の事業化に向け協議を進める。
3. バリューチェーン構築に係る調査 1	(1) 既存のバリューチェーン調査	実施済 ・ダッカ市内で調査を実施（詳細後述）。
	(2) 原材料（農産物）の集荷・保管管理に関する調査	実施済 ・出荷・保管管理の現状調査を実施、冷蔵施設をボグラ及びナラヤンガンジに確保。
	(3) 加工に係る調査	実施済 ・サツマイモペースト等の加工・製造体制を協議、検証を実施。IGLOO社との契約協議継続中 ³ 。
	(4) 流通に係る調査	実施中 ・ノボカーゴ社との協議を継続して実施中。
	(5) マーケティング・販売に係る調査	実施済 ・現地消費者へのヒアリングによる生活形態（消費・需要）調査を、特に若者を中心に実施（詳細は後述）。
4. バリューチェーン構築に係る調査 2 栽培技術移転： 生産・管理体制の構築に係る調査	(1) 適合技術	実施済 ・シェレ・バングラ農科大学（表中以下、SAU）の実験により、改良堆肥の施肥、黒のビニールマルチによる育苗により、特に BARI12 種への適合が確認された。ウィルスフリー苗については、4 種すべてで成功、特に高系種のパフォーマンスが一番高かった。
	(2) 生産に関する基準	実施済 ・圃場管理、資機材管理、種子管理、土壌・施肥管理、病害虫管理方法をについて調査を実施。
	(3) 出荷に関する基準	実施済 ・関連機関、スーパー・小売店、農家、仲買人にヒアリングで規格、買取価格、出荷方法について調査を実施。
	(4) 集荷・支払システム	実施済 ・仲買人が畑分を購入し、販売先に卸すシステム。支払いは現金支払い。店舗については朝方納品、夜間 10 時頃に発注。支払いは 1 週間毎に集計、月曜日に支払い。 ・当社では、100g 以上のサツマイモを契約農家から直接全量買い取り、現状は月末に各農家に現金払い。
	(5) 普及手法・普及員育成	実施中

³ COVID-19 感染拡大の影響により遅延。

		<ul style="list-style-type: none"> ・当社雇用のフィールド・スーパーバイザー4名をOJTで育成、今後の栽培指導を担う人材となる。 ・DAE、SAUへの研修は延期となった⁴が、今後の状況を見て継続的に実施していく予定。
	(6) 持続可能な小規模農家の体制構築・組織化の検討	実施済 <ul style="list-style-type: none"> ・サツマイモ農家のリーダーがその他農家を取りまとめ（4～5軒程度）、地域のDAE担当官につなぐという体制ができている。またこれら関係者と当社ローカルスタッフとの連携体制も構築されている。
	(7) ICT活用の検討	実施済 <ul style="list-style-type: none"> ・ダッカ市近郊での活動進捗管理のためのIT機器活用（PC、スマートフォン）。冷蔵施設管理で現在活用中。 ・事業化に向けたICT活用について検討、当面現体制で行う。
	(8) 気候変動による海面上昇、サイクロン、洪水に留意した事業地域の検討	実施済 <ul style="list-style-type: none"> ・DAE、SAU等の情報をもとに、ダッカ管区、ラッシャヒ管区内における自然災害の影響を確認。特に洪水による影響について対応を検討した。
5. 事業が創出する開発効果/SDGs貢献への効果検討	(1) 貢献を目指すゴールに関するビジネス対象国・地域の概況	実施済 <ul style="list-style-type: none"> ・政府の政策・関連のプロジェクト、諸外国からの援助事業について調査を実施。 ・SAU、ボンゴボンドウ農業大学（表中以下、BSMRAU）と連携し、農家や現地コミュニティの現状調査を行った。
	(2) 開発効果指標設定と開発効果発現までのシナリオ設定	実施済 <ul style="list-style-type: none"> ・JICAと協議の上、SDGsへの貢献を測定する開発効果指標を設定、開発効果発現までのシナリオを作成し、パイロット事業での検証方法を検討した。
	(3) ベースライン等調査の実施	実施済 <ul style="list-style-type: none"> ・BSMRAUと連携し、パイロット事業地の契約及び非契約サツマイモ農家を対象に、サツマイモ栽培や生産、家計支出、生活形態等について、ベースライン及びエンドラインデータ収集・分析を行った。
	(4) 開発効果の検証	実施済 <ul style="list-style-type: none"> ・パイロット事業での結果を基に、

⁴ 同上の理由により延期。

		収量向上、新しい栽培技術取得、加工品開発によるさつまいも需要の増加、加工品市場の開拓によるポストハーベストロス減少などの開発効果の発現を検証した。
6. パイロット事業の実施	(1)パイロット計画の策定	実施済 ・栽培指導や普及について、農家対象のパイロット事業説明会を実施。 ・パイロット事業農家（開始当初 27 軒、その後 24 軒）を選定。 ・該当農家対象の研修を実施。 ・加工品は、試食会・テスト販売を実施。
	(2)パイロット事業実施	実施済 ・5 つのパイロット地域で契約した 83 戸の農家で、パイロット事業を開始。生産したサツマイモを加工品のテスト販売を実施し、ビジネスモデルの実現性を検証した。
	(3)ビジネスモデルの構築	実施済 ・パイロット事業の結果を踏まえ、適切な技術の普及を目指し、ガイドラインを作成した。 ・生産・加工・販売・再利用の一貫する持続的なビジネスモデルを策定し試行中。
7. 事業計画案の策定	(1)技術移転計画	実施済 ・1年次及び2年次のパイロット栽培結果をもとに現地に適切なガイドラインを開発し、同ガイドラインの守及び普及方法についても策定した。
	(2)資機材調達計画	実施済 ・パイロット事業及び市場調査の結果をもとに、本格稼働時に必要な資機材調達を検討、資金調達の必要性を確認した。
	(3)契約農家計画	実施済 ・パイロット事業の結果をもとに、収量分析を行い、契約農家数、圃場面積の拡大について計画策定を行った。
	(4)財務計画	実施済 ・パイロット栽培及び加工品製作・販売の結果をもとに計画策定を行った（資金調達計画を含む）。
	(5)要員計画・人材育成計画	実施済 ・パイロット栽培・販売結果をもとに計画を策定、要員の増員を行った。
	(6)事業リスク調査	実施済 ・現地調査、経済・社会動向を分析

		し、パイロット事業の結果を踏まえ調査。リスクマネジメント策の検討を行った。
	(7) 事業実施スケジュール策定	実施済 ・現地調査、パイロット事業の結果を踏まえて事業化に向けたスケジュールを策定した。
8. JICA との連携可能性の検討	(1) JICA との連携	実施済 ・JICA とのこれまでの協議においては、バ国におけるイスラム教過激派によるテロの危険性を踏まえ、現状での技術協力、青年海外協力隊等の事業の連携は困難と判断。 ・一方で、当社事業は継続することから、常に将来的な可能性については探っていく。

2) 調査結果

本調査開始以降 13 回の現地調査を実施し、その間、①サツマイモの栽培技術移転（パイロット地域におけるサツマイモ栽培）、ならびに SAU における適合技術実験栽培を行い、また②市場環境（国内市場、流通網、農村インフラ）、③投資・ビジネス環境（投資環境、経済特区、ワールドチェーン、競合他社）、④バリューチェーン構築（原材料の集荷・管理保管、加工・製造、流通・マーケティング、小売店）に係る調査も行った。①の栽培技術については、下記に簡潔に調査結果を報告する。また、②から④については、第 2 章でその詳細を報告する。

農家のサツマイモ収量は、ボグラ、ジャマルプールを中心に高い収量を確保し、収量の多い農家の平均は約 19 トン/ヘクタールであった。同時に収量の少ない農家もボグラ、ジャマルプールに見られ、その収量は平均約 6 トン/ヘクタールであり、今後も引き続きモニタリングを行うとともに、時期を見て見極めをしていく必要があると考える。しかし全体的には、以下のとおり各契約農家における耕作面積、収量、収入は上がっていることが確認された。また、ポストハーベストロス、生産段階ではほぼゼロとなっている。多くの農家が、サイズが小さい（100g 未満）、あるいは傷がついて買い取られないサツマイモについては、栽培している高系（Koukei）種が甘く美味であることから自己消費をしており（家畜の餌にしている農家もあり）、最終的には廃棄することなく処理されている。しかしながら、冷蔵施設に保管する段階でカビの発生により腐食する場合が見られ、現在も引き続き最適な温度や湿度の設定を試行錯誤しているところである。

また人材育成については、SAU において施肥や土壌、またマルチの種類等について栽培実験を行い、バ国における最適な栽培条件を探りつつ、担当教官やその学生らには当社方式によるサツマイモ栽培方法を主に OJT により伝えてきた。さらに、当社で 4 名のフィールド・スーパーバイザーを雇用し、最終的に計 5 か所となったパイロット事業地に常時巡回させ、当社社員の同行指導により社内の人材育成も行ってきた。

上記 SAU で実施した栽培実験では、4 種類のサツマイモのうち高系種の収穫量が一番高く、次

いで現地の BARI-12 種であった。当社の有機肥料も生産量に正の影響があることが証明され、中でも高系種との組み合わせにおいて、適合度合いが最も高かった。このほかウイルスフリー苗実験では、4 種類すべてで苗木を作ることができ、中でもその後の成長度合いが最も高かったのが高系種、次いで BARI12 種であった。（別添 Sher-e-Bangla Agricultural University 報告書参照）

表 2 SAU の栽培実験による品種適合調査（単位：ton/ha）

	安納紅	安納黄金	高系14号	BARI-12
2018-19	13.38	8.76	24.4	23.78
2019-20	11.75	11.89	20.56	16.69

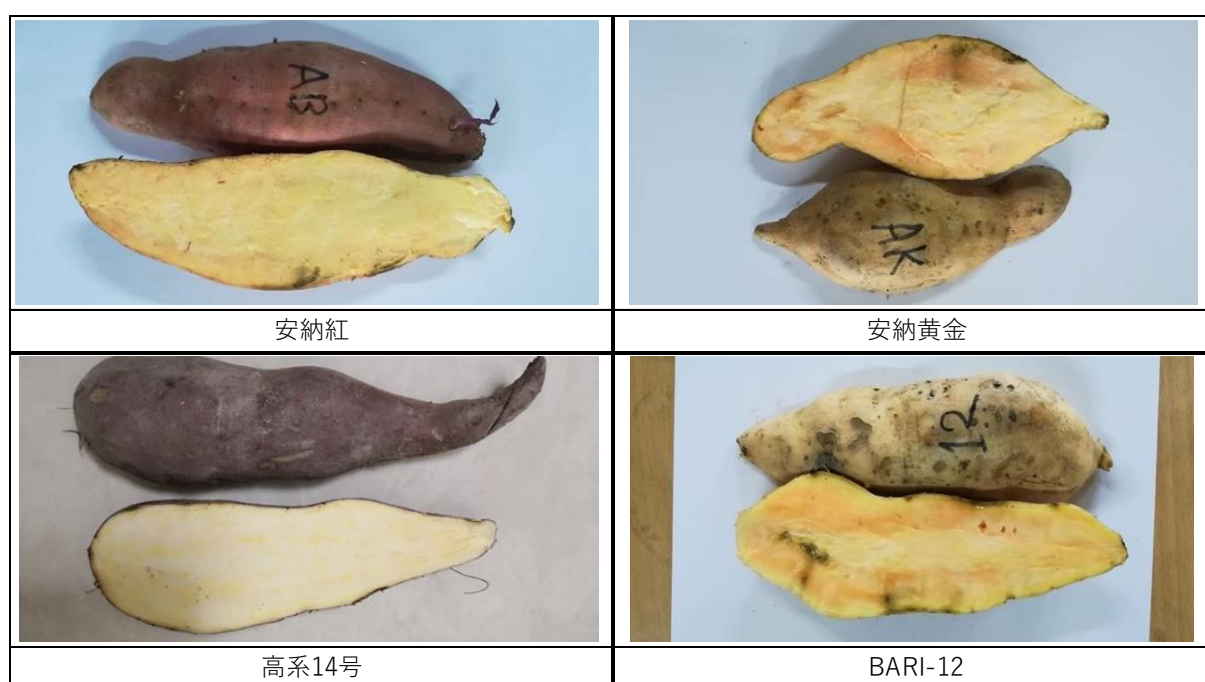


図 5 品種別サツマイモ比較

現地で最も栽培されている品種である BARI-12 は高収量であることが確認されたが、糖度も低く、水っぽい食味であり高付加価値を付けるには至らない。また、BARI-12 に近い外観を持つ安納系のサツマイモは、一個当たりのサツマイモサイズが 150g 以下のものが多く、小さいため、収量を伸ばすことができなかった。

したがって、今回の実験栽培の中では、高系 14 号の適合性が最も高いことが確認された。

この他、生産量、収入、またポストハーベストについては、以下の結果が得られた。

●生産量・収入

まず、契約農家数が開始時と比較して 3 倍以上、耕作面積も 6 倍以上に広がり、これに比例して今年度は生産量も 6 倍以上となった。加えて来期に向けて、現在までに 158 軒の農家と契約を

しており、さらに生産量は増える見込みである。また、契約農家の収入は、開始時は1軒あたり平均20,710.9タカであったのに対し、今年度は平均59,353.5タカとなり、3倍近くになった。

表3 生産量及び収入比較

事業地	2018-19						事業地	2019-2020					
	農家数	耕作面積 ha	収量 Ton	haあたり 収量(t/ha)	収入 BDT	一人あたり 収入		農家数	耕作面積 ha	収量 Ton	haあたり 収量(t/ha)	収入 BDT	一人あたり 収入
Shariatpur	10	0.79	12.5	15.82	134,827	13,483	Shariatpur	2	1.03	12.48	12.12	228,079	114,040
Sherpur	5	1.32	18.39	13.93	184,536	36,907	Sherpur	14	10.81	138.7	12.83	2,182,940	155,924
Gaibandha	4	0.85	7.01	8.25	51,321	12,830	Gaibandha	—	—	—	—	—	—
Jamalpur	—	—	—	—	—	—	Jamalpur	21	5.38	70.14	13.04	1,276,399	60,781
Bogura	5	0.83	15.48	18.65	126,378	25,276	Bogura	46	6.05	93.89	15.52	1,238,924	26,933
Total:	24	3.79	53.38	14.08	497,062	20,711	Total:	83	23.27	315.21	13.55	4,926,342	59,354

全体としては、収穫量が減少しているながら、収入が増加している背景は、耕作面積の増加によるグロス収入の増加が発生した為である。農家は、伴走型の指導、買取の確約、肥料等必要資材の提供に対して魅力を感じ、初年度に比べ栽培地を拡張する傾向にあった。

特に、2年目の参加農家にはその動きが顕著であり、収量を伸ばしている。1年目は慣行農法（①畝立ては行わない。②垂直植え、③2度目のみの畝間灌水。④化学肥料の過剰投入）と藤原式農法（①さつまいも用有機肥料の使用、②畝立ての実施、③定植時の殺菌、④斜め植えと灌水、追肥の投入、じょうろ（噴霧器）による都度灌水、⑤適正肥料の投入、除草の実施）の違いに戸惑い、中途半端な実施しかできていなかったが、1年目でも従来の収量の10t/haを超える収穫があったため、翌シーズンはより藤原式農法に沿った栽培を行い収量が増加した農家があった。

●ポストハーベストロス

既述のように、買い取られなかったサツマイモについては、家族の食用、家畜の餌にしており、農家が生産した段階でのポストハーベストロスは、ほぼ無いと見られるが、前回調査結果では、買い取られた後の運搬方法や保管方法によりサツマイモが傷み、ポストハーベストロスがあると考えられた。当社では、100g以上の買い取ったサツマイモについては、熟成期間を置くため冷蔵施設で保存することになっている。精密な温度と湿度の管理が必要であり、この時点でのロスは今現在のところおよそ10%となっており、引き続き温度や湿度管理についてモニタリングを行い、最適な条件を探っているところである。この他、前回中間報告に引き続き、今回も買い取られなかったサツマイモについては、甘く美味であることから家族（特に子ども）がおやつに食べ、女性もそれらの調理を工夫してするようになってきているとの調査結果が出ている。栄養状態の指標は出ていないが、この栄養豊富なサツマイモを食す習慣が継続することで、家族の栄養状態の向上が期待できる。

●サクセスストーリー

上記の通り、今期までに契約農家数が83軒にまで増え、その中には高い収量と収入を得ている農家もあれば、そうではない農家も出てきているものの、本調査においてサツマイモ栽培農家として成功している農家が多くあるのも事実である。以下、本事業における2軒の契約農家のストーリーである。

ストーリー①：

R 氏（40 歳男性、ボグラ農家）



20 年サツマイモ栽培をしてきました。在来種の白いサツマイモと紫のサツマイモ両方を栽培していましたが、7か月と栽培期間が長いことや収量は18トン/ha程度、また買取価格が1.5タカ/kgと低いことが課題でした。2年前に丸久から新しい栽培方法のトレーニングを受け、高系種の栽培を始めました。今では4か月の栽培期間で24トン/haの収量があり、買取価格も11タカ/kgと格段に上がりました。周辺では、私の成果を見て、丸久の栽培方法で

高系種を栽培することに関心を示す農家が多数出てきています。サツマイモ栽培で得た利益で、自宅の改修をしようと思っています。

ストーリー②

M 氏（66 歳男性、シェルプール農家）



40 年農業を営み、サツマイモ栽培も栽培してきました。当初はローカル種を栽培していましたが、その後 BARI 種の栽培を始め、17 週間と短い期間に24トン/haの収量、10~14タカ/kgの収入を得ました。

現在は丸久と契約し、高系サツマイモの栽培をしています。初年度は0.16ha、今年は0.8haと耕作面積を増やし20トンを収穫しました。またサツマイモの蔓を販売し、15,000タカの収入を得ました。高系種は美味で、色見も良い品種です。丸久からは有機肥料の作り方も学び、質の良いサツマイモができています。リスクが少ないことも、丸久との仕事では魅力の一つです。

3) 事業化可否

次項 4) に述べるように、中間報告時に目標としていた状態にほぼ達していることから、早期に事業化できると考えている。しかしながら、具体的な事業化については COVID-19 の影響により、食品市場全体が停滞傾向にあることから、予定されていたビジネスが仕切り直しになるなど、予期せぬ事由により事業化が可能であるとする判断が難しい状況にある。したがって事業を継続しつつ検討を進めていきたい。

4) 事業化可否の判断根拠・検証結果

全体の収穫量は、当初目標として掲げていた300トンに達成することができ、当初の53トンから315トンとなり、また、契約農家の拡大についても24軒から83軒、耕作地も4haから23haへと順調に増えている。さらに保管設備についても最適な湿度と温度を今後も探る必要はあるものの、ボグラに加えてナラヤングンジの冷蔵施設を確保し、加工工場も IGL00 社との試作品製作は日本国内でも高い評価を得ることができ、長期的な契約交渉まで進んでいるところである。しかし、COVID-19 が発生する前までは、サツマイモの市場は活況を呈しており、輸出も順調に進むかと思われたが、ここにきて市場が停滞状態にあり、先行きが見通せない状況となっている。

5) 事業化を目指すビジネスモデル

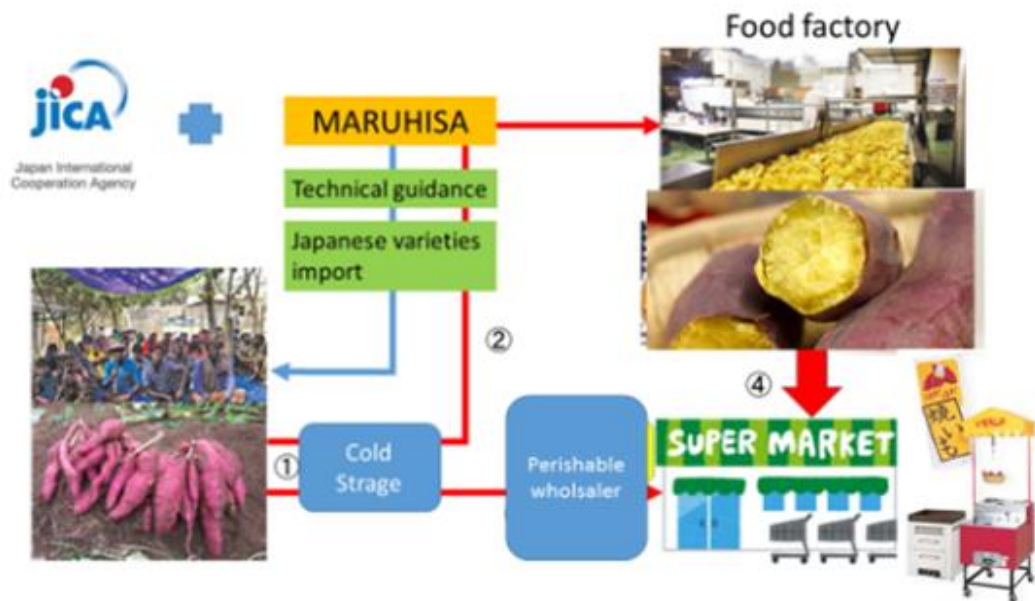


図 6 ビジネスモデル図

丸久が、技術と日本種のサツマイモを農家に提供し、収穫したものを買い上げ、バ国国内で焼き芋などに加工し、アジア圏への輸出及び販売を目指している。

6) 残課題と今後の対応策

項目	残課題	対応策	対応時期
調達	自社生産体制の確立（継続）、機械化のための資金調達	引き続き、社内外で資金調達の可能性を探る。	来年度定植前まで
製造	IGL00社の生産拡大 他工場との契約	COVID-19の状況を見ながら継続協議を行う。	可能な限り早期
流通	ノボカーゴのとの協議	同上	同上
販売・マーケティング	日本国内販売及び近隣諸国への輸出	COVID-19の状況を見ながら、販売先とのコンタクトを継続する。	同上

第2章 調査結果詳細

2-1. マクロ環境調査

1) 政治・経済状況

● 政治・政策

バングラデシュは、1991年に20年に渡る軍事政権から平和裏に民主化に移行し、憲法改正により議院内閣制を導入。以降、5年ごとに総選挙が実施されている。2009年に誕生したハシナ・アワミ連盟政権（AL）は、独立50周年にあたる2021年までに中所得国になることを目標とする「ビジョン2021」政策をかかげ、全国IT化を目指す「デジタル・バングラデシュ」を打ち出すなど、経済成長戦略を導入。2014年には、バングラデシュ民族主義党（BNP）率いる野党18連合がボイコットするまま総選挙が実施され、与党ALが圧勝した。選挙直後は内外から新政権の正統性を疑問視する声が上がったが、その後、国内世論は新政権是認に傾き国内情勢は比較的安定。2018年12月30日に実施されたバングラデシュ総選挙では、与党ALがBNPに圧勝し、与党連合で95%を超える議席を獲得するなど、AL政権の10年間における経済成長の実績が、国民の指示を得た結果と言われている。一方、野党は公平な選挙に向けて政党に属さない選挙管理内閣の設置を働きかけたものの、与党はこれを受け入れず、与野党間にしこりが残っている。

バングラデシュの最上位の開発計画である「Outline Perspective Plan of Bangladesh 2010-2021」、いわゆる「Vision 2021」では、開発優先事項として以下9項目が掲げている。

- ①広域的な成長と食糧の安全保障の確保
- ②グローバル化と域内協力への取り組み
- ③開発と福祉のためのエネルギー安全保障の提供
- ④知識ベース社会の確立
- ⑤堅固なインフラの整備
- ⑥効果的なガバナンスの確保
- ⑦気候変動の影響の低減
- ⑧福祉社会の形成
- ⑨デジタル・バングラデシュのもとでのイノベーションの促進

また、「Vision 2021」の開発理念を具体化した中期計画である「第7次5ヵ年計画」（2016年～2020年）では、同計画期間の平均GDP成長率を7.4%と設定し、GDPに占める製造業の割合の拡大、FDIの増加、経済特区周辺のインフラ整備等を施策として掲げた。最終的に、同計画期間の平均GDP成長率は7.13%となったことからほぼ目標を達成したと言える。新型コロナウイルス感染症の影響を受け5.24%と下降した2019-20年を除けば、計画を上回る7.6%であった。

表 4 期別五か年計画成長推移

GDP GROWTH IN VARIOUS 5-YEAR PLAN PERIODS					
SPECIFIC PLAN	PLAN PERIOD (FY)	AVERAGE GDP GROWTH RATE		PER CAPITA GDP GROWTH (%)	PER CAPITA GNI (US\$)
		PLAN (%)	ACTUAL (%)		
First	1973-1978	5.5	4.0	1.3	111
Second	1980-1985	5.4	3.8	1.5	145
Third	1985-1990	5.4	3.8	1.6	204
Fourth	1990-1995	5.0	4.2	2.4	253
Fifth	1997-2002	7.1	5.1	3.5	431
Sixth	2011-2015	7.3	6.3	4.9	1,314
Seventh	2016-2019*	7.4	7.6	6.2	1,909

SOURCE: BANGLADESH BUREAU OF STATISTICS (BBS) *ACTUAL PLAN PERIOD IS 2016-2020

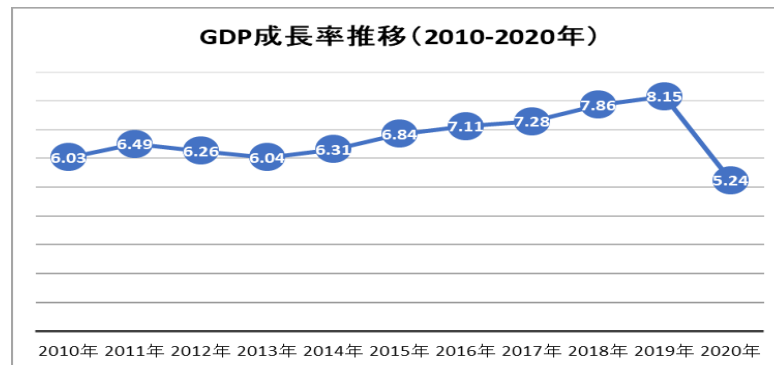
出所：バングラデシュ統計局（BBS），Daily Star2020/10/02 *2020年は除外。

「第7次5カ年計画」の後継策となる「第8次5カ年計画」（2021年～2025年）は、2024年に中所得国の地位を卒業した後に直面する複数の課題への対処を含む政策であるが、新型コロナウイルスの影響が2021年度の下半期に薄れることを見込み、初年度のGDP成長予測を新型コロナウイルスの流行前に推定された8.23%から8.2%と最小の引き下げにとどめ、平均8%以上の経済成長を達成することを目指している。同5カ年計画では、計画期間の最終年である25年度にGDP成長率は8.51%、一人当たりの国民総所得は3,106ドルをそれぞれ達成し、貧困率は25年度には15.6%に低下する目標であり、新型コロナウイルスによる経済への影響にもかかわらず、「第8次5カ年計画」の目標は大きく変えていないとのことである⁵。

2) 経済

バングラデシュの経済は、過去10年間のGDP経済成長率が毎年6%を超える安定した成長を遂げており、2018-19年度（2018年7月-2019年6月）は、8.15%と高い経済成長率を達成した。2019-20年度は、年度の後半に新型コロナウイルスによる世界的な経済混乱の影響で5.24%であったが、マイナス成長を記録する国も多い中、比較的高水準の経済成長を遂げるに至った。

表 5 2010-2020年 GDP 成長推移



出所：JETRO、BIDA、BBS

⁵ <https://tbsnews.net/bangladesh/govt-seek-aid-837-gdp-growth-8th-5yr-plan-39741>

<https://www.thedailystar.net/business/news/eighth-five-year-plan-unfazed-pandemic-1971041>

2019-20年度のGDPは3,309億米ドルで、前年度の3,031億米ドルから約10%増加。一人当たりの国民所得も、前年度から150米ドル近く増加し、1,970米ドルとなるなど確実に所得が上昇してきた。このような順調な経済成長を背景に、2015年7月に発表された世界銀行の分類では、低中所得国(Lower-middle income Countries)となり、Vision2021では、2021年までに中所得国、2040年までには高所得国入りを目指すとしている。また、2018年3月には国連のLDC(後発開発途上国)の卒業基準を達成しており、2024年に卒業の見込みとなっている。

産業分野では、2018-19年度も引き続き製造業の比率が高く24.21%を占め、続いて卸売業(13.88%)、運輸業(10.98%)、農林業(10.11%)であった。

表6 2006-2018年 セクター別成長推移

	2016-17	2017-18	2018-19
農林水産業	14.73	14.23	13.61
製造業	21.74	22.85	24.21
建設	7.36	7.50	7.59
卸売業	14.01	13.95	13.88
運輸業	11.26	11.13	10.98
その他	30.9	30.34	29.73

出所: Bangladesh Economic Review 2018, Ministry of Finance

3) 貿易

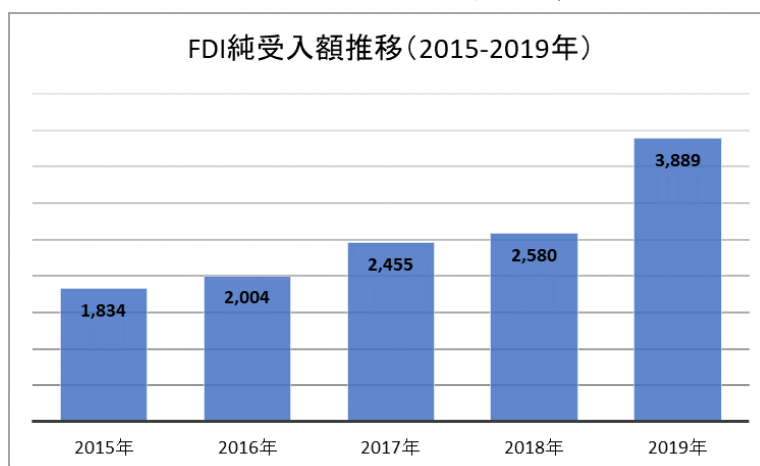
バングラデシュ輸出振興庁によると2018-19年度の輸出による収入は405億米ドルで、2017-18年度と比較すると11%増加したが、2019-20年度の輸出による収入は感染症の影響を受け337億米ドルと前年度より約17%減少した。既製品の輸出額で世界第2位であるバングラデシュの輸出は、既製品及びその関連産業が輸出額の8割以上を占めている。その他の主な輸出品目は、食物性繊維、靴・履物、水産品等で、主な輸出先は米国(17.32%)、ドイツ(15.14%)、英国(10.26%)がトップ3を占めた。一方、2018-19年度の輸入額は556億米ドルで、513億米ドルであった前年度より8%程度の上昇であり、貿易収支はやや改善した。同年度の主な輸入品は、鉱物燃料・鉱物油(約70億米ドル)、綿花・綿糸(69億米ドル)、機械関連(61億米ドル)などで、最大の輸入相手国は、輸入品の26.13%を占めた中国とインド(16.65%)が上位を占め、日本は3.54%で第5位であった。

海外からの送金は、2018年7月から2019年3月の9カ月間で119億米ドルとなり、前年度の同期間の108億米ドルより10.30%増加した。海外送金は特に中東からの割合が高く、サウジアラビアが18.8%、アラブ首長国連邦が15.7%であったが、近年は、マレーシアやシンガポール、英国からの送金が増加している。

4) 海外直接投資 (FDI)

1億6,000万の人口を擁するバ国に進出する企業数は、過去10年間で約4倍に増加し、ダッカ日本商工会の会員数は100社を超えるなど日本企業の進出も年々進んでいる⁶。2018-19年度の外国直接投資 (FDI) の純受入額は、38.9億ドルで、前年度の25.8億米ドルと比較すると約50%の増加となり、過去5年間で最大であった。今後も総人口に占める「生産年齢人口 (15歳~64歳の人口)」が増え続ける人口ボーナス期が約40年間続く見込みであり、安価で豊富な労働力に加え、平均年齢が23歳と若く、旺盛な内需にも注目が集まっている。

表7 2015-2019年 FDI 純受入額推移 (単位百万米ドル)



出所：バングラデシュ銀行 (BB)

2018-19年度の産業別 FDI は、電力 (31.32%)、食品 (21.36%)、金融 (7.70%)、繊維・アパレル (6.75%)、通信 (5.73%) で、国別 FDI は、中国 (29.81%)、オランダ (20.64%)、英国 9.23%、シンガポール 6.53%、米国 4.82%が主な投資国となり、日本からの投資は72.91百万米ドルで全体の1.87%であった。

2018-19年度におけるバングラデシュ経済は、経済成長の3本柱である輸出、海外労働者送金、農業セクターのうち、前述のように輸出及び海外労働者送金は対前年度比増加した。しかし、輸出品の約8割を衣類品が占めており、海外労働者の海外送金への依存も高い構造的な脆弱性に加えて、天然ガスの枯渇によるエネルギーを中心とした輸入の増加が見込まれるため、今後の持続的な経済成長のためには、産業の多角化や財政構造の改革が課題であると言われている。また、FDIの更なる促進のためには、各種手続きの簡素化・迅速化、電力・道路等の基礎インフラの整備などビジネス環境の改善への取り組みも重要である。なお、農産品加工の輸出に取り組む本業務は、必要とされる産業・輸出品の多角化に貢献するものである。

⁶ ジェトロ・ダッカによると2020年までにバングラデシュに進出した日本企業は315社とのこと。

表 8 主要経済指標

	2016/17	2017/18	2018/19
GDP (百万タカ)	19,758,154	22,504,793	22,504,793
GDP (百万ドル)	249,724	274,114	274,114
換算レート	1US\$=Tk. 79.12	1US\$=Tk. 82.10	1US\$=Tk. 82.10
一人当たり GDP (ドル)	1,544	1,751	1,970
為替レート/1ドル	Tk. 80.44	Tk. 83.47	Tk. 84.45
実質 GDP 成長率	7.28%	7.86%	8.15%
物価上昇率	5.44%	5.78%	5.48%
輸出額 (百万ドル)	31,393	33,775	35,919
対日輸出額 (百万ドル)	667	782	859
輸入額 (百万ドル)	47,751	55,319	55,330
対日輸入額 (百万ドル)	1,672	1,886	1,828
外国直接投資 (FDI) 純受入額 (百万ドル)	2,455	2,580	3,889
海外送金額 (十億ドル)	12.8	15.0	11.9*
外貨準備高 (十億ドル)	32.4	31.5	32.0

*2018年7月-2019年3月

出所：バングラデシュ銀行 (BB)、バングラデシュ統計局 (BBS)、財務省、JETRO

5) 法制度、規制

バ国の投資窓口は、2016年にバングラデシュ投資開発法 (Bangladesh Investment Development Act, 2016) に則り設立された、バングラデシュ投資開発庁 (BIDA) であるが、輸出加工区への進出はバングラデシュ輸出加工区庁 (BEPZA)、また、経済特区はバングラデシュ経済特区庁 (BEZA) が担当窓口となる。BEZAは、2019年10月、経済特区に投資する際の関連許可手続きを1カ所で進められるワンストップサービス (OSS) センターを JICA の支援で開設した。

会社の設立は、会社法 (1994年) により規定され、株式有限責任会社、保証有限責任会社、無限責任会社の3種類の形態が認められている。手続きの流れとしては、商業登記所で会社設立承認証、バングラデシュ投資開発庁 (BIDA) への登録、地方自治体での営業許可証の取得、国家歳入庁 (NBR) での課税識別番号の取得、中央銀行への申請となる。また、国内販売を行う場合は、NBR での付加価値税の業者登録が別途必要。なお、支店や駐在員事務所の設立申請窓口は、BIDA となる。

バ国では、「国家産業政策令 2016」により外資に関する禁止4業種及び規制22業種が規定されている。禁止業種⁷は、1) 武器・弾薬・軍用機器、2) 原子力、3) 植林・森林保護地区の機械的方法による木材伐採、4) 紙幣印刷・造幣で、政府の事業許認可等が必要な規制業種は、1) 深海での漁業、2) 銀行・金融業、3) 保険業、4) 電力関連、5) 天然ガス・石油の調査・採掘・供給、6) 石炭の調査・採掘・供給、7) その他鉱物資源関連、8) 大規模インフラ事業、9) 精油、

⁷ JETRO ホームページ参照 https://www.jetro.go.jp/world/asia/bd/invest_02.html

10) ガス・鉱物資源を原材料として利用する中規模および大規模企業、11) 通信サービス、12) 衛星放送サービス、13) 航空旅客・輸送業、14) 海運業、15) 港湾建設、16) Voip/IP 電話サービス、17) 沿海部で採取される重金属を利用する産業、18) 爆発物製造業、19) 酸製造業、20) 化学肥料製造業、21) 産業汚泥および汚泥を原材料として利用する産業、22) 砕石業であり、本業務に係る業種は含まれない。

外資の出資比率については、一部規制のある業種はあるが、原則として外資の 100%出資が認められており、現地の民間及び公共部門との合弁も可能である。また、会社登録を行えば、外国企業でも土地の取得ができる。輸出加工区 (EPZ) への進出の場合は、30 年間の使用権を取得することができるが、土地を購入することはできない。金融業を除き、基本的には、国産化率、現地調達比率、輸出比率などに関する規制はない。従って、本業務に係るビジネス活動では、外資に関する規制はないと想定される。

● インセンティブ

本業務に関連する投資上のインセンティブとしては、以下が対象となる可能性がある。

1. 製造業に対する減税措置：製造業に対する減税措置のうち、2019 年 7 月～2024 年 6 月までに、市外 (Outside of City Corporation) で製造を開始した工場に付与される、製造開始後の 10 年間 20%のタックス・リベート。
2. BEZA 内に設立した企業を対象とした減税 [S.R.O. No. 226-law/Income Tax/2015 および S.R.O. No. 228-law/Income、2015 年 7 月 8 日発行]。

設立当初の 3 年間：法人税 100%減税

4 年目：法人税 80%減税

5 年目：法人税 70%減税

6 年目：法人税 60%減税

7 年目：法人税 50%減税

8 年目：法人税 40%減税

9 年目：法人税 30%減税

10 年目：法人税 20%減税

3. 輸出志向型産業・輸出関連産業への優遇措置：

- 機械および部品の輸入関税の減税 (1%)
- 保税倉庫の利用および見返り信用状開設が可能
- 関税還付制度の適用
- 取消不能信用状、確認信用状、売買契約書に対し、その 90%相当額の融資
- 輸出指向産業は、バングラデシュ中央銀行の外国為替規制に基づき、広告活動、海外拠点の開設、国際展示会への参加等のために、案件ごとの追加外国為替割当てがある。
- 手工業および家内産業による輸出収益には、所得税を免除。その他の産業については、所得税の割戻しが受けられる。
- 輸入禁止・制限リスト掲載品目でも、輸出品の生産に必要な素材であれば、輸入が許可される。
- 輸出品のための一定量の免税サンプルの輸入は、関連する政府方針に基づき許可される。

- 外貨建て信用状で決済される国内の産業、プロジェクトに対する国産品の供給は、間接的な輸出とみなされ、すべての優遇措置が受けられる。
- 財務保証制度あり。
- EPZ 内企業の製品の 10%は、外貨建て信用状で決済され、所定の税金を支払うことを条件に、国内一般関税地域への輸出が認められる。
- EPZ 外の 100%輸出指向産業は、所定の税金の支払いを条件に、製品の 20%を国内での販売が認められる。
- 政府が「奨励産業」に認定した輸出指向産業は、特別措置やベンチャーキャピタル支援を受けられる。

バ国には、指定業種に対する法人税の減免措置が導入されており、2019年6月まで適用されていた指定業種 23 項目の一つには、バングラデシュ産の野菜、果物の加工業が含まれていたが、2019年7月以降、2024年6月までに事業を開始する場合に適用されることとなった指定業種では、同項目が指定業種から外れた。よって「政府官報による通知で指定される業種」とならなければ法人税の減免措置は適用外となる。但し、ウィルスフリー苗の生産技術を移転中であり、この技術がバイオテクノロジーに適合すれば、生産するさつまいもが「バイオテクノロジーを利用した農産品」となり、指定業種に対する法人税の減免措置が適用となる可能性がある。

2019年7月の第一回現地調査時に、DAE で本業務の説明を行い、関連する許認可について相談したが、規制の対象となるビジネス活動ではないとの回答を得た。また、バ国政府は農作物輸出奨励のためにインセンティブとして輸出還付金制度を設定しているため、2019年9月の現地調査時に、サツマイモ加工品のインセンティブについて BAPA で聞き取りを行ったところ、同加工品については輸出インセンティブの対象ではないことが明らかになった。

バ国は、世界銀行の事業環境ランキング 2020 年では 190 ヶ国中 168 位と前年の 176 位から 8 位ほどランキングが向上したが、依然として南アジアの中でも最も低いランキングであり、ビジネス環境が整備されているとは言い難い。建設許可取得には 281 日を要するとされており、加工工場の設立を検討する際には注意が必要である。また、食品工場については衛生管理基準等、各種規制の適応が想定させるため、今後調査を行う予定である。

6) インフラ、関連設備等の整備状況

【栽培について】

サツマイモのパイロット栽培においては、現地にあるリソースを活用した従来の栽培方法から始めているため、栽培自体は可能であるが、収量及び質（サイズ、形状）の向上のためには何らかの改善が必要となる。ターニングポイントとなり得るのは、日本と同じように機械化であると考えている。

特に、日本でも非常に手間のかかる、①耕作（現存するローターでは長さが足りない）、②畝

立て（人力によるため非常に時間が掛かる）、③灌水（バケツ以外の手段が存在しないため、往復回数ばかりが増加し、必要な灌水ができていない）、④蔓切り（大人数を必要とする上、時間が掛かる）、⑤収穫（大人数を必要とする上、鋤による収穫は芋に傷をつけやすく、傷からの細菌混入により保管時に腐敗が進行する恐れがある）は手間が掛かり過ぎるため、栽培のモチベーションも低下する。短期的に見ても現状の都市化における人口移動、それに伴う日雇い賃金の上昇、そしてそれによる人材不足に加えて天候または労働時間の増長により、人力による限界点が見えてきた。上記 5 点は日本では専用機器が用意され、作業時間の短縮により栽培管理の質を上げることができるため、結果も出やすく、モチベーションをも高めることができる。しかし調査の結果、現状バ国に適したものは存在せず、もしくは存在はするが使用方法がわからないため、放置され、老朽化し、機械化が生産改革のインパクトとならずに生産力を低下させている。

バ国政府の統計でも、今後農業人口の減少はすでに試算されており、2040 年には全体の 40%まで下落するであろうとの見込みがなされている。農業の機械化は優先課題として、稲作を中心に田植え機、コンバイン、ハーベスターに対して政府から 50%の補助金が出されている。この施策は好評であるとメディアは紹介しているが、現状では 50%の補助があると雖も個人で保有するには金額が高く、農村部ではまだそれほど多く見かけない。

【工場設備について】

自社工場の建設はまだ実施できる状況にないが、電気に関しては工業用電力を引き込む際に、まず許可が下りたとしても、供給がされるかどうかの問題がある。バ国政府としては発電所の増産計画を遂行してはいるものの、いまだ停電が起こることも多く、ジェネレーターによる自家発電に頼らざるを得ない現状がある。また、食品加工においても不可欠である上水道については、日本国内でもそうであるが、ほとんどの食品工場では、井戸を掘り、地下水をポンプアップ後浄水した上で使用している。地下水脈に関しては、60m～120m程度のボーリングを行えば、ヒ素を含まず、食品用に使用出来る水質の水が確保できる事が確認されている。また、排水については、処理を施して排水する工場は大手企業以外では実施されておらず、川や沼などに処理せずに排水しているところもある。環境悪化もあり、今後規制が厳格化することが見込まれ、自社工場内の排水処理施設にて処理し、排水することが必須となる。

燃料となるガスについては、バ国内で現在産出されているものの枯渇も懸念されており、LNGへと転換を進めている。また、全国に対しては配管の設備が行き届いてないのが現況であり、ジェネレーターなど、大量に使用される内容に関しては禁止している。したがって、ガスを熱源とする方がコスト安に上がり、製造を拡大できるのではあるが、新規に工場に導入することは禁止されており、ディーゼルを使用することになるため、コスト高になっている工場が多い。

7) サツマイモの日本国内及びアジア市場の状況

日本国内においてのサツマイモ消費動向については、平成 23 年以降ほぼ横ばいの状況であるが、生産状況は全体的に縮小傾向にある。これは、栽培人口の減少によるものと推測され、サツマイモの輸入量は令和元年に乾燥と冷凍のもので 17 千トンが輸入されている。

冷凍サツマイモを例に挙げると平成 27 年以降、ベトナムからの輸入が最も伸びており、輸入金額は 10 億円を超える。また、日本からの輸出国としては、香港、シンガポールに、タイ、台湾に輸出されている。

表 9 日本国内甘藷栽培状況推移

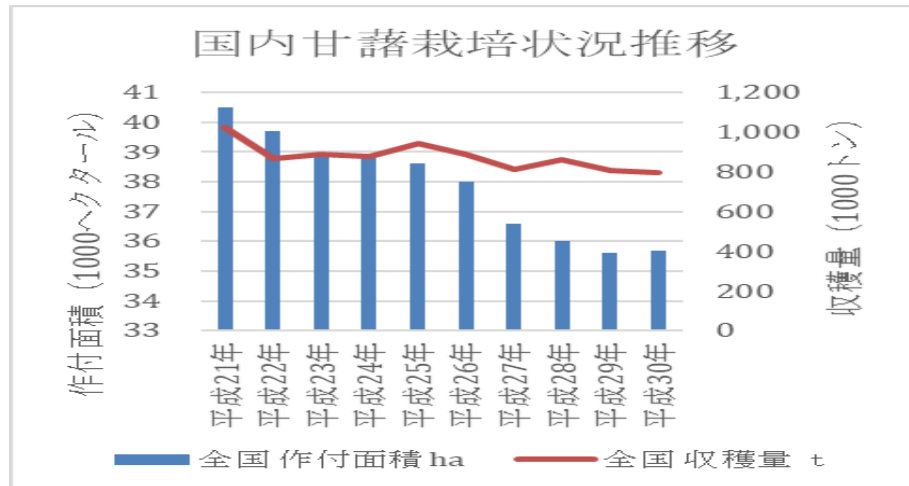
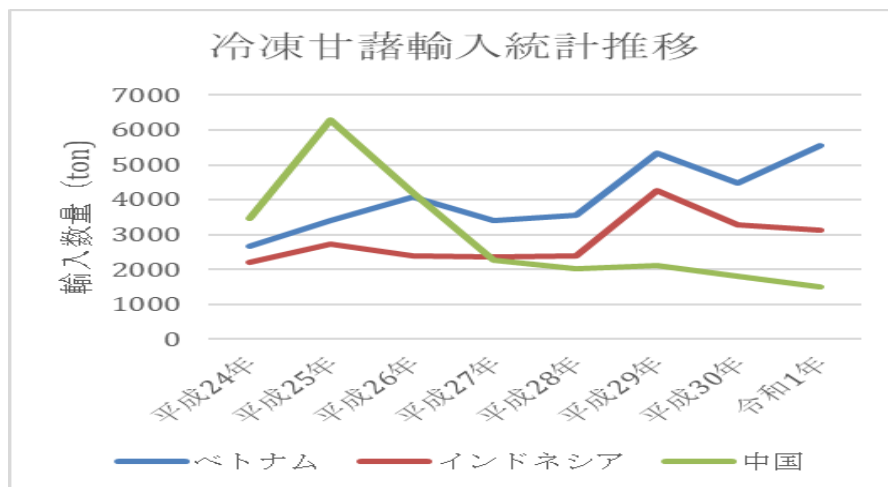


表 10 冷凍甘藷輸入統計推移



日本国内の用途としては、生鮮から、餡やスイートポテトと言ったデザート、大学芋や栗きんとんのような総菜と、非常に幅広いが、輸入元からのヒアリングによると、特に病院や学校給食で多く消費される。また、焼酎の原料として使用されることが多いとのことであった。

また、海外ではシンガポールやタイにおいて、「焼き芋」がブームとなり販売されている。販売されているのは日系のサツマイモではあるが、輸入元はベトナム産のものが圧倒的に多い。すでに問い合わせも来ており、十分に輸出先として期待できる。

2-2. SDGs/開発課題に関する調査

1) 事業対象地域における SDGs 達成への課題/開発課題の状況

既述のように、本事業では小規模農家に対して、日本種のサツマイモの栽培・土壌改良技術を移転し、高付加価値の換金作物栽培と収量の増加を目指した。パイロット地域の契約農家は、試行錯誤しながら当社方式の栽培方法を受け入れ、徐々に生産量、それに伴い収入も向上し、持続可能な農業の実現が見え始めている。しかしながら、長年の慣習による栽培方法を変えること、また栽培に対する意識を変えていくことは一朝一夕では達成することが難しく、今後も時間をかけながら粘り強く目標を達成していく必要がある（ゴール②）。また、「つくる側の責任」であるポストハーベストロスの削減については、生産時点でのロスほぼゼロになっているものの、生産後の熟成過程で、冷蔵施設において10%程度のロスが生じている。これについては、温度や湿度等の管理・保存方法について、その徹底を周知するとともに、引き続きその他の問題究明をしていかなければならない（ゴール⑫）。

2) 事業を通じた SDGs への貢献/開発効果の発現シナリオ

<p>1 投入するリソース</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農業技術専門家（3名）、農業研究者（教授2名、院生5名）、巡回指導員（11名、丸久栽培指導員として） ・ 流通専門家（2名） ・ 食品加工技術専門家（1名） ・ 種芋（3種） ・ 堆肥（一部材料） 農薬 ・ 食品加工機械（パルプ製造機またはサツマイモペースト用マッシャー） ・ 農機（サブソイラー、マルチ張り機、堀上機） ・ 堆肥舎 ・ 冷蔵貯蔵施設（レンタル）
<p>2 目標達成に向けた活動・結果</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現地栽培技術の確立及びガイドラインの開発 ・ 普及員養成（DAE・SAU・協力NGO職員を想定）のための研修（2回、約20名） ・ 農家リーダーに対する農業技術及びトラクター操作指導（8回/年、約30名） ・ 農家との売買契約締結、調達物流システム（集荷・選別・決済・貯蔵・輸送）構築と普及員・農家リーダーへの選別等技術指導（OJTで約30名） ・ 現地食品会社との加工委託契約及び同社に対する商品開発研修・製造管理指導（2回/年、約10名） ・ 商品の流通・販売・販路開拓（国内外） ・ リーダー農家に対する調理（焼き芋）指導* ・ 残滓リサイクルによる堆肥作りと農家への販売**

<p>3 期待される SDGs への貢献 (短期的効果)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・将来の普及員とサツマイモ栽培農家の新技術習得 ・深耕と有機物施用による土壌改良 ・上記技術による契約農家の高品質サツマイモの栽培・収穫と収量の向上 (50%) ・契約農家の農作物廃棄物ほぼ「ゼロ」へ ・収穫したサツマイモの加工製品開発 ・契約農家の年間所得増加 (50%)
<p>4 期待される SDGs への貢献 (中長期的効果)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・契約農家のサツマイモ収穫量の増加 (100%) ・契約農家の年間所得の増加 (100%) ・その他管区への普及と小規模農家の収入向上 ・サツマイモ加工製造と国内・日本・第三国で販売実施 ・日本市場の需要を満たす、グローバル・パートナーシップの活性化 ・JGAP・有機 JAS 等有機栽培認可申請 ・農家の栄養状態改善

*新型コロナウイルス感染拡大により現地調査が実施できなくなったが、本活動については遠隔業務での指導は困難と判断。

**当初予定していた本活動は、各農家において、規格等の面から販売できない生産品は自家消費・家畜飼料として 100%活用していることが判明。また、加工品が焼き芋となり、加工の過程においても残滓がほとんど発生しないため、堆肥作りは行わないこととした。

3) SDGs への貢献/開発効果の発現に向けた指標とその目標値

指標	目標値	実績値	詳細 (実績、残課題、今後の展望等)
契約農家のサツマイモ収量が増加する。	30 トン/ha	14.4 トン/ha	ベースライン調査実施時 10 トン/ha であったサツマイモ収量は、エンドライン調査時には 14.4 トン/ha と増加した。目標値には到達していないが、来期の契約農家が 158 軒と増えることから (現在 83 軒)、来期以降の収量増加が見込まれる。
契約農家のサツマイモ生産による家庭の年間収入が向上する。	30,000 タカ	87,675 タカ	ベースライン調査実施時、21,380 タカであったサツマイモ生産による平均年収は、エンド来調査時 87,675 タカと 4 倍あまりに増加した。
契約農家及び買取後のポストハーベストロスが減少する。	「ゼロ」に近づける	「ゼロ」に近づける	契約農家では、本事業で買取り後の残部は、家畜の餌として 100%引き取られた。また、買取ったサツマイモについては、冷蔵施設で保管しており、市場流通前の現段階ではポストハーベストロスはほとんど発生していない。加工の過程においても、加工品が焼き芋であることから、残滓はほとんど発生しない。なお、販売後の消費段階におけるポストハーベストロスの発生については、現段階では検証できない。

栽培の新技术移転により、普及員（DAE、SAU、協力 NGO）が育成される。	約 20 名	約 20 名	1 年目は農業技術の現地化段階であったため、2 年目に普及要員への技術研修を実施し、育成に努める予定であったが、感染拡大の影響を受け、研修は延期・中止となった。但し、SAU では本事業で移転している技術を用いたサツマイモの実験栽培を実施しており、DAE の職員には現場での協業等による OJT 方式の技術移転を行った他、自社のサイトスーパーバイザーを育成するなど普及員候補者約 10 名の育成は実施済み。
--	--------	--------	--

2-3. バリューチェーン調査

1) 調達に係る調査結果

サツマイモの栽培においては、4 県での総勢 107 農家、27.08 ヘクタールでのパイロット栽培により、日本種のサツマイモであっても栽培が可能であることが実証された。ただし、現地品種とは乾燥耐性に違いが見受けられ、栽培方法においても、資材の有無から全く同様の栽培方法は現状では実施することができない。そのため、日本と同じような収穫量をすぐに見込むということはできないが段階を経て収穫量を増加させることは可能である。

また、生産物の質に対しては、基準となる徳島産のサツマイモが Brix 値で 9%前後であることに對し、ボグラ産 9%、ガイバンダ産 11%、シェルプール産 11%の結果がでており、日本の物と遜色ないことが証明された。また、加工においては、電気オーブンを使用し、180℃・1時間半で加熱処理を行ったところ、徳島産の物が Brix 33%であったのに対し、バ国产のものも同様の 33%であったことから、加工処理に対しても対応できる性能であることが確認され、実際に食品工場での焼き芋の試作でも目標値 34%に対して 38.7%と良い結果を出すことができた。したがって、ビジネスに対するポテンシャルは十分にもつと言える。

ただし、品質に関しては、まだまだ現地の常識と栽培技術を向上させる必要があり、アジア圏一帯でもいえることだが、一般市場では 100g 以下の小ぶりサイズを一般にサツマイモと認識しているくらいがある。このことは、バ国の農業サイクルが、約 90 日で回っていることも起因しており、単価は安くとも、収入機会を増やすことに重きが置かれているともとれる。そのため、市場には小ぶりなサツマイモが多く、一般に小さいものとしての認識がある。しかし加工歩留まりの概念から考慮すると、より大きい方が効率もよく、ロスが少なくなるため商業作物としては改善の必要がある。近年はスーパーマーケットなど高級な販売店で輸入品も含めて一部大型（150g 以上）のものも増えてきている。このことは、新種の開発と農家の世代交代により意識改革が始まっている予兆ととらえることもできるが、実際の農場では人力や家畜耕作の限界に近づいてきており、さらなる品質の向上には農業の機械化と野菜の特性を見極めたロジカルな栽培が

重要であると考え。併せて世界基準では、安全の担保のために G-GAP の認証や、栽培履歴の提示が求められることから、バ国の農業としても、よりシステマティックな栽培方法に舵を取る必要があり、実際に農業局では重要産物を中心に機械化に対して補助金を出すことや、NGO が DAE と連携して、簡易トレーサビリティの構築などの取り組みを始めている。



*一般的にサツマイモの栽培では深く耕作することができず、土壌の深度が浅くなってしまふ為、曲がった芋になりやすく成長が阻害される傾向がある。

したがって、トラクターなどの汎用機が増加した暁には、専用アタッチメント等を用意することで、飛躍的に品質を向上させ、トレーサビリティの構築による安全性が担保された調達が可能になると見込んでいる。

尚、トラクターの運用に関しては、現地では農家が個人で所有することは一般的ではなく、委託を受けて耕作する専門の業者が存在している。農家が個人で所有しているケースは稲作用機械に関しては現在の DAE による機械化促進キャンペーンを利用し、農家のグループによる購入事例があるとのことだったが、メンテナンスを考慮すると個人で所有することは大変難しく、プロジェクトサイトでは個人所有のトラクターは一切確認できなかった。したがって、まずは専門業者と連携することが、費用対効果的にも有効であると考えられる。

2) 製造に係る調査結果

バ国内にある食品工場を多く視察したが、食品安全に係る認証を取得しているにも関わらず、衛生基準に準じた運営が出来てない事が実情であった。作業員については食品取扱用のユニフォームを着ていない工場がほとんどであり、作業場の入室時の手洗いなど、基本的な事が出来ないことを目の当たりにした。作業場内の造作も衛生的に造られておらずハード面については、問題が多く見受けられる。特に一次加工工場は作業場、作業員共に非衛生的であり、防腐剤などを使用することで細菌の繁殖を抑制しているような状況であった。ソフト面についても CCP (重要管理項目) の帳票類を記入している工場は少なく、輸出については非常にハードルが高い。

食品理化学知識についても、理解をしている開発担当者は少なく、経験値と勘で商品を作り上げている、もしくはヨーロッパから処方を買っているなどの企業が多く、自社で開発ができるような状況ではない。このことから食品安全に関する教育を徹底して、世界レベルに通用する食品工場を構築していく事がバ国の食品セクターの発展において必須である。これから輸出を進めていくには、食品安全に係る HACCP、FSSC、SQF などの世界認証が必要不可欠だが、基礎的

な食品安全の教育を末端の作業員まで植え付ける事が必要である。そのためには現地企業と連携して、根本的な衛生管理理念を改善することが最優先課題である。

商品の例として、年間 100 万トン収穫されているマンゴーの加工においては、ピューレ加工の際に、品種を分ける加工は行われておらず、マンゴーという一つの括りでマンゴー加工品が出来上がっている。これは、数多くある品種の特徴を理解していながら、単価と生産量だけに執着していることが原因であり、品種に拘り加工することで、保存性や付加価値を高めることにまで思慮が追いつかない結果であり、食味の良い品種が沢山ありながら惜しい事であり、世界の動向についても常にアンテナを張っておく必要がある。隣国のインドでは、アルフォンソのように品種別に特徴を謳うことで付加価値を与えつつ、高い評価を受けている。

サツマイモ加工の現地製造に関しては、食品製造大手の PRAN 社をはじめ、Golden Harvest 社、Agro Organica 社など、複数の候補と協議を重ねた結果、バングラデシュアイスクリーム大手の IGL00 社にて、具体的な加工製造工程についての協議を行い、一次加工としての「焼き芋」を製造、冷凍して日本に輸出を行った。しかし、COVIT-19 の影響により、日本市場が新商品に対して窓口を閉鎖されてしまった為、予定していた販売先が仕切り直しとなるなどビジネスモデルの大幅な変更が余儀なくされているが、輸入時にバングラデシュ側で、食品の輸出を日本に行った実績がないことからほぼ言いがかりに近いようなトラブルは発生していたが、日本国内の税関、検疫での問題も発生せず、日本企業からもサンプルに対する食味評価は高く、バ国工場でも適切な管理の下であれば製造は問題ないことが確認された。

バ国での試験製造状況

		
<p>①入荷</p>	<p>②カット</p>	<p>③洗浄</p>
		
<p>④洗浄後</p>	<p>⑤計量</p>	<p>⑥焼成</p>
		
<p>⑦冷却</p>	<p>⑧完成</p>	<p>⑨急速冷凍</p>
		
<p>⑩計量</p>	<p>⑪保管 (冷凍倉庫)</p>	

3) 流通に係る調査結果

流通は、現在バ国において主流となっているのはトラックによる陸送であるが、慢性的な渋滞、各橋での検問により、遅れが生じるケースが多々あり、遅延を加味した流通スケジュールが必要となる。チッタゴンまでの経路としては、川を利用した河川舟運も存在はあるが、船が老朽化しており、沈没の可能性も否めないことから陸送を勧められた。

現在のところ収穫量は多くなく、栽培地域が限定されていないこともあり、現地の運送業者を使用している。しかし、将来的にはノボカーゴ社の機動力を活かした輸送網の構築を進めていくことを想定しており、その物流パターンは、次の通りである。

- ① 農家から、サツマイモを冷蔵施設へ運搬→ノボカーゴ社の物流網を利用
(5-6 トントラックを 37 台所有)
- ② 冷蔵施設から加工工場へ運搬→同上
- ③ ②と同時に一部小売店に運搬→同上
- ④ 加工工場から小売店へサツマイモ加工品（ペーストを想定）を運搬→加工品メーカーの配送網を利用

なお、陸送においては、通常の 4T トラックでもラッシャヒーチッタゴン間がおよそ 4 万 TK で、港のゲートで待ちが発生することが多く、待ち時間は実費として要求される。

したがって、加工製品を冷凍して輸出する際には、チッタゴン港に冷凍倉庫が必要となるが、まだ賃貸倉庫は見つかっていない。バ国の輸出品目に冷凍食品があることが判明しており、チッタゴン港からは冷凍コンテナがあり、日系企業が冷凍・冷蔵輸送を行っている。また、クルナからエビ（ブラックタイガー）や蟹（ソフトシェルクラブ）を冷凍加工し、チッタゴン港から日本、およびヨーロッパに輸出している。ただし国内については、食品各社が独自に冷凍流通システムを構築している。スーパーマーケットはもちろんだが、少し大きめの地方にある個人店にも冷凍庫をメーカーから提供し、販売を行っている。近年では、食品会社である Golden Harvest 社と日本通運が業務提携を行い、コールドチェーンの構築に乗り出している。

現在加工生産を依頼している前出のパートナー企業 IGL00 社は、バングラデシュのアイスクリーム工場であることから、チッタゴンにも冷凍倉庫を保有しており、製品の船積みまでの保管はその冷凍倉庫を使用しているが、自社工場となった場合の対応に関しては検討中である。

4) 販売・マーケティングに係る調査結果

バ国内でのサプライチェーン調査を実施した。ダッカ市内では、スーパーマーケット（アゴラ、ショプノ、ミーナバザール）を訪問し、調査を行った。バ国のスーパーではほとんど同じような品揃えであり、商品分類も生鮮（精肉・鮮魚・野菜・果物）、グローサリー、デイリー商品（牛乳など）に大まかに分類されるが、特徴的にはデリカ商品（即食製品）が非常に少ないことが挙げられる。揚げ物（サモサ、シンガラ、フライドチキンもしくはヌードル（焼きそば））等は販売されているが、非常に弱い印象を受けた。これは、かねてより外食文化よりも家食文化が根付

いていることの結果と推測されるが、どこのお店も基本的に同種類の商品を販売しており、デリカによる差別化などは確認できなかった。

青果としてのサツマイモ販売については、現地品種のものが 45tk から 105tk までで、平均は約 80tk。平均のサイズは 100-150g 程度で小さなサイズが多いが、最近は大きなものが好まれるようになってきたとのこと。現在販売されているものは大きさや形が均一ではなく、これにより価格が変動しているようである。商品自体は、「ス」の入ったものや、写真 (pp. 32) のように土壌が固すぎて変形したイモがかなり見られ、状態も価格に影響があると思われる。

また、ローカルのケーキショップ、スイーツ屋も訪問したところ、スイーツは 1 個 80tk で販売されているものもあり、高価である印象を受けた。材料は卵、砂糖、小麦粉などでありほとんどが砂糖漬けで甘味が強いのが特徴である。生地にサツマイモペーストを練りこむことで新たな製品の開発ができないかとも検討しているが、日本の「栗きんとん」などはバ国でも適用できそうな印象である。サツマイモの加工製品として、アジア圏他国でヒットしている焼き芋は、元々バングラデシュにもサツマイモを蒸かして食べる習慣があることから販売の可能性を感じている。日本でよく販売されているスイートポテトも現地で試食を行ってみたところ、大変好評であった。

本事業に係るマーケティングについては、バ国内で生産していることから「鳴門金時」の商標を使用することができないため、「金時美人」という新たな商標登録を販売の見込めるタイ、香港などのアジア市場を中心に行い、ブランド化を進めていく方針である。加工サンプルとして製造した「焼き芋」を日本のヘビーユーザー（製館会社など）に試して頂いたところ、日本のものよりも柔らかい性質と自然な甘さは、スイートポテトなどに非常に適するとして、自前でサンプルを作成するほど好評を頂くことができた。以下に現時点でのサツマイモ製品における主な販売形態、販売経路をまとめた。

① サツマイモペースト

最も需要の多い形態、日本市場は中国、インドネシアから大量に輸入、主にきんとんの原料として使用され、和菓子、洋菓子業界で使用される、日本での卸価格は 300-400 円程度 (FOB 価格で 2.5 ドル前後)。

② 大学芋

一定の根強い人気があり、バングラデシュ及び第 3 国 (タイなど) での加工を行うことにより、日本市場だけでなく第 3 国での販売が可能である。

③ 焼き芋

バングラデシュ国内、タイ、シンガポールなどの小売業の店頭やスイーツ店で販売可能 (ドン・キホーテのシンガポール店は月間 1300 万円の売上、食品の単品で No. 1 の売上)

④ 冷凍芋の輸出

日本で加工を行う為色々な用途に加工が可能、但し原料での販売の為販売価格は低い

⑤ 干し芋

バングラデシュでの加工が必要、現在日本の技術を入れた 1 社が製造可能（ドライマンゴーを製造）、販売先は日本以外の市場（日本の品質管理要求に合格する生産体制が必要）、ただ現在中国での需要が大きく（日本は買い負けている）中国をはじめとするアジア市場での販売が可能、今後バングラデシュの企業と製造拡大についての打ち合わせ必要。

⑥ その他

サツマイモパウダー、焼酎原料、サツマイモチップス等は大掛かりな製造設備が必要であり、大手の企業の誘致、または製造依頼が必要であり、今後日本企業、現地企業との打ち合わせが必要。

競合他社についても調査を行ったところ、インドネシアでサツマイモの加工食品を製造・販売する会社がバ国進出に関心を持っている。また、海外大手の果物会社もバングラデシュのマンゴーに興味を示しており、2020 年をめどに進出が検討されていたが、COVIT-19 の影響のためか進出はまだ確認されていない。ターゲットがサツマイモではないため、直接競合するわけではないが、各国からバングラデシュの農産物に対しスポットが当たっていることが伺える。

また、今後の国内市場への進出も視野に、バ国内市場向けの商品開発、ターゲット層の仮説抽出、訴求方法の仮説抽出を行うことを目的とし、バ国市場におけるサツマイモ菓子の受容性の確認調査を実施した。調査対象者は SAU、JICA、赤十字のスタッフで、①男性大学院生（20 代）②男性 30 代～50 代、③女性大学院生（20 代）、④女性 30 代～50 代、⑤男女混合 30 代～50 代の 5 つのチームに対し、グループインタビューを行った。男性グループより女性グループの方がより関心を示すこと、年齢層によってサツマイモに対する印象が異なること、また全体的にチップス状の菓子は甘味より塩味やスパイシー味が好まれること、クッキー状の菓子は甘味が好まれることなど、今後サツマイモを商品化していくあたり、参考となる結果を得ることができた。また、スナックは 6 歳～15 歳位の子どもたちがより好んで食べる傾向にあることやスナック・菓子類は親が買い与えるのではなく、子ども自身が購入することが多いと判明したため、その後フォローアップの調査を現地再委託で行った。対象者は 10 代の男女 57 名で、男女比はほぼ同率で実施した同フォローアップ調査では、成人と同様に塩味・スパイス系のスナックを好む傾向がみられたが、成人が伝統的なお菓子を好む傾向であったの対し、若い世代では市販の袋菓子を消費する機会が増加しており、日本や欧米に近い消費傾向が見られたほか、経済成長を背景に、消費意欲も旺盛化している様子が散見された。この状況から判断すると、本業務に好ましい国内市場が今後形成される可能性が期待できる。

2-4. 事業計画の策定

1) 事業化を目指すビジネスモデル

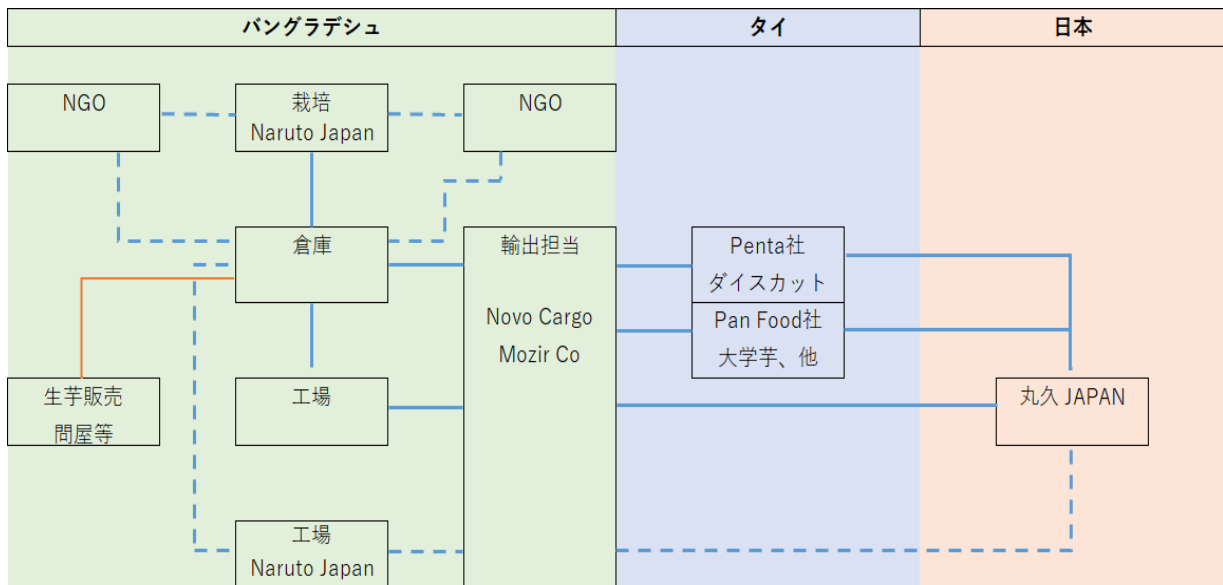


図 8 事業化をめざすバリューチェーンマップ

丸久では事業化を目指し、すでに現地に Naruto Japan という会社を現地に設立している。Naruto Japan は各地域の農家との直接契約を行い、栽培技術と GAP に準じた栽培の指導及び資材の提供を行うことで、収穫量の拡大と安全性を高めた栽培を目指す。また収穫された生産物は Naruto Japan が買い取り、国内外への加工工場、市場への販売を行う。各工場で製造された商品は丸久が購入し、日本国内もしくはアジア各国へと輸出、販売を行うことでビジネスモデルに取り組んでいる。

また、栽培地で地元根差して活動を展開している DAE (SAAO) や NGO とも連携を取り、より細やかな栽培指導を行うことで、国際需要に合致する品質の向上を図ることも検討している。特に DAE は、2020 年 3 月より、バ国政府独自のプロジェクトとして”Tuber Crop Development Project”を 3 年の期間で実施しており、丸久と活動を共にしてきたこともあり、丸久とのより強い連携によるサツマイモ栽培に強い関心を持っている。

そのため、3 年間のプロジェクト期間内に、DAE と共同して栽培地域の拡大、サツマイモ栽培技術の底上げが図れるものと期待しており、現在協議中である。

2) 採算性確保までの見通し（売上、コスト、利益）

表 11 5 か年収支計画

(単位：千円)

		年度	2020	2021	2022	2023	2024
Naruto Japan	収入	収穫量 (ton)	600	1000	1500	2000	2500
		売上	24,000	40,000	60,000	80,000	100,000
	支出の部	栽培費用	16,638	26,825	35,862	46,698	57,534
		人件費	4,320	7,200	10,800	14,400	18,000
		旅費交通費	810	900	990	1,089	1,198
		地代家賃	1,248	1,248	1,248	1,248	1,248
		消耗御品	200	320	480	640	1,000
		雑費	300	480	720	960	1,500
		通信費	480	480	480	480	480
	車両費	672	672	672	672	672	
	販売管理費合計	24,668	38,125	51,252	66,187	81,632	
	営業利益合計	-668	1,875	8,748	13,813	18,368	
丸久米製菓株式会社	収入	製品購入 (ton)	408	680	1,020	1,360	1,700
		売上	142,800	238,000	357,000	476,000	595,000
	支出の部	仕入高	102,000	170,000	255,000	340,000	425,000
		一般管理費	15,000	20,000	25,000	30,000	35,000
		旅費交通費他	1,200	2,000	2,500	3,000	4,000
		保管費用	5,400	9,000	13,500	18,000	22,500
		その他経費	500	1,000	1,500	2,000	2,500
		経費計	124,100	202,000	297,500	393,000	489,000
		営業利益	18,700	36,000	59,500	83,000	106,000

日本の輸入元からの聞取りから、日本ではインドネシア産のサツマイモのペーストが 1 kgあたり 350 円～400 円で取引されているとのことで、販売価格を市場価格の 350 円/kgをベースとして、現地での実績を基に試算を行った。アイテムとしては、当初干し芋をターゲットとしていた当プロジェクトであるが、プロジェクト期間である 2 年間で大きく市場が変化しており、また、バンガラ産のサツマイモの特性から、焼き芋、ダイスカットへと変更した。焼き芋を使用したペーストも製造は可能であるが、現在インドネシアからのペースト輸入量が拡大しており、価格の下落が認められる為、アジア圏でも人気のある焼き芋や、ダイスカットなどの 2 次加工原料の製造を計画し、バ国現地の協力工場との生産体制の構築を進めている。すでに焼き芋に関しては、IGLOO 社が製造設備を持ち、日本に輸出した実績もあるため、引き続き同社での製造を計画しているが、その他のアイテムに関しては、別の加工工場と連携し製造を行うことも検討している。これは、今回の COVID-19 の影響によるロックダウン、その他政治不安によって度々発生するデモやストなどによる遅延や休止のリスクに対し、分散することで製造が止まってしまうことのリスク回避を目指したものである。

2-5. JICA 事業との連携可能性

1) 連携を想定する JICA 事業と連携内容

中間報告の段階で検討していた以下2件のフォローアップ状況についてまずは説明したい。

- 「日本市場向けバングラデシュ IT エンジニア育成プログラム /B-JET (Bangladesh-Japan ICT Engineers' Training Program)」： 契約農家の拡大やトレーサビリティの確立に向け、農業 IT 技術の導入が望ましいと考え、同プログラムとの連携による農業 IT 技術の開発と導入の可能性を検討するために、徳島県内の IT 企業が同プログラムで要請されたエンジニアを雇用する計画があったことから同 IT 企業と情報交換を行った。しかし、同 IT 企業が雇用を保留としたため、本事業との連携が難しくなった。
- 民間セクター開発プログラムや小規模農家農業生産性向上・多様化振興融資事業との連携についても検討も行ったが、直の連携により効果が期待できるプロジェクトは見つからなかった。現地で生産されたサツマイモは、現在のところバングラデシュの食品会社に加工を委託する予定であるが、自社工場を設立して製造を行うよう事業体制を変更する際には、JICA の支援でバングラデシュ経済特区庁 (BEZA) が日本企業と開発を行っているナラヤンガンジの経済特区への参入などを検討していく予定である。

2) 連携の必要性、連携により期待される効果

- B-JET 生との連携： 農業 IT 技術を導入する際には、B-JET 生と連携することで、日本・バングラデシュ双方の文化的背景や商習慣に則ったソフトウェアの開発が容易になるというメリットが本業務にあり、一方で B-JET 生は、日本企業との連携経験を就職活動に活かすことができる Win-Win な状況が想定できる。
- 新プロジェクトとの連携： 本事業は DAE の根菜プロジェクトへの採択の可能性が出てきたことから、同プロジェクトを支援する JICA と DAE の新たな技術協力事業への展開が期待できれば本業務にとっては最適な形での JICA との連携となり、小規模農家への現地に適した日本発の農業技術の普及とその活用による収入増加への貢献度が高まり、また本業務で進めているポストハーベスタロスの発生を控えたサツマイモのバリューチェーン構築が加速し、最終的にはバングラデシュの輸出作物の多様化などの経済成長とポストハーベスタロスの減少、つまり SDGs のゴール②と⑩の達成に寄与すると考えられる。
- JICA 新プロジェクトとの連携： 貴機構が現在協力実施調査を行っているという食品バリューチェーン強化事業が開始される場合、現地食品会社の財政・技術支援が含まれるとのことであるので、本事業でサツマイモの加工を委託する予定の企業を通じた連携ができれば、技術移転とその定着が容易に進む可能性がある。また、契約農家により農機のグループによる共同購入の仕組み作りを支援する場合には、SHEP (市場志向型農業振興アプローチ) との連携により、他国での好事例の研究機会を創造し、より良い仕組みづくりに繋げるべく、検討・相談をさせていただく予定である。

別添 Sher-e-Bangla Agricultural University 報告書



Feasibility Survey for SDGs Business on Sweet Potato Production, Processing and Marketing for Improvement of Small Scale Farmers' Income and Reduction of Postharvest Losses

Final Report

June, 2020



Submitted to
Maruhisa Company Limited, Japan

Submitted by
Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka, Bangladesh

June 2020



PROJECT BRIEF

Project Title: Feasibility Survey for SDGs Business on Sweet Potato Production, Processing and Marketing for Improvement of Small Scale Farmers' Income and Reduction of Postharvest Losses

Project Start Date: 01 July 2018

Project End Date: 30 June 2020

Reporting Period: July 2018-June 2020

Project Budget: Tk 26,48,000/-

Implementing Partner: Sher-e-Bangla Agricultural University (SAU), Dhaka, Bangladesh

Project Area: Research activities covered 6 areas (district) of Bangladesh namely Dhaka, Bogura, Gaibandha, Sherpur, Shariatpur and Jamalpur. Sher-e-Bangla Agricultural university research field for Dhaka and farmer's fields of other locations were used for this activity.

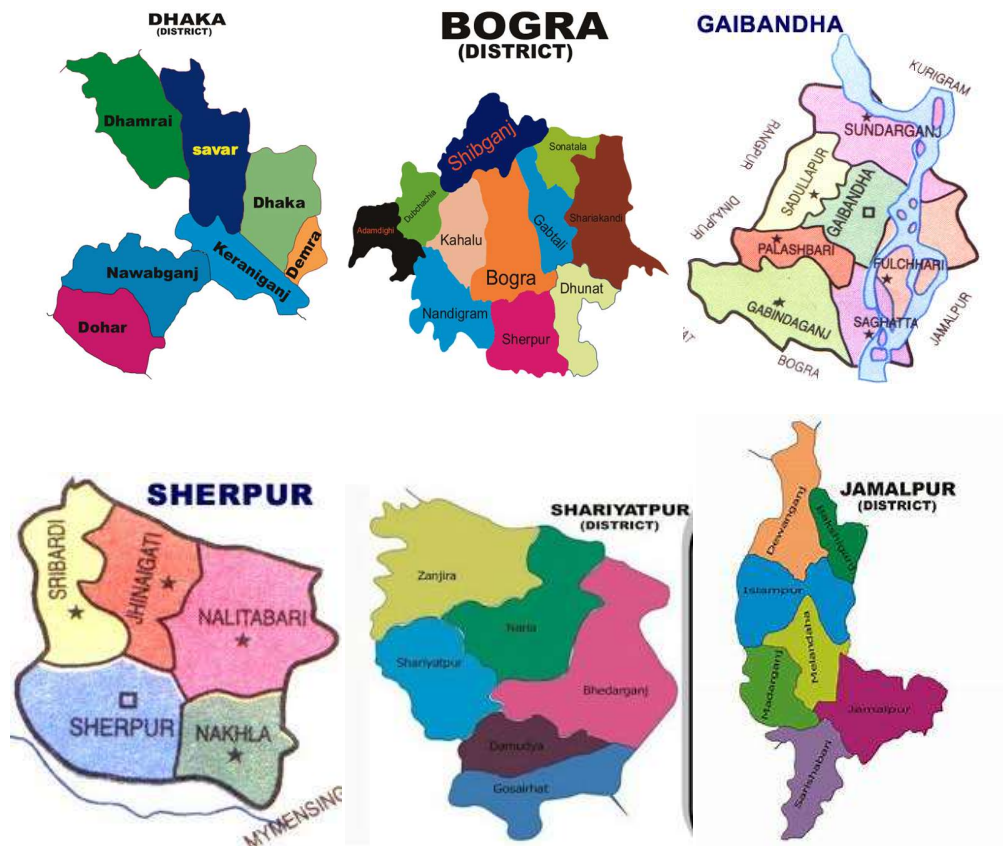


Image of covered working areas

Objectives : The overall objective of the project is to compare the yield performance between local and exotic sweet potato varieties and to optimize the fertilizer dose for sweet potato cultivation as well as to identify the effect of mulching on sweet potato production as well as virus free vine production which increase the small scale farmer's income of Bangladesh.

Key achievements: Major results achieved from the project are as follows:

1. Identified the best yielding sweet potato variety for yield and quality
2. Demonstration of sweet potato production at farmer's field
3. Identified the best mulch material for sweet potato production
4. Establishment of tissue culture sweet potato vine for free from virus

Research personnel:

1. Principal Investigator: Prof. Dr. Kamal UddinAhamed, Department of Agricultural Botany, Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka-1207, Bangladesh
2. Co-principle Investigator: Prof. Dr. Md. Sekendar Ali, Department of Agricultural Extension and Information System, Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka-1207, Bangladesh
3. Co-principle Investigator: Prof. Dr. Md. Ekramul Hoque, Department of Biotechnology, Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka-1207, Bangladesh
4. Co-principle Investigator: Prof. Dr. Md. Ashabul Hoque, Department of Agricultural Botany, Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka-1207, Bangladesh

TABLE OF CONTENTS

Section	Page
Project Brief	02
Acronyms	05
Executive Summary	06
Plan of work	08
Data analysis	19
Results and Discussion	19
Experiment 1. Yield Performance of Sweet potato Varieties in Different Fertilizer Doses at Sher-e-Bangla Agricultural University Research Field	19
Experiment 2. Effect of Different Mulch on Yield of Sweet potato	25
Experiment 3. Yield Performance of Sweet potato Varieties in Different Soil Condition of Farmers Field in Bangladesh	30
A. Location: Bogura	30
B. Location: Gaibandha	33
C. Location: Sherpur	35
D. Location: Shariatpur	38
E. Location: Jamalpur	40
Experiment 4. <i>In vitro</i> regeneration and large scale micro-propagation of sweet potato (<i>Ipomoea batatas L</i>)	42
Recommendation	64
Appendices	65

Acronyms

SAU	Sher-e-Bangla Agricultural University
MHJ	Maruhisa Japan
JICA	Japan International Cooperation Agency
BARI	Bangladesh Agricultural Research Institute
TCRC	Tuber Crops Research Centre
DAE	Department of Agricultural Extension
SDGs	Sustainable Development Goals
DAP	Days After Planting
TSS	Total Soluble Solid
SP	Sweet potato
RCBD	Randomized Complete Block Design
LSD	Least Significant Difference
cm	Centimeter
kg	Kilogram
%	Per cent

Executive Summary

Sher-e-Bangla Agricultural university is implementing a research activity on improve sweet potato production technology to increase the small scale farmer's income of Bangladesh. The project is supported by Maruhisa Co. Limited, Japan with the financial assistance of Japan International cooperation Agency (JICA) with the collaboration of Department of Agricultural Extension (DAE). This research include to test local and exotic sweet potato variety for yield and quality and to optimize the fertilizer dose for sweet potato cultivation as well as to identify the effect of mulching on sweet potato production. Another aim was virus free sweet potato vine production through meristem culture by tissue culture method. Experiment on fertilizer dose was set up five locations namely research field of Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka and also farmer's field of Bogura, Gaibandha, Sherpur, Shariatpur and Jamalpur in 2018-19 and 2019-20 growing seasons. This experiment was laid out by Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. Among the sweet potato varieties, Kokei gave the highest yield (24.40 t/h in 2018-19 and 20.56 t/h in 2019-20) at Sher-e-Bangla location which was followed by BARI SP-12 (23.78 t/h in 2018-19 and 16.69 t/h in 2019-20). But the variety Kougane gave the lowest yield which was followed by Beni. For interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer showed statistically significant variation for yield. The combination V_3T_2 (Kokei variety with Maruhisa fertilizer dose) showed the best result for yield and produced 32.55 t/h in 2018-19 and 28.05 t/h in 2019-20 which was followed by V_4T_2 (30.06 t/h in 2018-19 and 20.12 t/h in 2019-20). On the other hand, V_2T_0 combination showed the lowest yield. These results indicate that Maruhisa fertilizer dose can be useful for higher yield for sweet potato variety. Moreover, Kokei variety is more responsive to Maruhisa fertilizer dose and this variety may cultivate for more sweet potato production as well as more income generation by farmer. Among the varieties, Kokei showed the highest Total Soluble Solid (%) content (14.21% in 2018-19 and 14.64% in 2019-20) followed by BARI SP-12 (13.93% in 2018-19 and 13.36% in 2019-20). But the variety Beni showed the highest dry matter content (38% in 2018-19 and 35.88% in 2019-20) and the variety BARI SP-12 (34.33% in 2018-19 and 29.55% in 2019-20) showed the lowest dry matter content.

For mulch experiment used straw and black vinyl mulch with three exotic varieties. For interaction between sweet potato variety and different mulches for yield performance indicated significant difference and the treatment combination V_3M_2 (Kokei with black vinyl mulch) showed the highest

yield (32.44 t/h) and the V₂M₀ (Kougane variety without mulch) gave the lowest yield (10.29 t/h) during 2018-19. Similar results also found in 2019-20 where V₃M₂ (28.93 t/h) performed the highest yield of sweet potato. Moreover, the variety Kokei showed better yield in farmer fields in different locations.

Tissue culture was conducted to develop an *in vitro* regeneration protocol in sweet potato at the Department of Biotechnology, Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka. Four Sweet potato varieties viz Beni, Kougane, Kokei and BARI Sweet potato-12 were used. The phytohormones BA, IBA and 2,4-D were applied to observe the potentiality of each hormone on plantlet production. Meristem was used as explant for callus induction and subsequent plantlet regeneration. The cultivar Kougane took minimum days for shoot regeneration from callus in the treatment 0.5mg/l of 2,4-D. The highest number of shoots was noticed by the variety Kokei in the same treatment. The treatment 0.5 mg/l of 2,4-D showed best response on callus induction and the variety Kokei was more responsive in plantlet regeneration from meristematic tissue. The node and shoot tip were used for direct plantlet regeneration on MS media supplement with different concentration of BA and IBA either individually or in both combination. The treatment 1.0 mg/l BA resulted highest length of shoot 7.50 cm, 8.25 cm, 7.90 cm and 8.25 cm in the variety Beni, Kougane, Kokei and BARI SP-12, respectively. The highest percent of node development was recorded in the variety Kokei. The combine effect of BA and IBA was evaluated for plantlet regeneration and it was noticed that, the treatment 1.00mg/l BA +2.00mg/l IBA took minimum days for shoot initiation. The variety BARI SP-12 and Kokei showed highest number of node in the treatment 1.00 mg/l BA+ 2.00mg/l IBA. Healthy, robust and good quality plantlets were regenerated in all the four varieties. Among them, the variety Kokei showed best performance in all the parameter under studies. More than 80% plantlet were survived net house and in open field condition. An efficient protocol has been developed for *in vitro* regeneration of sweet potato which can use for large scale commercial purpose of plantlet production.

Key words: Sweet potato, fertilizer, mulch, meristem, regeneration

Research Agreement

The research agreement was done between Maruhisa Co. Ltd, 72 Hamabatakita Saita Muya-cho Naruto-City, Tokushima 772-8508, Japan which will act as first party and Sher-e-Bangla Agricultural University, Sher-e-Bangla Nagar, Dhaka 1207, Bangladesh will perform as second party. The agreement was started from 1st July 2018 and continued up to 30 June 2020.



Image 1: Research agreement handover after signing between MHJ and SAU

Plan of work

Experiment 1.

Yield performance of sweet potato varieties in response to different fertilizer doses at Sher-e-Bangla Agricultural University

Objectives:

1. To compare the yield performance between local and exotic sweet potato varieties
2. To optimize the fertilizer dose for sweet potato cultivation

Experiment 2.

Effect of different mulches on the yield of sweet potato

Objective:

1. To find out the effect of different mulches on sweet potato production

Experiment 3.

Yield performance of sweet potato varieties in different soil condition of farmers field in Bangladesh

Experiment 4.

***In vitro* regeneration and large scale micro-propagation of sweet potato (*Ipomoea batatas L*)**

Objectives

1. Meristem culture and callus induction in sweet potato.
2. Virus free plantlet regeneration in sweet potato.
3. To study the effect of different hormone on *in vitro* regeneration of sweet potato.
4. *In vitro* regeneration protocol development in sweet potato.
5. Disease free large scale plantlet production in sweet potato.

Experiments 3 was as the experiment no. 1 had been set up at five locations of Bangladesh and the experiment 2 and 4 had been set up only on one location at SAU in two consecutive growing seasons during 2018-19 and 2019-20.

A. Experiment conducted at different locations

- i) Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka (Middle of the country)
- ii) Gaibandha (Northern part of the country)
- iii) Bogura (North-west part of Bangladesh)
- iv) Sherpur (North part of Bangladesh)
- v) Shariatpur (Southern part of the country)
- vi) Jamalpur (Northern part of the country)

B. Planting of sweet potato seedlings

C. Vine multiplication

D. Improved compost preparation

E. Transplantation in the experimental plot

F. Harvesting and data collection

G. Tissue culture (meristem) for virus free vine production

H. Training on sweet potato production

Seed bed preparation

Raised seed bed for sweet potato vine production was made by brick wall which was filled in with sandy loam soil. There were four seed beds and each bed size was of 3 feet width and 10 feet length. A shade was made by bamboo with vinyl sheet above the seed bed to protect the seedlings from the damage by heavy rainfall during the germination and growing periods. Bed was prepared by spading along with mixing fertilizers and cow dung. Seeds of four varieties namely Beni, Khogane, Khokei and BARI Sweet potato-12 were treated by Mancozeb fungicide @ 20g/10L water for 20 minutes. Distance between line to line and seed to seed was maintained 8 inches and 10 inches, respectively with maintaining a depth of 1 inch. Moreover, the areas of seed bed along with multiplication beds were protected by fencing with concrete pillars and nylon net.

Table 1: Seed bed detail of sweet potato at a glance

Size of seed bed	Fertilizers				Seed treatment	Spacing
	Cow dung	Urea	TSP	MP	Mancozeb	Line × Seed
10' × 3'	6 kg	50 g	45g	60g	2g/L water	8' × 10'



Image 2: Brick structure view of seed bed



Image 3: Monitoring the structure by Prof. Hoque and Mr. Kasatani

Some images of Seed bed preparation:



Image 4: Base soil (vita mati) and traditional compost mixing in 2018



Image 5: Dipped seed tubers into Mancozeb solution in 2018



Image 6: Seed tuber sowing in 2018



Image 7: Growing plant from seed tubers bed in 2018



Image 8: Dipped seed tubers into Mancozeb solution in 2019



Image 9: Planting of treated seed tuber in 2019

Sweet potato vine multiplication

Four beds for each variety were prepared for sweet potato vine multiplication and area of each bed was 2 m x 3 m. For that reason, sand and sandy loam soils were mixed for better vine growth. Cow dung, urea, TSP and MP fertilizers were applied @ 10 t/h, 180 kg/h, 170 kg/h and 200 kg/h, respectively. Vine of sweet potato was transplanted maintaining distance between lines and cuttings as 60 cm and 30 cm, respectively, where each cutting contains at least three nodes in the

soil. After transplanting, soil moisture was strictly maintaining 70% by applying irrigation. Weeding was done and insecticide & fungicide were applied whenever necessary.

Table 2: Detail of sweet potato vine multiplication bed at a glance

Bed size	Fertilizers				Spacing	Pesticide
	Cow dung	Urea	TSP	MP	Line × Vine	Cypermethrin
2 m × 3 m	10 t/h	180 kg/h	170 kg/h	200 kg/h	60 cm × 30 cm	5 ml/10 L water



Image 10: Preparation of vine multiplication bed



Image 11: Vine multiplication bed after transplanting vine cut

Compost preparation

Improved compost was prepared in a wooden box of 5 ft length, 3 ft width and 3 ft depth. The materials for the preparation of compost were used as rice husk, rice bran, poultry liter and molasses in the ratio of 10:1:1.5:0.5. Molasses was mixed in 10 L fresh water and all the materials

were mixed properly in the box and were covered by polythene. There is need to remix with 500 g urea/20 L water for keeping the compost moist and to release heat produced during fermentation and it needed 3 months to be decomposed.

Table 3: Quantity of raw materials for compost preparation

Box size	Compost materials				Mixing interval
	Rice husk	Rice bran	Poultry liter	Molasses	
5' × 3' × 3'	300 kg	30 kg	45 kg	15 kg	15 days



Experimental field development at SAU

The experimental site is situated in the subtropical zone. The soil of the experimental site lies in agro-ecological regions of “Madhupur Tract” (AEZ No. 28). Its top soil is clay loam in texture and olive grey with common fine to medium distinct dark yellowish brown mottles. The pH 4.47 to 5.63 and organic carbon contents is 0.8. The field was ploughed each three times by cultivator and rotavetor to produce the soil into good tilth with the depth of 10 inch. By adding sand of three inches, the soil texture turned into sandy loam which contains up to 40% sand in it. Then the sand was properly mixed into the soil by ploughing with cultivator and rotavetor again.



Image 14: Fine sand adding on main trial plot



Image 15: Cow dung adding on main trial plot



Image 16: Mixing of sand by tractor with rotavator in main trial plot

Image 17: Treatment application on main trial plot

Transplantation

Transplantation was done at Bogura, Gaibandha, Sherpur and Shariatpur location on 9, 10, 13 and 15 November 2018, respectively. The experiment was set up at SAU field on 18 November 2018 which was laid out in Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. There are two experiments set up at SAU field namely fertilizer and mulching effect where treatments were applied as per experimental design. The plot size was 3 m x 1.8 m maintaining 60 cm x 30 cm for line and plant distance, respectively. Similar experiment was set up at SAU, Bogura, Jamalpur and Sherpur on 28 November, 4 December, 6 December and 8 December, respectively in 2019.

Table 4: Sweet potato trial cultivation location and details at a glance

Location	Date of transplanting		Fertilizer treatment	Mulching	Spacing
	2018-19	2019-20			

Bogura	9 November, 2018	4 December, 2019	Control, Maruhisa and BARI dose		60 cm x 30 cm
Gaibandha	10 November, 2018		Control, Maruhisa and BARI dose		60 cm x 30 cm
Sherpur	13 November, 2018	8 December, 2019	Control, Maruhisa and BARI dose		60 cm x 30 cm
Shariatpur	15 November, 2018		Control, Maruhisa and BARI dose		60 cm x 30 cm
SAU	18 November, 2018	28 November, 2019	Control, Maruhisa and BARI dose	Control, Straw and vinyl mulch	60 cm x 30 cm
Jamalpur		6 December, 2019	Control, Maruhisa and BARI dose		60 cm x 30 cm



Image 18: Treatment wise bed preparation in main trial plot at SAU



Image 19: Ridge making in each bed in the main trial plot at SAU



Image 20: After transplantation vine cut in main trial plot at SAU



Image 21: After irrigation in main trial plot at SAU



Image22: Trial plot preparation and vine transplantation at SAU

Intercultural operation

Irrigation was done immediate after transplant of the sweet potato vines. Weeding was also done whenever necessary. Soil moisture was maintained by irrigation. Insecticide as cypermethrin was sprayed for controlling different types of insect of sweet potato.



Image 23: Weeding in the main trial plot



Image 24: Weeding in the main trial plot

Collection of experimental data

Data on different yield contributing and yield parameter as well as quality parameter was taken from different experimental locations. Data was recorded on plant height, number of branch and number of leaf at 40, 70 and 100 days after planting (DAP). The sweet potato crop was harvested after 140 days after transplanting.



Image 25: Harvest data collection at Bogura during 2018-19



Image 26: Harvest data collection at SAU during 2019-20

After harvest data such as number of tuber per plant, tuber weight per plant (kg), tuber length (cm), tuber diameter (cm), yield per plot (kg), yield (t/h), Dry matter content of tuber, TSS (%) of tuber was recorded from different experiment. Moreover, some ecological data such as soil temperature, soil moisture and soil pH was also recorded from different locations.



Image 26: Harvest data collection at SAU during 2018-19

Data analysis

The collected data on different parameter were made in mean for each replication and it is arranged sequentially on excel computer programme. The mean data for each character were analyzed statistically following Randomized Complete Block Design (RCBD) by R-computer package programme. Difference between treatments means were determined by Fisher Least Significant Difference (LSD) test.

Results and Discussion

Experiment 1.

Yield Performance of Sweet potato Varieties in Different Fertilizer Doses at Sher-e-Bangla Agricultural University

Morphology of sweet potato

Different morphological data such as plant height, number of leaf per plant, number of branch per plant at 40, 70 and 100 days after planting (DAP) showed significant variation for individual effect of variety and different doses of fertilizer as well as their combination on sweet potato (Appendix

1-3) . For interaction effect between sweet potato variety and doses of fertilizer indicated that V₄T₁ and V₄T₂ showed the highest plant height which was statistically similar and it was followed by V₃T₂ (Fig. 1 & 2). On the other hand, V₃T₀ (88.79 cm) showed the lowest plant height during 2018-19. Similar trend was also observed during 2019-20 growing season but plant height was less than previous cultivation season and the highest plant height was observed in V₄T₂ (83.13 cm) followed by V₃T₂. This result indicate that the variety V₃ (Kokei) and V₄ (BARI Sweet potato - 12) are more responsive to fertilizer.

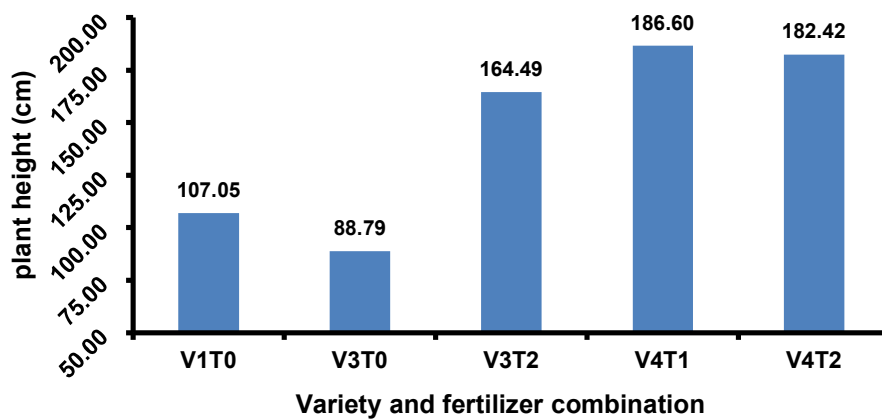


Fig. 1. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on plant height at 100 DAP at SAU (2018-19)

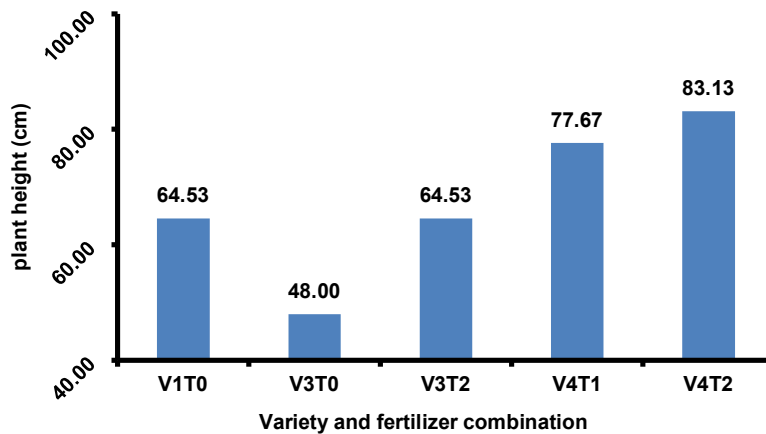


Fig. 2. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on plant height at 100 DAP during 2019-20

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12
T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose(Chemical)

fertilizer + Improved compost)

Yield of sweet potato

For individual effect of variety, fertilizer dose and its interaction also showed significant variation on yield of sweet potato (Appendix 4). Among the sweet potato varieties, Kokei gave the highest yield (24.40 t/h in 2018-19 and 20.56 t/h in 2019-20) at Sher-e-Bangla location which was followed by BARI SP-12 (23.78 t/h in 2018-19 and 16.69 t/h in 2019-20). But the variety Kougane gave the lowest yield (8.76 t/h) which was followed by Beni during 2018-18 but the lowest yield was observed in Beni in 2019-20 (Fig. 3 & 4).

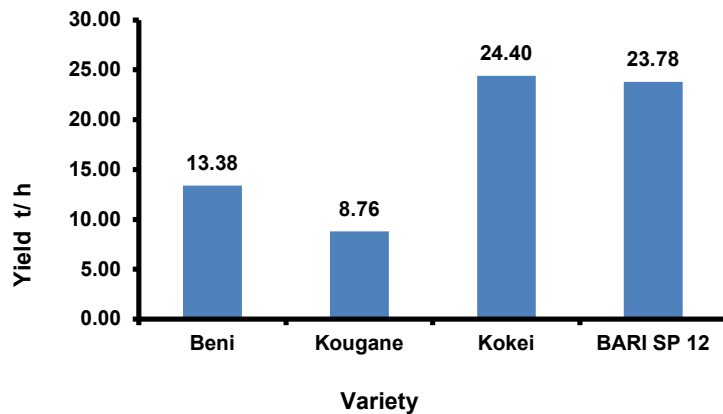


Fig. 3. Varietal performance of yield of sweetpotato at SAU during 2018-19)

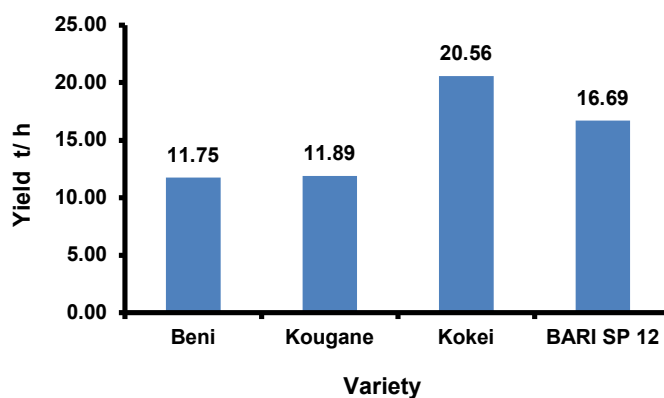


Fig. 4. Varietal performance of yield of sweetpotato at SAU during 2019-20

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

For interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer showed statistically significant variation for yield. The combination V₃T₂ (Kokei variety with Maruhisa fertilizer dose) showed the best result for yield and produced 32.55 t/h in 2018-19 and 28.05 t/h in 2019-20 which was followed by V₄T₂ (30.06 t/h in 2018-19 and 20.12 t/h in 2019-20). On the other hand, V₂T₀ combination showed the lowest yield (Fig. 5 & 6). These results indicate that Maruhisa fertilizer dose can be useful for higher yield for sweet potato variety. Moreover, Kokei variety is more responsive to Maruhisa fertilizer dose and this variety may cultivate for more sweet potato production as well as more income generation by farmer.

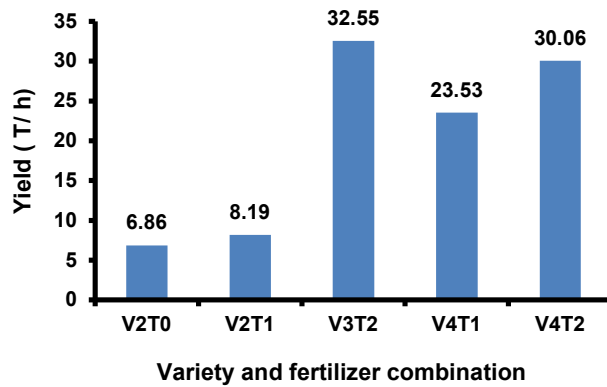


Fig. 5. Interaction effect of variety and different doses of fertilizer on yield of sweet potato at SAU during 2019-20

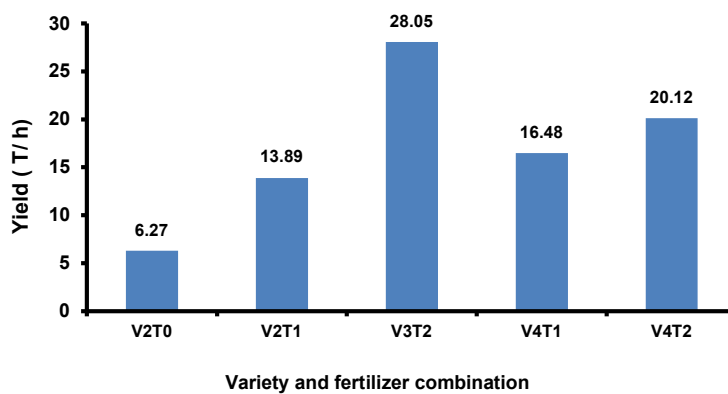


Fig. 6. Interaction effect of variety and different doses of fertilizer on yield of sweet potato at SAU during 2019-20

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12
T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose(Chemical)

fertilizer + Improved compost)

Quality of sweet potato

For quality parameter such as TSS (%), dry matter (%) content showed significant variation (Fig. 7, 8, 9 & 10). Among the varieties, Kokei showed the highest Total Soluble Solid (%) content (14.21% in 2018-19 and 14.64% in 2019-20) followed by BARI SP-12 (13.93% in 2018-19 and 13.36% in 2019-20). But the variety Beni showed the highest dry matter content (38% in 2018-19 and 35.88% in 2019-20) and the variety BARI SP-12 (34.33% in 2018-19 and 29.55% in 2019-20) showed the lowest dry matter content.

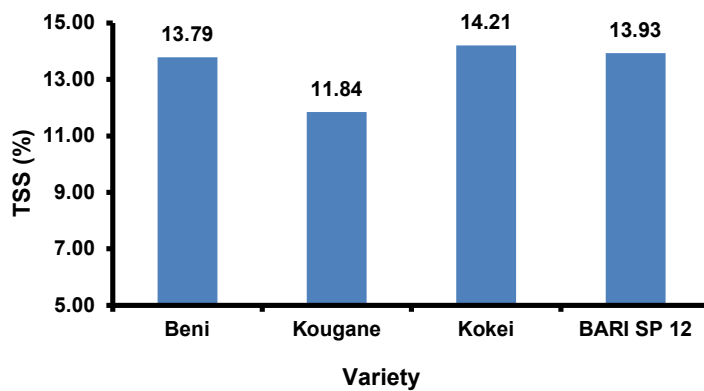


Fig. 7. Varietal performance of TSS content in sweetpotato at SAU during 2018-19

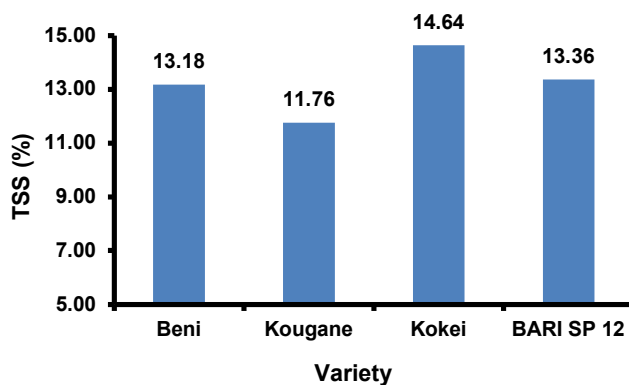


Fig. 8. Varietal performance of TSS content in sweetpotato at SAU during 2019 - 20

For interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer showed statistically significant variation for quality. All variety showed the best quality performance with the combination of Maruhisa fertilizer dose (Appendix 5).

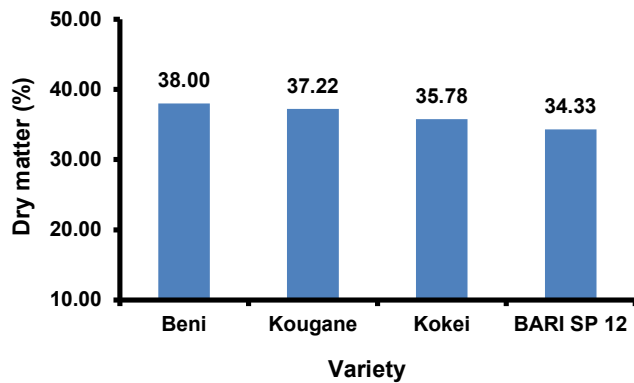


Fig. 9. Dry matter content of different sweetpotato variety at SAU during 2018-19

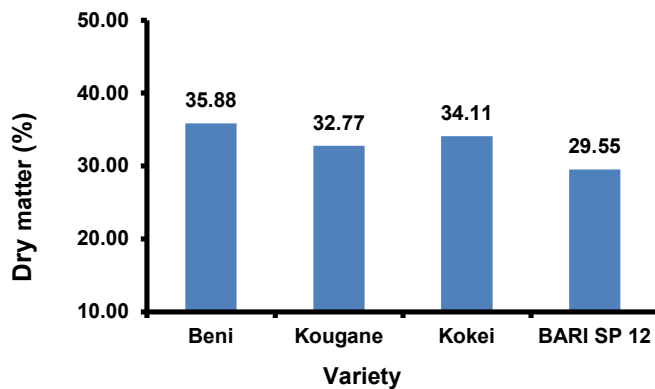


Fig. 10. Dry matter content of different sweetpotato variety at SAU during 2019 - 20

Experiment 2. Effect of Different Mulches on Yield of Sweet potato

Morphological characters of sweet potato

Plant height, number of leaf per plant, number of branch per plant at 40, 70 and 100 days after planting (DAP) showed significant variation for individual effect of variety and different mulches as well as their combination on sweet potato (Appendix 6-8). For interaction effect between sweet

potato variety and mulch indicated that all varieties showed higher vine length at M₂ (black vinyl mulch) treatments at 100 DAP during both growing seasons (Fig. 11 & 12).

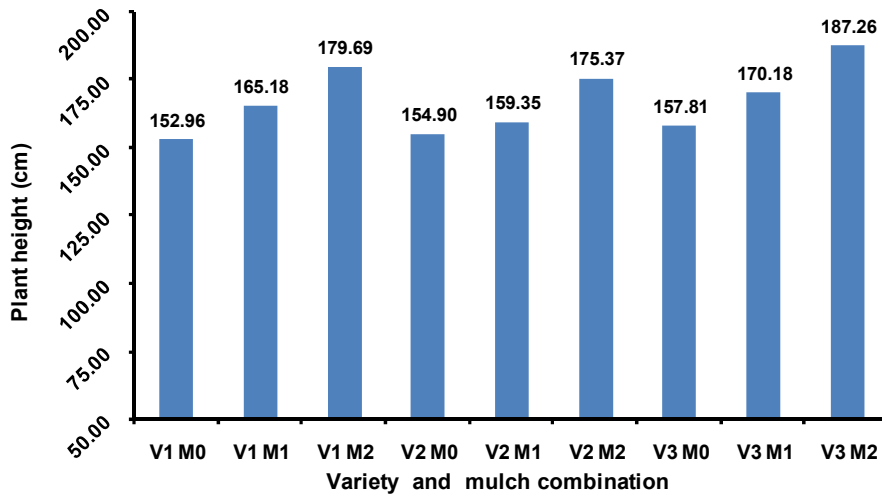


Fig. 11. Interaction effect of sweet potato variety and different mulches on plant height at 100 DAP during 2018=19

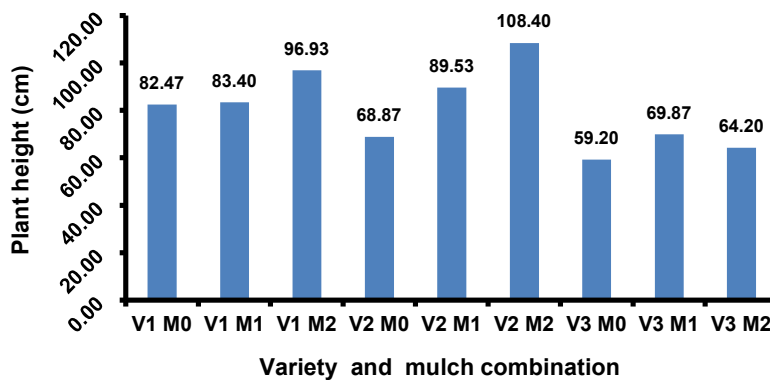


Fig. 12. Interaction effect of sweet potato variety and different mulches on plant height at 100 DAP during 2019-20

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go,
M₀: Control (No mulch), M₁: Straw mulch, M₂: Black vinyl mulch

Yield of sweet potato

Individual effect of sweet potato variety showed significant variation for yield performance (Fig 13 & 14) and Kokei showed the highest yield (30.74 t/h in 2018-19 and 22 t/h in 2019-20) and the

variety Kougane showed the lowest yield (12.44 t/h) in 2018-19 but Beni showed the lowest yield (19.70 t/h) in 2019-20.

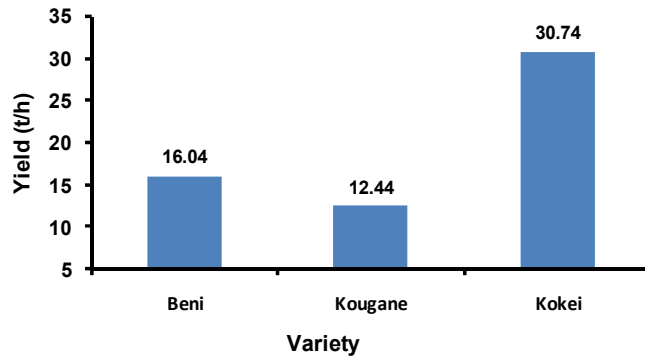


Fig. 13. Yield performance of sweet potato varieties in 2018-19

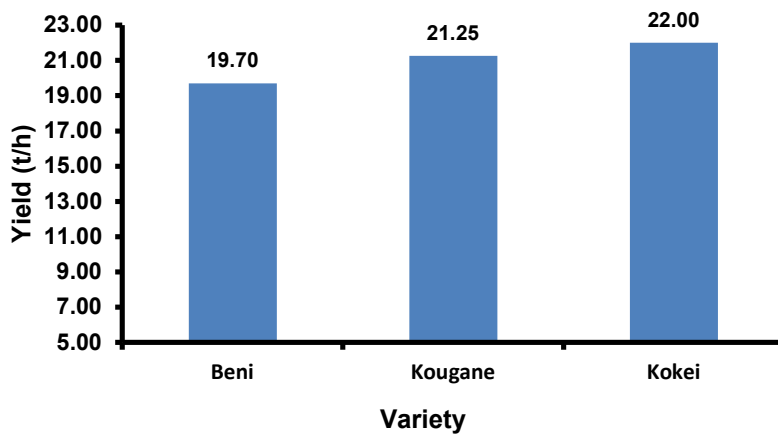


Fig. 14. Yield performance of sweet potato varieties in 2019-20

For interaction between sweet potato variety and different mulches for yield performance indicated (Fig.15 & 16) significant difference and the treatment combination V_3M_2 showed the highest result (32.44 t/h) and the V_2M_0 gave the lowest yield (10.29 t/h) during 2018-19. Similar results also found in 2019-20 where V_3M_2 (28.93 t/h) gave the highest yield of sweet potato.

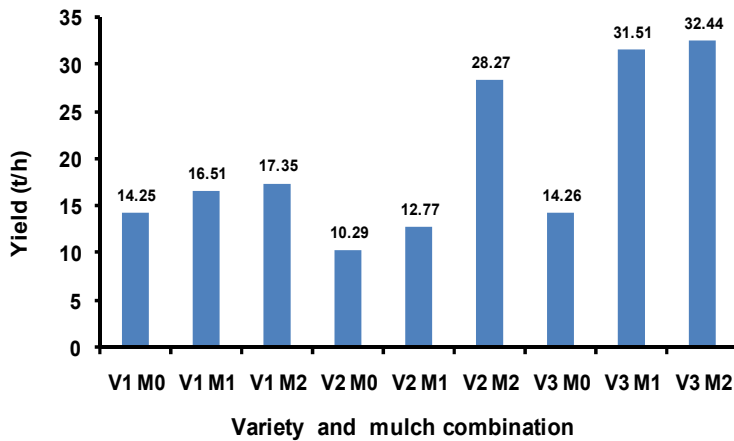


Fig. 15. Interaction effect of variety and different mulches on yield of sweet potato

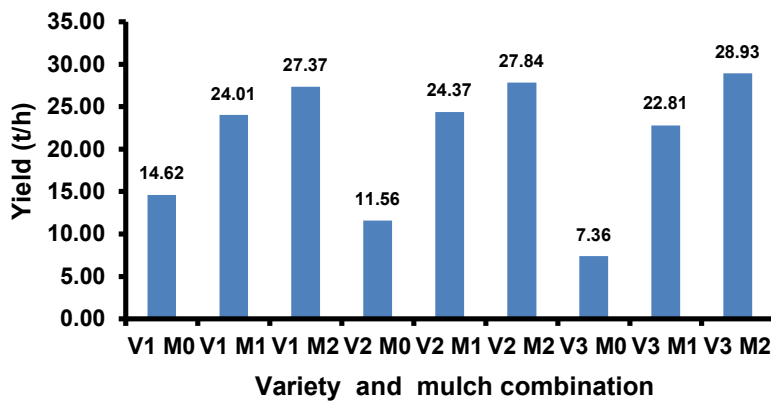


Fig. 16. Interaction effect of variety and different mulches on yield of sweet potato during 2019-20

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go,
M₀: Control (No mulch), M₁: Straw mulch, M₂: Black vinyl mulch

Quality of sweet potato

There was a significant difference between sweet potato variety for dry matter content but no significant difference was found for TSS (%) content and they were statistically similar for that character (Fig. 17, 18, 19 & 20). The combination with variety V₃ (Kokei) and M₂ (black vinyl mulch) enhance the dry matter content (%) of sweet potato (Appendix 10).

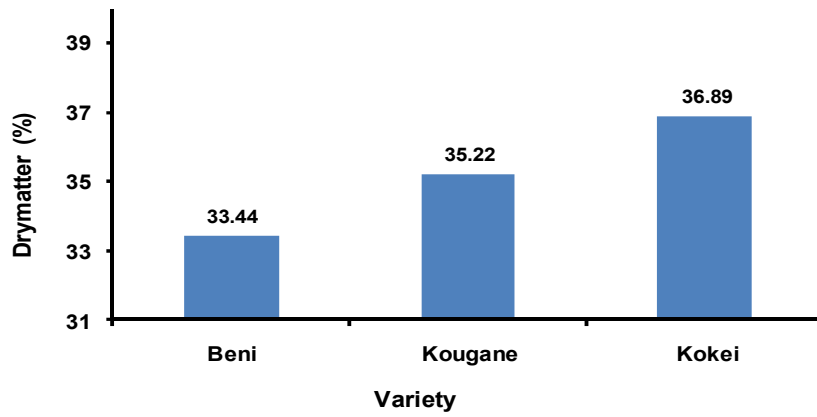


Fig. 17. Drymatter content of different sweetpotato variety (2018-19)

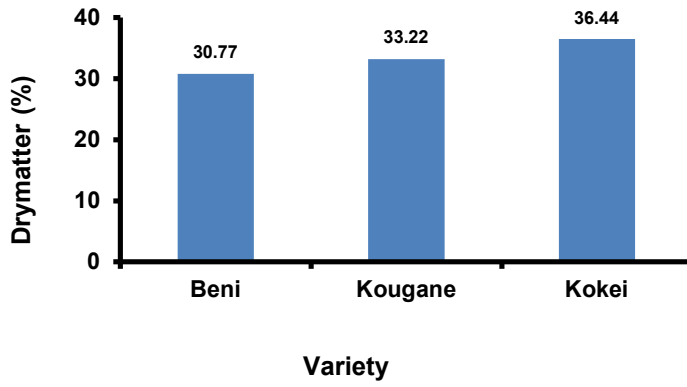


Fig. 18. Drymatter content of different sweetpotato variety (2018-19)

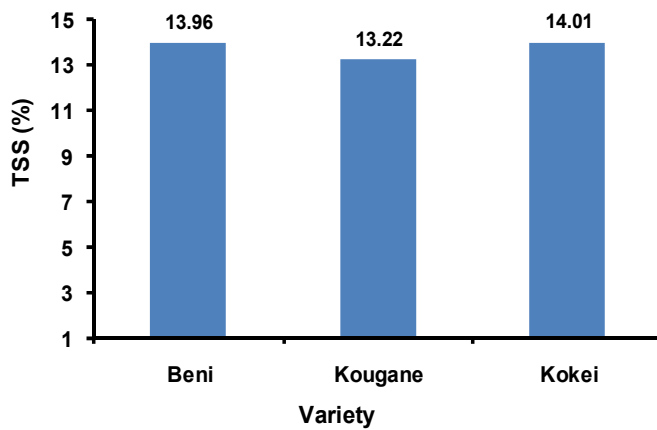


Fig. 19. Varietal performance of TSS content in sweetpotato (2018-19)

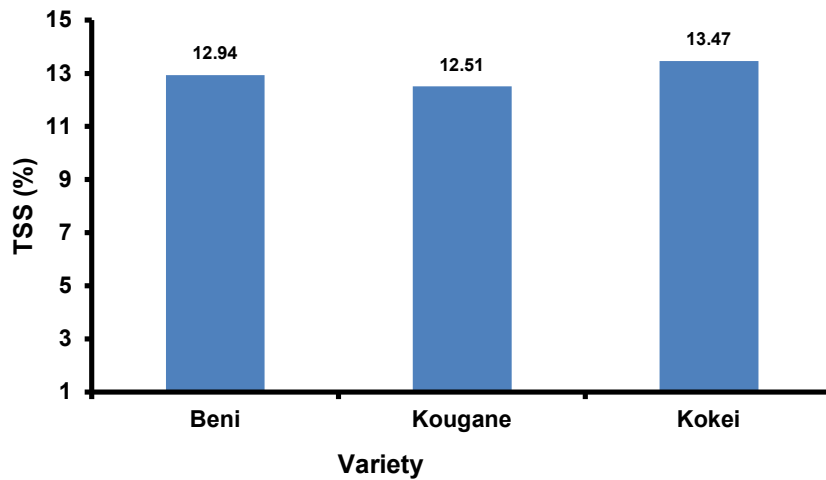


Fig. 20. Varietal performance of TSS content in sweetpotato (2019-20)

Experiment 3.

Yield Performance of Sweet potato Varieties in Different Soil Condition of Farmers Field in Bangladesh

A. Location: Bogura

At Bogura location, morphological and yield contributing characters such as plant height, number of branch per plant, number of leaf per plant were varied significantly at 40, 70 and 100 days after planting (Appendix 11-13) for varietal effect, different fertilizer dose as well as their combination. For plant height (Fig. 21 & 22) at 100 DAP confirmed in both growing seasons that V₄T₂ combination performed the highest plant height (115 cm in 2018-19 and 77 cm in 2019-20) which was followed by V₄T₁ and V₂T₂. On the contrary, V₁T₀ combination showed the lowest plant height (66.67 cm in 2018-19 and 50 cm in 2019-20).

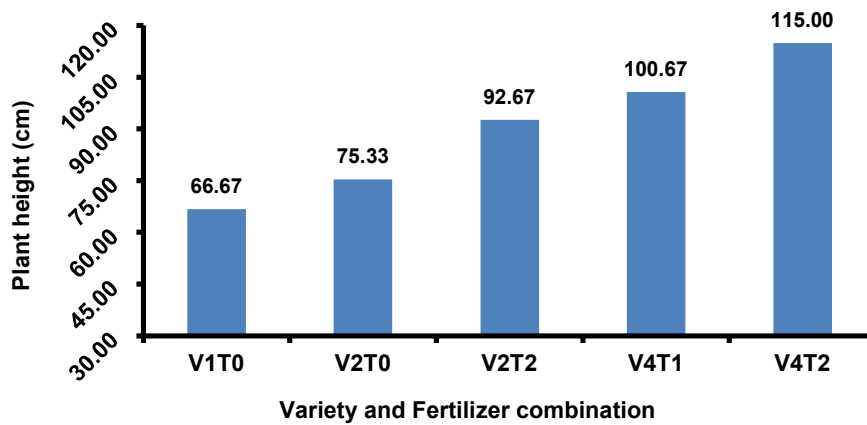


Fig. 21. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on plant height at 100 DAP at Bogura in 2018-19

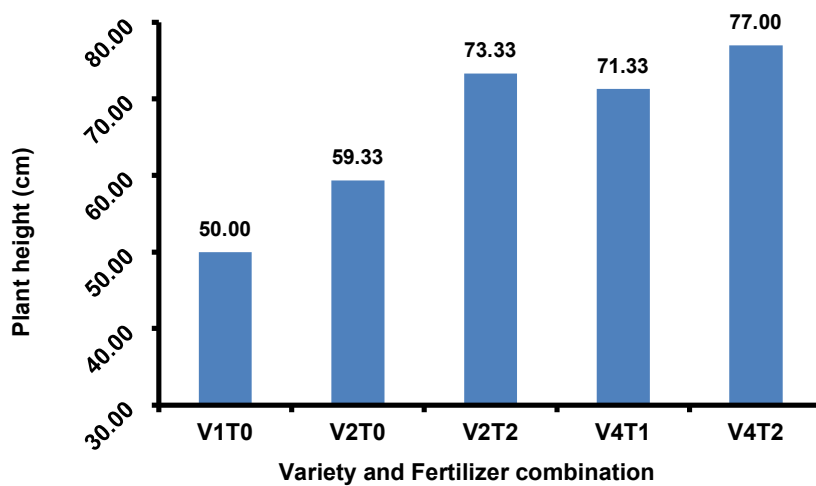


Fig. 22. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on plant height at 100 DAP at Bogura during 2019-20

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12
 T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Four sweet potato varieties showed significant differences for yield of sweet potato at Bogura location (Fig. 23 & 24). The variety Kokei gave the highest yield (24.36 t/h in 2018-19 and 14.35 t/h in 2019-20) which was followed by BARI Sweet potato 12 (23.05 t/h in 2018-19 and 12.94 t/h in 2019-20) and the lowest yield was observed in the variety Kougane (10.41 t/h in 2018-19 and 12.17 t/h in 2019-20).

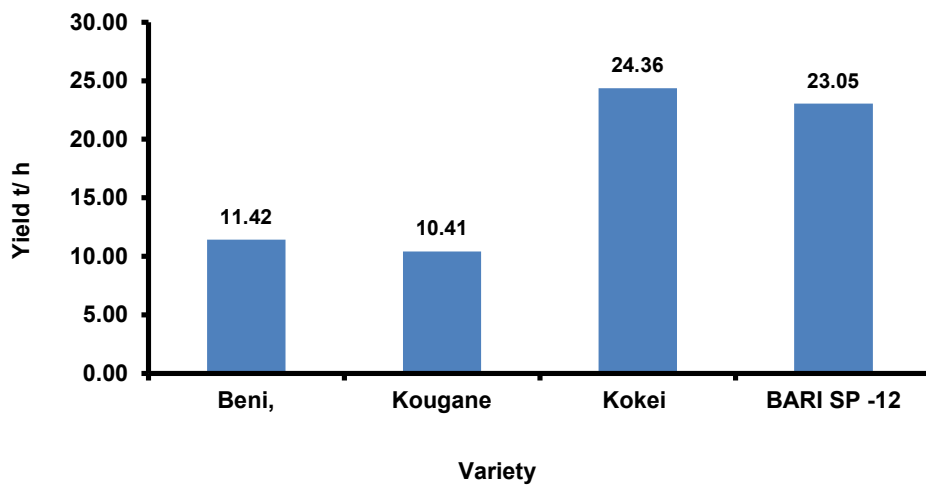


Fig. 23. Varietal performance of yield of sweet potato at Bogura in 2018-19

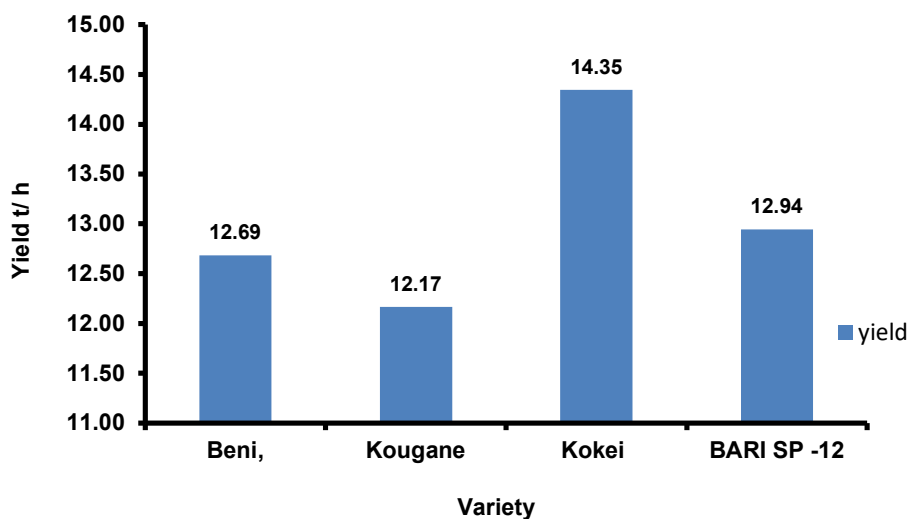


Fig. 24. Varietal performance of yield of sweet potato at Bogura during 2019-20

For interaction of variety and different doses of fertilizer showed statistical difference for yield of sweet potato (Appendix 14). Among the combinations, V_3T_2 showed the highest yield (26.36 t/h in 2018-19 and 18.61 t/h in 2019-20) which was followed by V_4T_2 (25.66 t/h in 2018-19 and 17.37 t/h in 2019-20). On the contrary, the combination V_2T_0 (9.73 t/h in 2018-19 and 8.14 t/h in 2019-20) showed the lowest yield (Fig. 25 & 26).

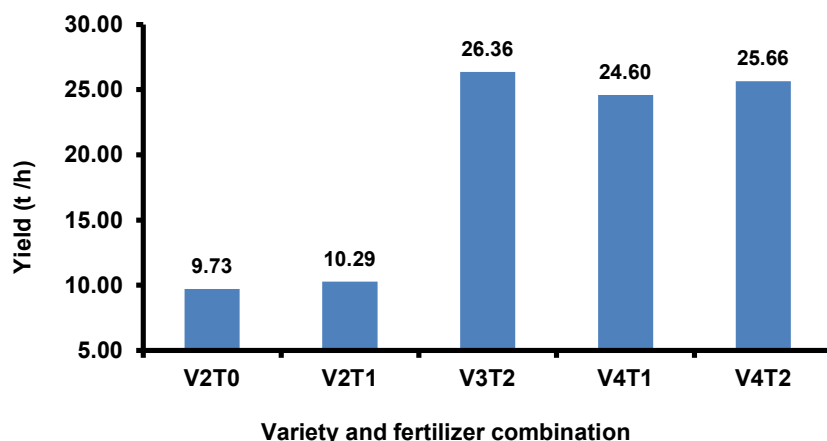


Fig. 25. Interaction effect of variety and different doses of fertilizer on yield of sweet potato at Bogura location in 2018-19

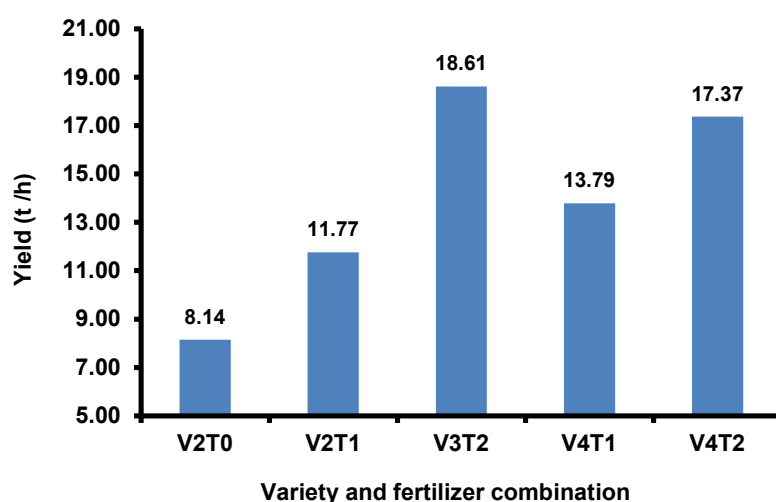


Fig. 26. Interaction effect of variety and different doses of fertilizer on yield of sweet potato at Bogura during 2019-20

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

B. Location: Gaibandha

At farmers field of Gaibandha location, morphological and yield contributing characters such as plant height, number of branch per plant, number of leaf per plant were varied significantly at 40, 70 and 100 days after planting (Appendix 15-17) for varietal effect, different fertilizer dose as well as their combination. For plant height (Fig. 27) at 100 DAP confirmed that V₄T₂ combination

performed the highest plant height (101.67 cm) which was followed by V₄T₁ and V₃T₂. On the contrary, V₁T₀ combination showed the lowest plant height (77.67).

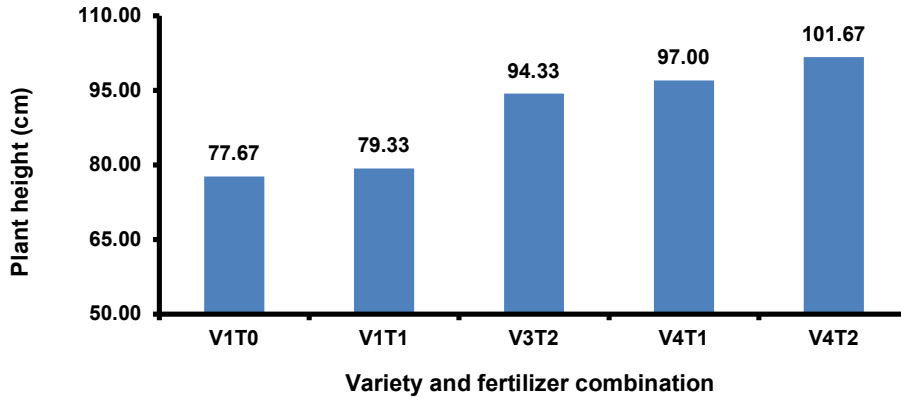


Fig. 27. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on plant height at 100 DAP during 2018-19

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12
T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Four sweet potato varieties showed significant differences for yield of sweet potato at Gaibandha location (Fig. 28). The variety Kokei gave the highest yield (25.55 t/h) which was followed by BARI Sweet potato 12 (21.40 t/h) and the lowest yield was observed in the variety Beni (9.94 t/h).

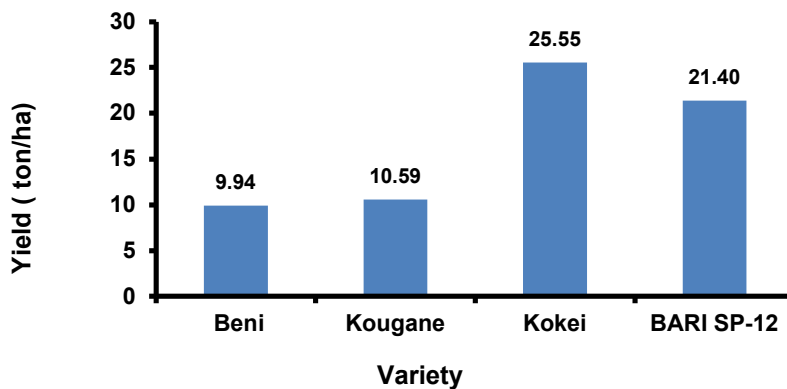


Fig. 28. Varietal performance of yield of sweet potato at Gaibandha during 2018-19

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

For interaction of variety and different doses of fertilizer showed statistical difference for yield of sweet potato (Appendix 18). Among the combinations, V₃T₂ showed the highest yield (26.88 t/h) which was followed by V₂T₂(24.99 t/h). On the contrary, the combination V₁T₀ (9.22 t/h) showed the lowest yield (Fig. 29).

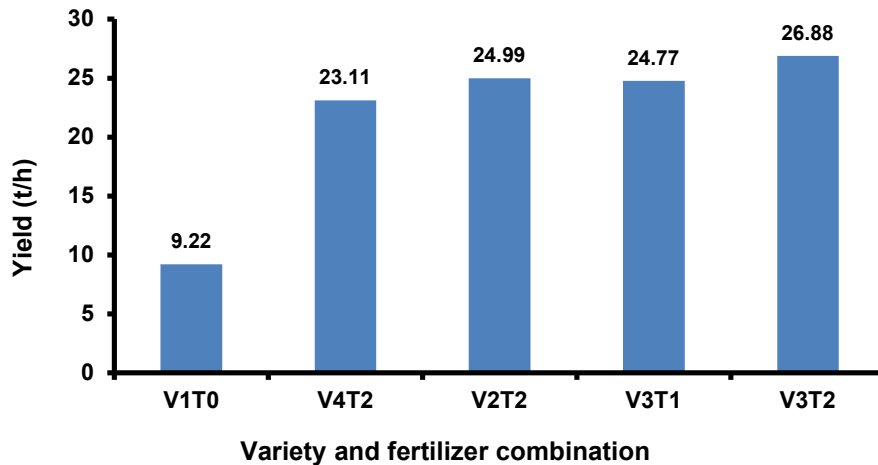


Fig. 29. Interaction effect of variety and different doses of fertilizer on yield of sweet potato at Gaibandha during 2018-19

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12
T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose(Chemical fertilizer + Improved compost)

C. Location Sherpur

At Sherpur, morphological and yield contributing characters such as plant height, number of branch per plant, number of leaf per plant were varied significantly at 40, 70 and 100 days after planting (Appendix 19-21) for varietal effect, different fertilizer dose as well as their combination. For number of leaf (Fig. 30 & 31) at 100 DAP confirmed that V₄T₂ combination performed the highest leaf number (94.67 in 2018-19 and 108.67 in 2019-20) which was followed by V₃T₂ and V₃T₁. On the contrary, V₁T₀ combination showed the lowest number of leaf (72.67 in 2018-19 and 65.33 in 2019-20).

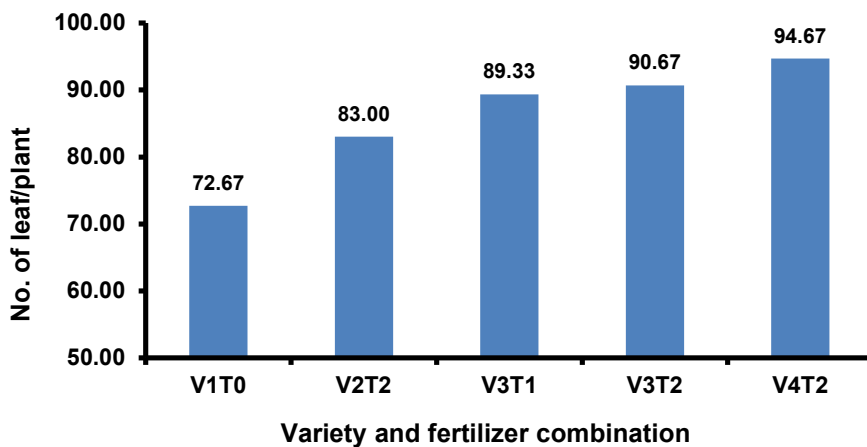


Fig. 30. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on number of leaf per plant at 100 DAP

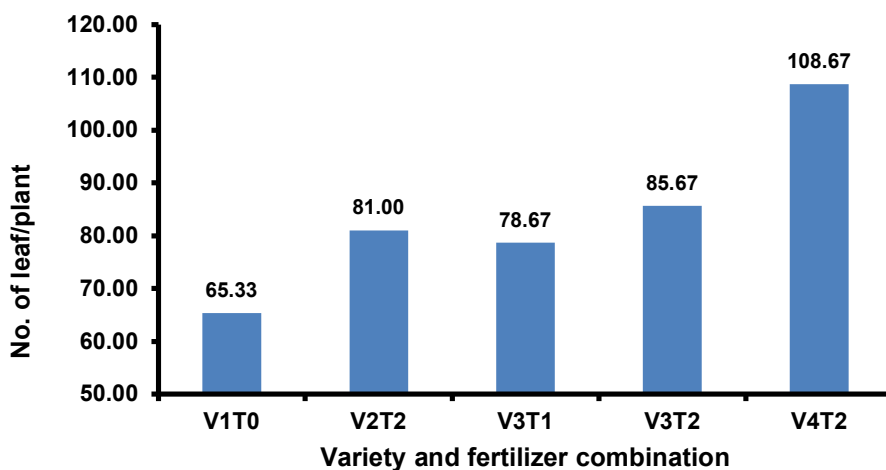


Fig. 31. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on number of leaf per plant at 100 DAP at Sherpur during 2019-20

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Four sweet potato varieties showed significant differences for yield of sweet potato at Sherpur location (Fig. 32 & 33). The variety Kokei gave the highest yield (20.86 t/h in 2018-19 and 13.79 t/h in 2019-20) which was followed by BARI Sweet potato 12 (16.61 t/h in 2018-19 and 13.32 t/h in 2019-20) and the lowest yield was observed in the variety Beni (9.62 t/h and 11.64 t/h) in both growing seasons.

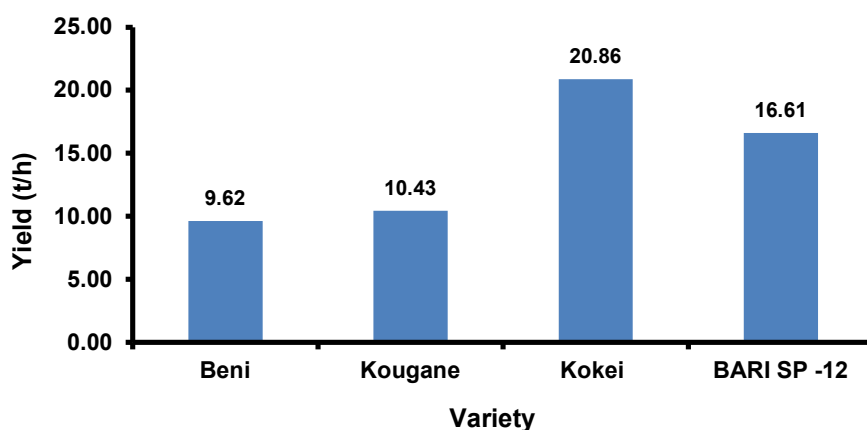


Fig. 32. Varietal performance of yield of sweet potato at Sherpur during 2018-19

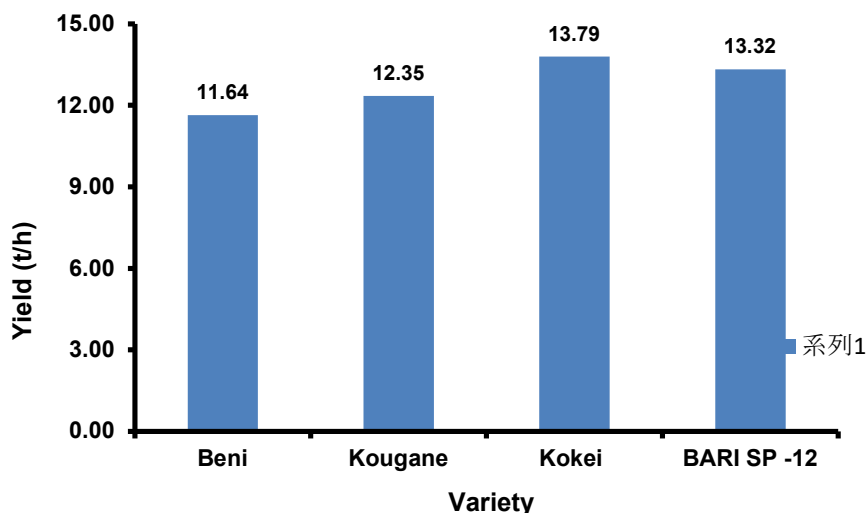


Fig. 33. Varietal performance of yield of sweet potato at Sherpur during 2019-20

For interaction of variety and different doses of fertilizer showed statistical difference for yield of sweet potato (Appendix 22). Among the combinations, V_3T_2 showed the highest yield (20.85 t/h in 2018-19 and 19.08 t/h in 2019-20) which was followed by V_4T_2 (18.39 t/h) in 2018-19 but V_2T_2 (16.85 t/h) in 2019-20. On the contrary, the combination V_1T_0 (10.83 t/h in 2018-19 and 9.44 t/h in 2019-20) showed the lowest yield (Fig. 34 & 35).

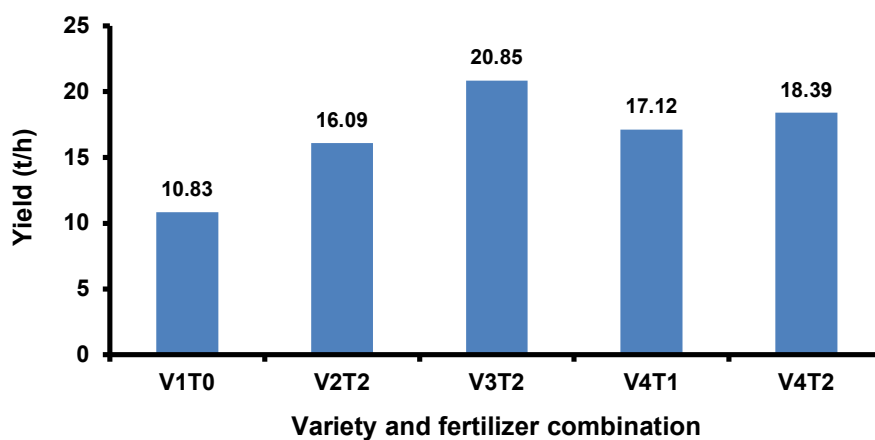


Fig. 34. Interaction effect of variety and different doges of fertilizer on yield of sweet potato at Sherpur during 2018-19

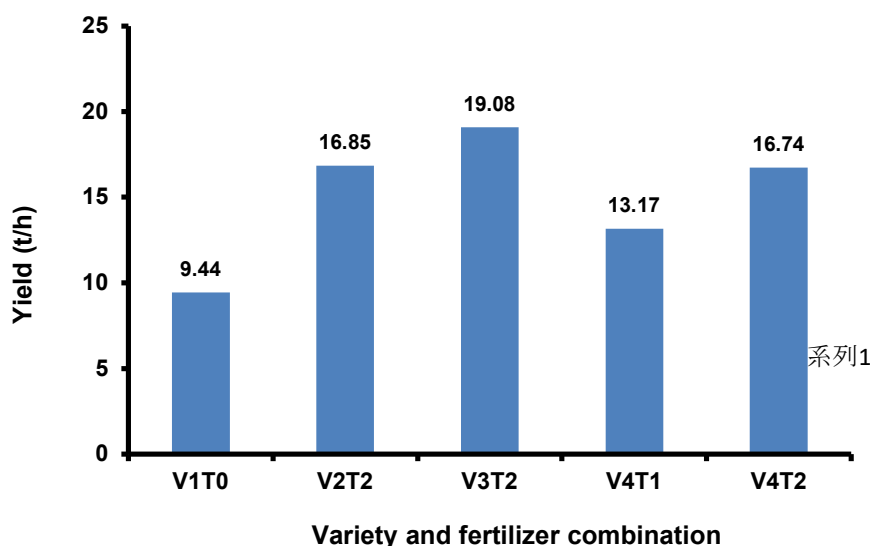


Fig. 35. Interaction effect of variety and different doges of fertilizer on yield of sweet potato at Sherpur during 2019-20

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12
 T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose(Chemical fertilizer + Improved compost)

D. Location: Shariatpur

At farmers field of Shariatpur location, morphological and yield contributing characters such as plant height, number of branch per plant, number of leaf per plant were varied significantly at 40, 70 and 100 days after planting (Appendix 23-25) for varietal effect, different fertilizer dose as well as their combination. For plant height (Fig. 36) at 100 DAP confirmed that V₃T₂ combination

performed the highest plant height (75.33 cm) which was followed by V₄T₂ and V₂T₂. On the contrary, V₁T₀ combination showed the lowest plant height (51.67 cm).

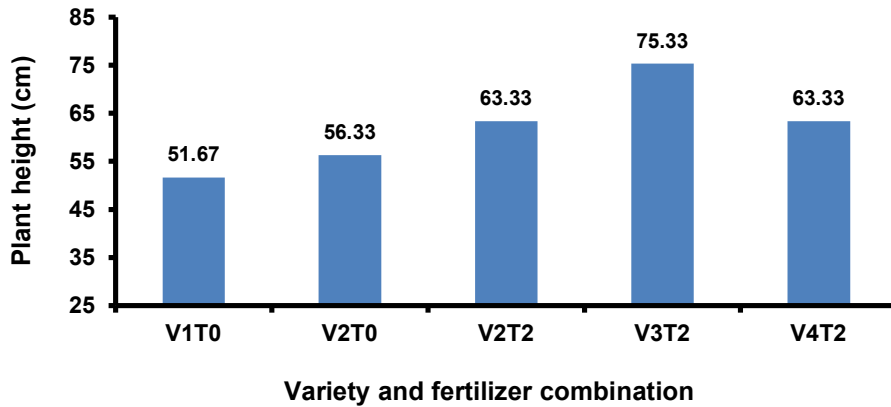


Fig. 36. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on plant height at 100 DAP during 2018-19

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12
 T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Four sweet potato varieties showed significant differences for yield of sweet potato at Shariatpur location (Fig. 37). The variety Kokei gave the highest yield (23.26 t/h) which was followed by BARI Sweet potato 12 (19.48 t/h) and the lowest yield was observed in the variety Beni (9.86 t/h).

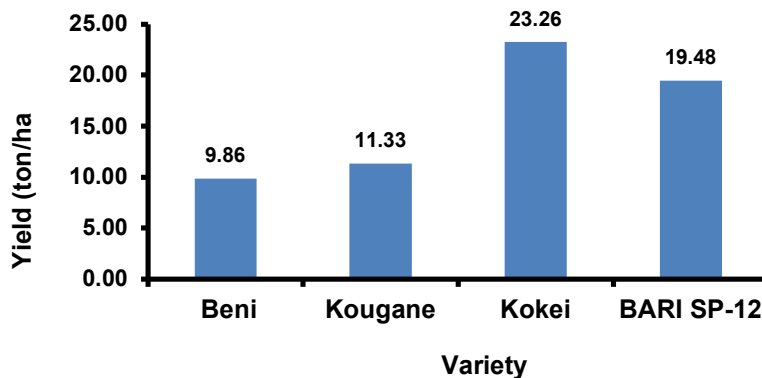


Fig. 37. Varietal performance of yield of sweet potato at Shariatpur during 2018-19

For interaction of variety and different doses of fertilizer showed statistical difference for yield of sweet potato (Appendix 26). Among the combinations, V₃T₂ showed the highest yield (23.76 t/h)

which was followed by V₄T₂ (23.29 t/h). On the contrary, the combination V₁T₀ (9.38 t/h) showed the lowest yield (Fig. 38).

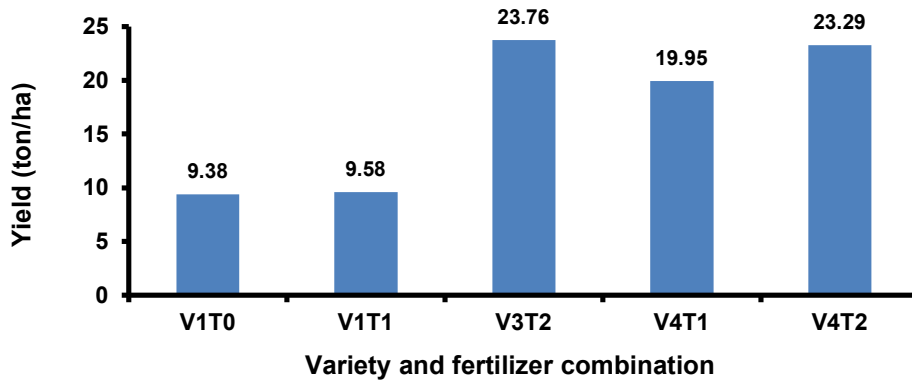


Fig. 38. Interaction effect of variety and different doses of fertilizer on yield of sweet potato at Shariatpur location during 2018-19

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12
T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

E. Location: Jamalpur

At farmers field of Jamalpur location, morphological and yield contributing characters such as plant height, number of branch per plant, number of leaf per plant were varied significantly at 40, 70 and 100 days after planting (Appendix 27-29) for varietal effect, different fertilizer dose as well as their combination. For plant height (Fig. 39) at 100 DAP confirmed that V₄T₂ combination performed the highest plant height (85.33 cm) which was followed by V₂T₀ and V₄T₁. On the contrary, V₁T₀ combination showed the lowest plant height (49.17 cm).

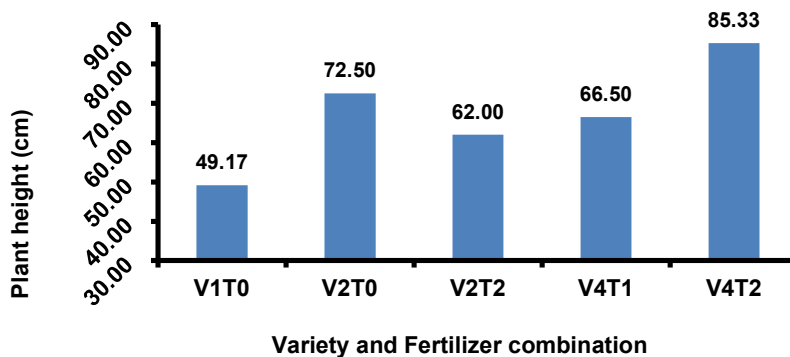


Fig. 39. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on plant height at 100 DAP at Jamalpur during 2019-20

Four sweet potato varieties showed no significant difference for yield of sweet potato at Jamalpur location (Fig. 40). The variety BARI SP-12 gave the highest yield (12.84 t/h) which was followed by Beni (12.37 t/h) and the lowest yield was observed in the variety Kougane (12.19 t/h).

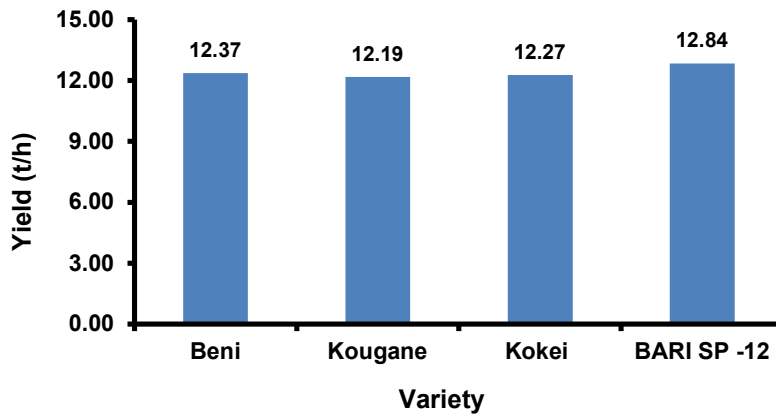


Fig. 40. Varietal performance of yield of sweet potato at Jamalpur during 2019-20

For interaction of variety and different doses of fertilizer showed statistical difference for yield of sweet potato (Appendix 30). Among the combinations, V₃T₂ showed the highest yield (17.83 t/h) which was followed by V₄T₂ (15.66 t/h). On the contrary, the combination V₁T₀ (10.42 t/h) showed the lowest yield (Fig. 41).

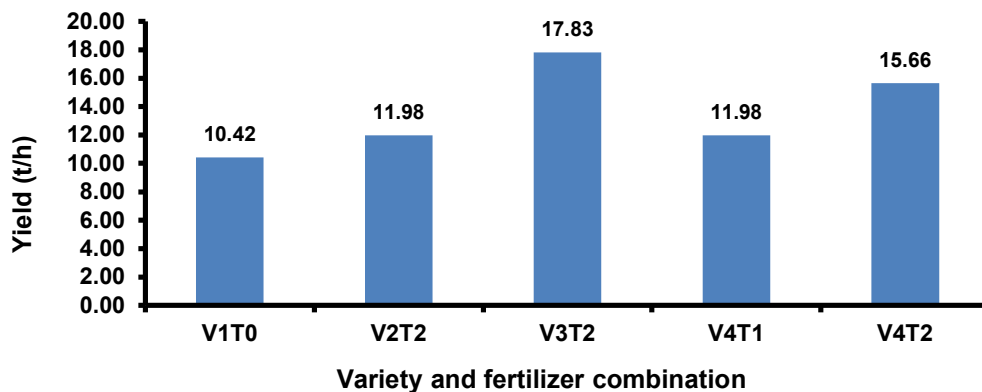


Fig. 41. Interaction effect of variety and different doses of fertilizer on yield of sweet potato at Jamalpur during 2019-20

Experiment 4. *In vitro* Regeneration and Large Scale Micro-propagation of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L)

Materials and Methods

The research was carried out in Biotechnology Laboratory of the Department of Biotechnology, Sher-e-Bangla Agricultural University, Sher-e-Bangla Nagar, Dhaka-1207 from the period of July, 2018 to June, 2020. The planting materials of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) L were collected from the sweet potato vine production field of Department of Agricultural Botany, Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka. Four sweet potato varieties viz Beni, Kougane, Kokei and BARI SP 12 were used as experimental material.

Culture media

The degree of success in tissue culture is mainly related to the choice of nutritional components and growth regulators. Presence of plant growth regulators plays a significant role in a successful regeneration of any plant species. Explants were inoculated onto media composed of basal MS medium supplemented with different concentrations of phytohormones. Readymade MS powder was also used for culture media preparation. The following steps were followed when used in readymade MS powder (Duchefa, the Netherland).

Preparation of explants and sterilization

To clean the explants, the vines were carefully trimmed with regular scissors to a minimum size without damaging any other tissue and washed with running water for 1 hours. The vines were immersed in Mancoseb fungicide (80%) for 15 minutes and rinsed with sterile water for 3 times and then soaked in ethanol (70%, v/v) for 1 min and washed with distilled water for 2 times and immediately subjected to a surface disinfecting treatment in 50% (v/v) HgCl₂ plus Tween-20 (0.1%) for 15 min, then rinsed three times in sterile distilled water. Shoot tips were then transferred into Petri dishes as explant ready for inoculation.

Meristem isolation and inoculation of meristem in culture media

To isolate the meristem from the short tip, the outer leaves from each shoot was removed. Thus the apex is exposed. Then, the ultimate apex was cut off with the help of scalpel and transferred only those less than 1 mm in length. Explants were transferred to a test tube in liquid medium. A

paper bridge was made to place the very small meristem on the bridge (Fig-1-2). Then the culture was incubated under 16 hours light at 21-23°C. As soon as callus induction occurred in the meristem and shoot initiation observed than it was transferred to shooting and rooting medium.

Sub-culturing and maintaining of proliferating shoots

Initial sub-culturing was done when the explants had produced some shoots. For sub-culturing, the entire samples of *in vitro* shoot were cut into small pieces. Shoots were excised in aseptic condition with help of sterile scalpel blade and sterile forceps and transferred to new MS media which was supplemented with different concentration of growth hormones in order to increase budding frequency. The observations on development pattern of shoots were made throughout the entire culture period.

Sub-experiments

Three sub-experiments were conducted to assess the effect of different concentrations of 2,4-D, BA and IBA on callus induction, shoot proliferation and root induction.

Sub-expt-01. Effect of 2,4-D on callus induction in different of Sweet Potato Varieties

Treatments: 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 mg/l of 2.4-D were used. The experiments were arranged in Completely Randomized Design (CRD) with three replications.

Sub-expt-02. Effect of BA on shoot induction potentiality in different Sweet Potato varieties

Treatments: 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 mg/l of BA were used. The experiments were arranged in Completely Randomized Design (CRD) with three replications.

Sub-expt-03. Combined effect of BA and IBA on shoot and root induction potentiality in different Sweet Potato varieties

Treatments: 1.0 mg/l of BA supplemented with 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 mg/l of IBA were used. The experiments were arranged in Completely Randomized Design (CRD) with three replications.

Acclimatization and establishment of plantlets on soil

In vitro rooted plants were removed from rooting medium and washed to remove adhering gel and transplanted to plastic pots containing autoclaved garden soil and sand at 3:1 ratio. Plants were

kept under culture room conditions for 15 days then transferred to net house and placed under shade until growth was observed and then finally in field condition.

Data collection

The observations on development pattern of shoots and roots were made throughout the entire culture period. Three replicates (single shoot per culture bottle) were used per treatment. Data were recorded after 14, 21 and 28 days of induction on culture media in case of shoot and root proliferation. The following observations were recorded *viz.* days to callus initiation, weight of callus, no. of shoots from callus, days to shoot induction, no of shoot, length of shoot (cm), no of leaves/plantlet, days to root induction and length of root/plantlet (cm).

Statistical data analysis

Data recorded for different parameters under study were statistically analyzed to ascertain the significance of the experimental results. The means for all the treatments were calculated and analyses of variance of all the characters were performed. Experiment was conducted in laboratory and arranged in Completely Randomized Design (CRD) with three replications. The significant difference between the pair of means was evaluated at 5% level of significance by Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

Results and Discussion

Different investigations were made on this experiment under laboratory condition to evaluate the effect of different plant growth regulators on callus induction, shoot and root induction in sweet potato. The overall objective of the present study has to develop a system of regeneration in sweet potato. The results of these experiments were given below.

Sub-Expt 1. Effect of 2,4-D on callus induction potentiality in different Sweet Potato varieties

Meristems were used for callus induction in sweet potato. The result of the effect of different concentrations of 2,4-D has been presented under following headings with Figure 1. and Table 1.

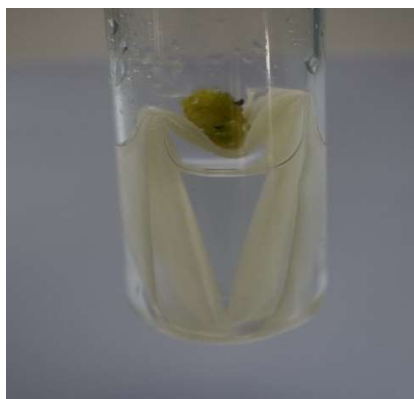
Days to callus initiation: Significant variations were observed among different concentration of 2,4-D on days to callus initiation at 5% level of significance which is presented under table 1. The maximum 15.33 days (V₁), 13.67 days (V₂), 11.00 days (V₃) and 13.33 days (V₄) were recorded in 1.5 mg/l 2,4-D treatment while minimum 10.66 days(V₁), 11.67 days (V₂), 3.67 days (V₃) and

3.33 days (V_4) were recorded in the treatment 0.5 mg/l 2,4-D. The Beni variety took minimum days (10.66) for callus induction (Fig. 1).

Table 1. Effect of 2,4-D on days to callus initiation in different varieties of Sweet Potato

Treatment (2,4-D Concentration)	Days to callus initiation			
	Varieties			
	Beni (V_1)	Kougane (V_2)	Kokei (V_3)	BARI SP 12 (V_4)
$T_1 = 0.5$ mg/l	10.66c	11.67c	11.00c	13.33c
$T_2 = 1.0$ mg/l	12.33b	12.00bc	14.33ab	11.67d
$T_3 = 1.5$ mg/l	15.33a	13.67a	15.67a	16.33a
$T_4 = 2.0$ mg/l	14.67ab	12.33b	13.33b	14.33b
CV (%)	13.85	11.09	12.05	10.34
LSD ($_{0.05}$)	1.80	1.03	1.56	2.12

Figures in a column followed by different letter(s) differs significantly whereas figures having common letter(s) do not differ significantly from each other as adjusted by DMRT. CV= Coefficient of variation, LSD (0.05) = Least significant difference.



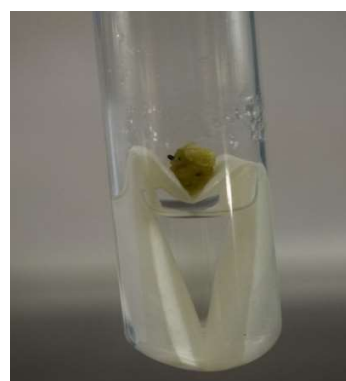
(a) Beni



(b) Kougane



(c) Kokei



(d) BARI SP 12

Fig.1. Callus initiation in different varieties of sweet potato on the paper bridge technique

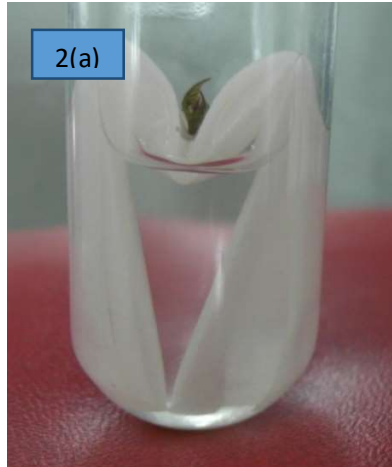
Days required for shoot regeneration from callus

Significant variations were observed among different concentrations of 2,4-D on days required for shoot regeneration from callus at 5% level of significance as presented in table 2. The minimum (30.33 days, 25.33 days, 34.33 days and 35.67 days) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively were recorded in the treatment 0.5 mg/l 2,4-D. The maximum days required for shoot regeneration from callus (45.33 days, 49.67 days, 50.67 days and 50.00 days) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively were recorded in 2,4-D (2.0, 2.0, 1.5 and 2.0) mg/l treatment respectively. While the variety Cogane showed minimum days for shoot regeneration (Fig. 2)

Table 2. Effect of 2,4-D on days required for shoot regeneration from callus

Treatment (2,4-D Concentration)	Days required for shoot regeneration from callus			
	Varieties			
	Beni (V ₁)	Kougane (V ₂)	Kokei (V ₃)	BARI 12 (V ₄)
T ₁ = 0.5 mg/l	30.33	25.33	34.33	35.67
T ₂ = 1.0 mg/l	40.67	38.00	39.33	40.67
T ₃ = 1.5mg/l	42.00	45.33	50.67	48.33
T ₄ = 2.0 mg/l	45.33	49.67	49.67	50.00
CV (%)	13.45	11.45	13.55	10.88
LSD (0.05)	0.32	2.34	2.56	0.32

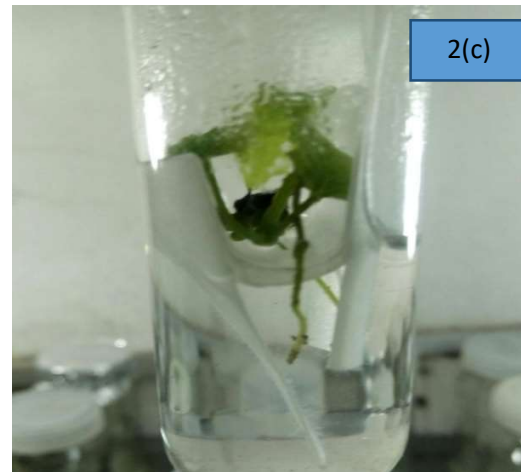
Figures in a column followed by different letter(s) differs significantly whereas figures having common letter(s) do not differ significantly from each other as adjusted by DMRT. CV= Coefficient of variation, LSD (0.05) = Least significant difference.



2(a) Shoot initiation from meristem in the Beni variety onto the paper bridge technique



2(b) Plantlet regeneration in the Kokei variety on paper bridge from meristematic callus



2(c) Plantlet regeneration in the Kougane variety on paper bridge from meristematic callus

Fig. 2. Plantlet regeneration from callus in different sweet potato varieties on the paper bridge method

Weight of callus (gm)

Significant variations were observed among different concentration of 2,4-D on weight of callus at 5% level of significance as represented in figure 3 &4. The highest weight of callus (1.59g, 1.56g, 1.54g and 1.53 g) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively were recorded in 0.5 mg/l 2,4-D treatment at 7 weeks after callus initiation while minimum weight of callus (1.25 g, 1.29 g, 1.31 g and 1.31 g) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively were recorded in the treatment 1.5 mg/l 2,4-D.

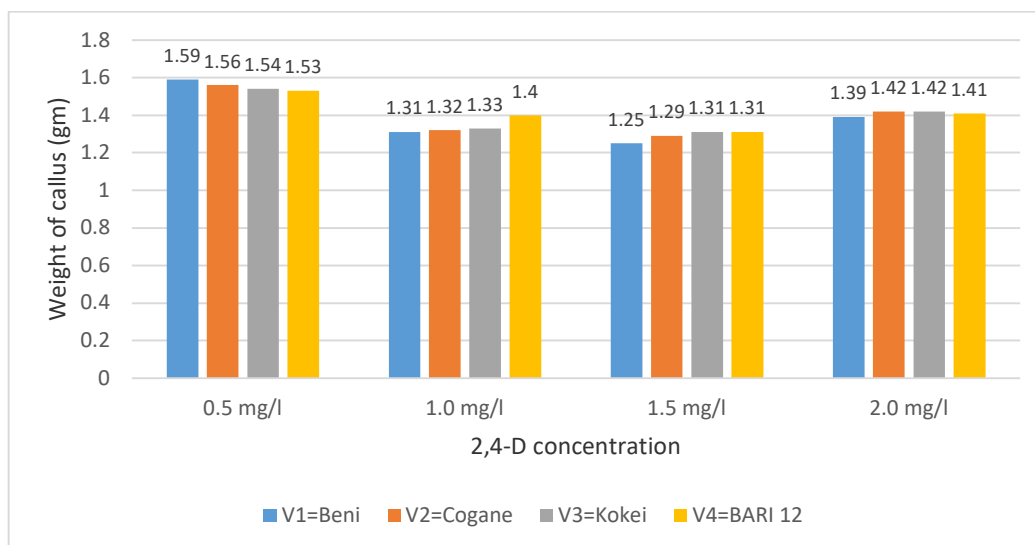


Fig. 3. Weight of callus in different varieties of sweet potato after 7 weeks of callus initiation



Fig. 4. Callus formation from meristem in the paper bridge

Number of shoot from callus

Significant variations were observed among different concentration of 2,4-D on number of shoot from callus after 7 weeks of callus initiation at 5% level of significance as represented in table 3. The highest number of shoot from callus (3.00, 2.67, 4.00 and 2.33) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively were recorded in the treatment 0.5 mg/l 2,4-D. While lowest number of shoot from callus (1.67, 1.33, 1.00 and 1.33) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively, were recorded in the treatment 1.5 mg/l 2,4-D. The highest number of shoots was noticed by the variety Kokei in the treatment 0.5mg/l of 2,4-D (Fig 5).

Table 3. Effect of 2,4-D on number of shoot from callus at 28 DAI in different varieties of Sweet Potato

Treatment (2,4-D Concentration)	No of shoot from callus after 7 weeks of callus initiation			
	Varieties			
	Beni	Kougane	Kokei	BARI 12
T ₁ = 0.5 mg/l	3.00a	2.67a	4.00a	2.33a
T ₂ = 1.0 mg/l	2.33b	2.00ab	1.67bc	2.00b
T ₃ = 1.5mg/l	1.67c	1.33c	1.00c	1.33d
T ₄ = 2.0 mg/l	2.67bc	2.33b	2.00b	1.67cd
CV (%)	13.86	31.05	11.36	11.74
LSD (0.05)	1.09	2.24	1.08	1.08

Figures in a column followed by different letter(s) differs significantly whereas figures having common letter(s) do not differ significantly from each other as adjusted by DMRT. CV= Coefficient of variation, LSD (0.05) = Least significant difference.



5 (a)



5 (b)



5 (c)



5 (d)

Fig. 5. Number of shoot per callus in different sweet potato varieties after 7 weeks of callus initiation.

5 (a) Number of shoot in Beni variety on 7 weeks after callus initiation.

5 (b) Number of shoot in Kougane variety on 7 weeks after callus initiation.

5 (c) Maximum number of shoot was noticed in kokei variety on 7 weeks after callus. initiation in the

treatment 0.5 mg/l 2,4-D.
5 (d) Number of shoot in BARI-12 variety on 7 weeks after callus initiation.

Sub-expt-02. Effect of BA on shoot induction potentiality in different Sweet Potato varieties

The result of the effect of different concentrations of BA has been presented under following headings

Days to shoot induction

Significant variations were observed among different concentrations of BA on days to shoot induction at 5% level of significance as represented in table 4. The maximum days to shoot induction (8.67, 10.33, 9.67 and 10.67) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively were recorded in BA 2.0 mg/l treatment while minimum days to shoot induction (5.67, 7.33, 6.33 and 6.00) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively were recorded in the treatment BA 1.0 mg/l. The variety Beni showed minimum days to shoot initiation in the treatment 1.00mg/l of BA.

Table 4. Effect of BA on days to shoot induction in different varieties of Sweet Potato

Treatment (BA Concentration)	Days to shoot induction			
	Varieties			
	Beni	Kougane	Kokei	BARI 12
T ₁ = 0.5 mg/l	6.67bc	8.33bc	7.67b	8.00b
T ₂ = 1.0 mg/l	5.67c	7.33c	6.33c	6.00c
T ₃ = 1.5mg/l	7.33b	9.00b	7.67ab	9.33ab
T ₄ = 2.0 mg/l	8.67a	10.33a	9.67a	10.67a
CV (%)	8.15	8.15	8.08	9.61
LSD (0.05)	1.09	1.09	1.33	1.54

Figures in a column followed by different letter(s) differs significantly whereas figures having common letter(s) do not differ significantly from each other as adjusted by DMRT. CV= Coefficient of variation, LSD (0.05) = Least significant difference.

Length of shoot (cm)

Significant variations were observed among different concentrations of BA on length of shoot at 5% level of significance as represented in table 5. The highest length of shoot (7.50 cm, 8.25 cm, 7.90 cm and 8.25 cm) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively were recorded in BA 1.0 mg/l treatment while minimum length of shoot at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively were recorded in the treatment BA 2.0 mg/l. The highest length of shoot was recorded in the variety BARI-12, Cogane and Kokei (Fig.6).

Table 5. Effect of BA on length of shoot in different varieties of Sweet Potato

Treatment (BA Concentration)	Length of shoot (cm)			
	Varieties			
	Beni	Kougane	Kokei	BARI 12
T ₁ = 0.5 mg/l	6.60bc	6.30b	5.92bc	6.90b
T ₂ = 1.0 mg/l	7.50a	8.25a	7.90a	8.25a
T ₃ = 1.5mg/l	6.80c	6.55c	6.53c	7.50bc
T ₄ = 2.0 mg/l	5.12d	5.75d	5.03d	6.50c
CV (%)	3.01	2.77	1.45	3.62
LSD (0.05)	0.32	0.15	1.09	0.20

Figures in a column followed by different letter(s) differs significantly whereas figures having common letter(s) do not differ significantly from each other as adjusted by DMRT. CV= Coefficient of variation, LSD (0.05) = Least significant difference.



**Fig. 6. Highest length of shoot at 28 DAI in Kokei variety in the treatment BA 1.0 mg/l
Number of node per explant**

Significant variations were observed among different concentrations of BA on number of node per explant at different DAI at 5% level of significance as represented in table 6. In the variety Beni (V₁), the maximum number of shoot (3.60, 7.33 and 9.67) at 14 DAI, 21 DAI and 28 DAI respectively were recorded in BA 1.0 mg/l treatment while minimum number of node (2.33, 4.67 and 6.33) at 14 DAI, 21 DAI and 28DAI respectively were recorded in the treatment BA 2.0 mg/l. In the variety Kogane (V₂) the maximum number of node (3.67, 6.67 and 7.60) at 14 DAI, 21DAI and 28DAI respectively were recorded in BA 1.0 mg/l treatment while minimum number of node (1.67, 3.33 and 4.33) at 14 DAI, 21 DAI and 28 DAI respectively were recorded in the treatment BA 2.0 mg/l. In the variety Kokei (V₃) the maximum number of node (3.67, 6.67 and 8.67) at 14 DAI, 21 DAI and 28 DAI respectively were recorded in BA 1.0 mg/l treatment while minimum number of node (1.67, 4.00 and 5.33) at 14 DAI, 21 DAI and 28 DAI respectively, were recorded in the treatment BA 2.0 mg/l. In the variety BARI-12 (V₄) the maximum number of node (3.33, 6.33 and 8.00) at 14 DAI, 21 DAI and 28 DAI respectively were recorded in BA 1.0 mg/l treatment while minimum number of node (1.33, 2.67 and 4.33) at 14 DAI, 21 DAI and 28 DAI respectively were recorded in the treatment BA 2.0 mg/l. The highest percentage of node development was observed in the variety Kokei among the materials under studied.



Fig. 7. Maximum number of node at 28 DAI in Kokei variety

Table 6. Effect of BA on number of node per explant at different days in different varieties of Sweet Potato

(Treatment) BA Concentration	Number of node per explant at different DAI											
	NS14				NS21				NS28			
	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
T₁ = 0.5 mg/l	3.00a	2.33b	2.33ab	2.33b	6.00b	4.67b	5.33b	4.33b	7.67b	6.33b	7.33b	5.67a
T₂ = 1.0 mg/l	3.67a	3.67a	3.67a	3.33a	7.33a	6.67a	6.67a	6.33a	9.67a	7.67a	8.67a	8.00a
T₃ = 1.5 mg/l	3.00a	2.67ab	2.67ab	2.00bc	6.33ab	4.33bc	5.00b	4.00b	8.67ab	5.67b	6.33b	5.33bc
T₄ = 2.0 mg/l	2.33a	1.67b	1.67b	1.33c	4.67c	3.33c	4.00c	2.67c	6.33c	4.33c	5.33c	4.33c
CV (%)	27.22	22.35	29.57	22.22	11.62	12.15	7.78	11.54	7.14	9.62	8.35	12.12
LSD (0.05)	1.53	1.09	0.77	0.94	1.33	1.09	0.77	0.94	1.09	1.09	1.09	1.33

NS= Number of days after sub-culture

Figures in a column followed by different letter(s) differs significantly whereas figures having common letter(s) do not differ significantly from each other as adjusted by DMRT. CV= Coefficient of variation, LSD (0.05) = Least significant difference.

Sub-expt-03. Combined effect of BA and IBA on shoot and root induction potentiality in different varieties of Sweet Potato

The result of the combined effect of different concentrations of BA and IBA has been presented under following headings .

Days to shoot induction

Significant variations were observed among different concentrations of BA and IBA on days to shoot induction at 5% level of significance as represented in table 7. The maximum days to shoot induction (8.33, 8.33, 9.33 and 8.00) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively were recorded in 1.0 mg/l BA + 2.0 mg/l IBA treatment while minimum days to shoot induction (5.33, 5.67, 7.33 and 5.33) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively were recorded in the treatment 1.0 mg/l BA + 1.5 mg/l IBA. The

variety Kokei took maximum days to shoot initiation in the combine treatment 1.00 mg/l + 2.00mg/l IB

Table 7. Combined effect of BA and IBA on days to shoot induction in different varieties of Sweet Potato

Treatment (IBA Concentration)	Days to shoot induction			
	Varieties			
	Beni	Kougane	Kokei	BARI 12
T ₁ = 1.0 mg/l BA + 0.5 mg/l IBA	6.67b	7.67ab	8.33ab	6.33bc
T ₂ =1.0 mg/l BA + 1.0 mg/l IBA	7.33ab	6.67bc	8.00ab	6.67b
T ₃ =1.0 mg/l BA + 1.5 mg/l IBA	5.33c	5.67c	7.33b	5.33c
T ₄ =1.0 mg/l BA + 2.0 mg/l IBA	8.33a	8.33a	9.33a	8.00a
CV (%)	8.35	8.15	10.50	10.74
LSD (0.05)	1.09	1.09	1.63	1.33

Figures in a column followed by different letter(s) differs significantly whereas figures having common letter(s) do not differ significantly from each other as adjusted by DMRT. CV= Coefficient of variation, LSD (0.05) = Least significant difference.

Length of shoot (cm)

The result of the experimental finding is presented in figure 7. Significant variations were observed among different concentrations of BA and IBA on length of shoot at 5% level of significance. The highest length of shoot (4.37 cm, 3.37 cm, 4.20 cm and 3.83 cm) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively were recorded in 1 mg/l BA + 1.5 mg/l IBA treatment while lowest length of shoot (3.87 cm, 2.7 cm, 3.67 cm and 2.63 cm) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively were recorded in the treatment 1 mg/l BA + 2 mg/l IBA (Fig 7).

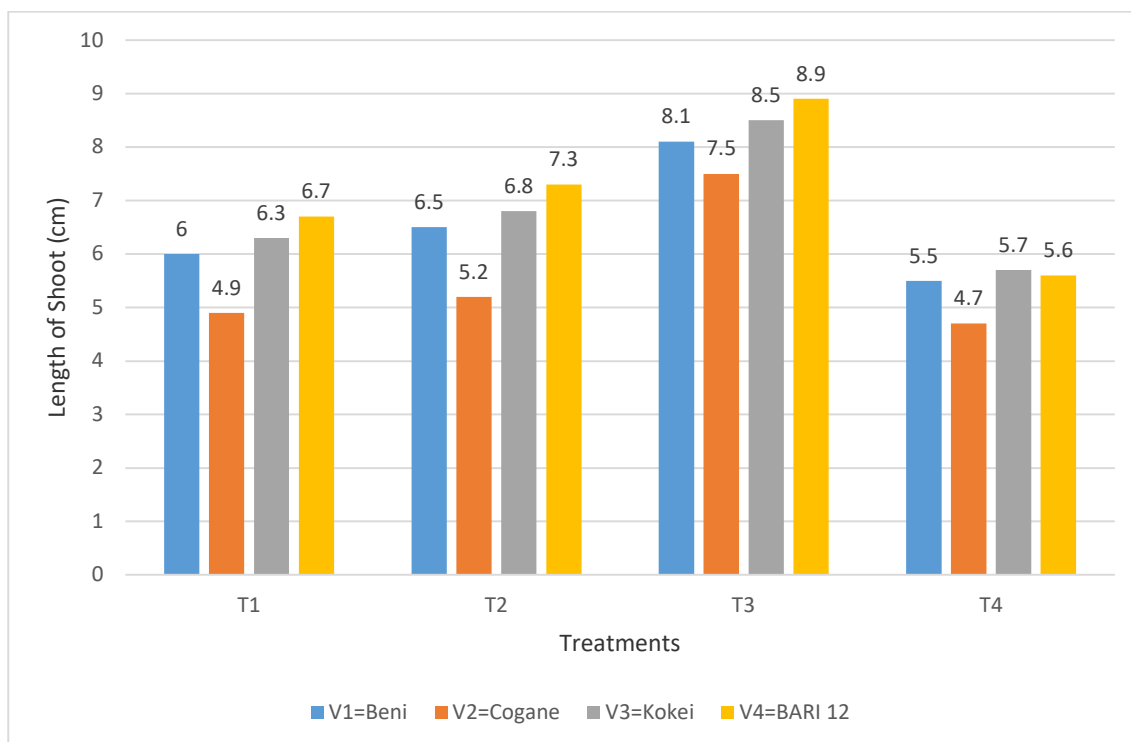


Fig. 8. Combined effect of BA and IBA on length of shoot in different varieties of Sweet Potato

Number of node per explant

Significant variations were observed among different concentrations of BA and IBA on number of shoot per explant at different DAI at 5% level of significance. The result is presented in table 8. In the variety Beni (V_1), the maximum number of node (5.00, 8.67 and 10.33) at 14 DAI, 21 DAI and 28 DAI respectively were recorded in 1.0 mg/l BA + 1.5 mg/l IBA treatment while minimum number of node (1.33, 4.33 and 6.67) at 14 DAI, 21 DAI and 28 DAI respectively were recorded in the treatment 1.0 mg/l BA + 2.0 mg/l IBA. In the variety Cogane (V_2), the maximum number of node (3.33, 5.67 and 7.67) at 14 DAI, 21 DAI and 28 DAI respectively were recorded in 2.0 mg/l BA + 1.5 mg/l IBA treatment while minimum number of node (1.33, 3.33 and 4.33) at 14 DAI, 21 DAI and 28 DAI respectively, were recorded in the treatment 1.0 mg/l BA + 2.0 mg/l IBA. In the variety Kokei (V_3), the maximum number of node (4.33, 7.33 and 10.33) at 14 DAI, 21 DAI and 28 DAI respectively were recorded in 1.0 mg/l BA + 1.5 mg/l IBA treatment while minimum number of node (1.33, 3.33 and 6.33) at 14 DAI, 21 DAI and 28 DAI respectively, were

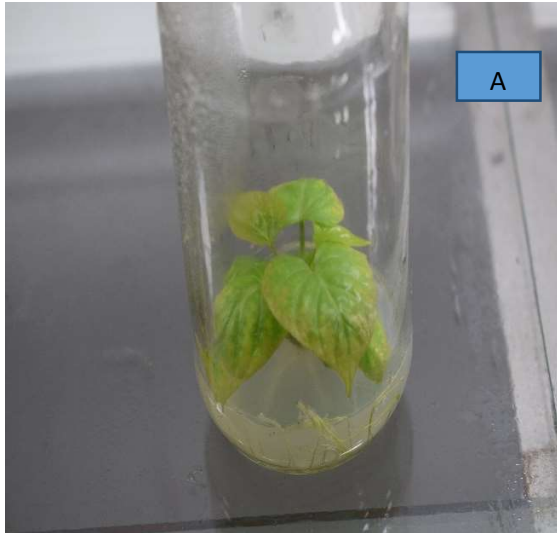
recorded in the treatment 1.0 mg/l BA + 2.0 mg/l IBA. In the variety BARI 12 (V₄), the maximum number of node (4.33, 8.33 and 9.67) at 14 DAI, 21 DAI and 28 DAI respectively were recorded in 1.0 mg/l BA + 1.5 mg/l IBA treatment while minimum number of node (3.00, 5.33 and 6.33) at 14 DAI, 21 DAI and 28 DAI respectively were recorded in the treatment 1.0 mg/l BA + 2.0 mg/l IBA. The variety BARI-12 and Kokei showed highest number of node and healthy plantlet at 28 days after inoculation in the treatment 1.00mg/l BA + 1.50mg/l IBA. All the varieties regenerated good quality plantlet in this treatment combination (Fig.9).

Table 8. Combined effect of BA and IBA on number of node per explant in different varieties of Sweet Potato

Treatments	Number of node per explants											
	NN14				NN21				NN28			
	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4
T1	2.67b	2.00bc	2.67b	2.00c	6.67b	4.67ab	5.33b	6.33bc	8.67b	6.33b	8.33b	7.33bc
T2	3.33b	2.6ab	2.33bc	3.33ab	7.33b	3.67bc	5.33b	6.67b	9.67ab	5.33bc	7.67b	8.00b
T3	5.00a	3.33a	4.33a	4.33a	8.67a	5.67a	7.33a	8.33a	10.33a	7.67a	10.33a	9.67a
T4	1.33c	1.33c	1.33c	3.00bc	4.33c	3.33c	3.33c	5.33c	6.67c	4.33c	6.33c	6.33c
CV (%)	22.93	21.43	21.65	20.38	8.55	21.43	10.83	8.66	6.54	9.76	7.07	9.03
LSD (0.05)	1.33	0.94	1.08	1.21	1.09	1.09	1.08	1.09	1.09	1.09	1.07	1.33

T₁=1.0 mg/l BA + 0.5 mg/l IBA, T₂=1.0 mg/l BA + 1.0 mg/l IBA, T₃=1.0 mg/l BA + 1.5 mg/l IBA
T₄=1.0 mg/l BA + 2.0 mg/l IBA

Figures in a column followed by different letter(s) differs significantly whereas figures having common letter(s) do not differ significantly from each other as adjusted by DMRT. CV= Coefficient of variation, LSD (0.05) = Least significant difference



9(a) Mature plantlet of the variety Beni



9(b) Mature plantlet of the variety Kougane



9(c) Mature plantlet of the variety Kokei



9(d) Mature plantlet of the variety BARI 12

Fig. 9. Healthy plantlet in different sweet potato varieties in the treatment 1.0 mg/l BA + 1.5 mg/l IBA

Days to root induction

Significant variations were observed among different concentrations of BA and IBA on days to root induction at 5% level of significance. The result was shown in table 9. The maximum days to

root induction (9.33, 9.67, 10.00 and 8.67) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively were recorded in 1 mg/l BA + 2 mg/l IBA treatment while minimum days to root induction (7.33, 6.33, 7.33 and 6.33) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively were recorded in the treatment 1.0 mg/l BA + 1.5 mg/l IBA. The variety BARI-12 showed minimum days and the variety Kokei showed maximum days to root induction in the treatment 1.00mg/l BA+ 2.00mg/l IBA

Table 9. Combined effect of BA and IBA on days to root induction in different varieties of Sweet Potato

Treatment (IBA Concentration)	Days to root induction			
	Varieties			
	Beni	Kougane	Kokei	BARI 12
T ₁ = 1.0 mg/l BA + 0.5 mg/l IBA	8.67a	7.67b	8.67b	7.33bc
T ₂ =1.0 mg/l BA + 1.0 mg/l IBA	8.33ab	8.33b	8.67b	7.67ab
T ₃ =1.0 mg/l BA + 1.5 mg/l IBA	7.33b	6.33c	7.33c	6.33c
T ₄ =1.0 mg/l BA + 2.0 mg/l IBA	9.33a	9.67a	10.00a	8.67a
CV (%)	6.86	7.22	8.16	7.70
LSD (0.05)	1.09	1.09	1.33	1.08

Figures in a column followed by different letter(s) differs significantly whereas figures having common letter(s) do not differ significantly from each other as adjusted by DMRT. CV= Coefficient of variation, LSD (0.05) = Least significant difference.

Length of root

Significant variations were observed among different concentrations of BA and IBA on length of root at 5% level of significance. The highest length of root (3.47 cm, 3.33 cm, 3.30 cm and 2.60 cm) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively were recorded in 1 mg/l BA + 1.5 mg/l IBA treatment while lowest length of root (2.63 cm, 2.50 cm, 2.60 cm and 2.03 cm) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively were recorded in the treatment 1 mg/l BA + 2 mg/l IBA. The variety-BARI-12 showed highest length of root (Fig. 11).

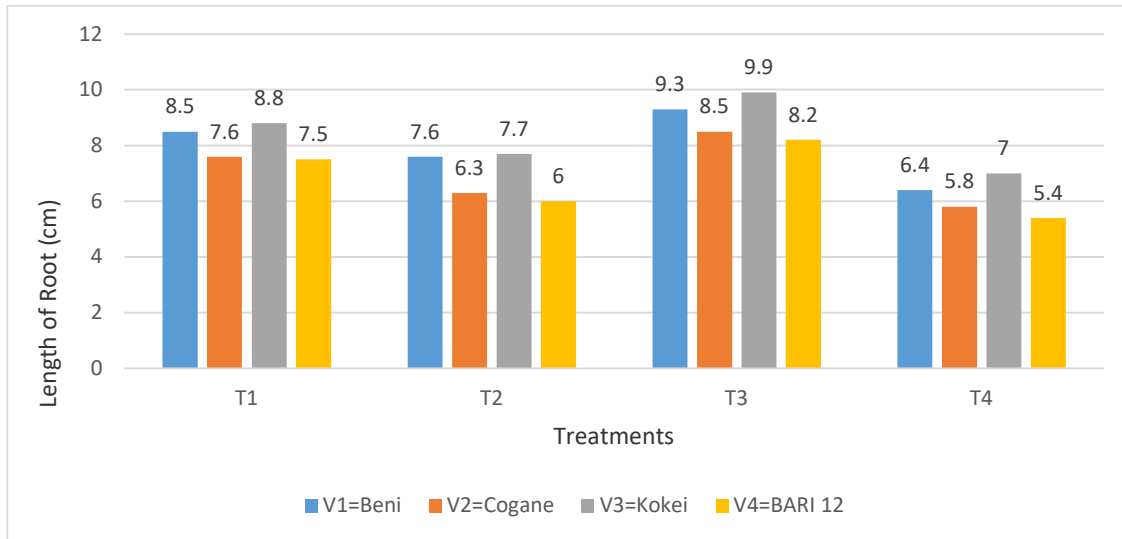


Fig. 10. Length of root in different varieties of Sweet Potato



Fig. 11. Highest length of root at 28 days in different varieties in the treatment BA 1.0 mg/l + IBA 1.5 mg/l

Acclimatization and establishment of plantlets on soil

After a satisfactory number of shoot and root development at 7 weeks of culture the individual plantlets were moved from vial carefully without any root damage. The roots were washed with running tap water for removing surplus media. The plantlets were then transplanted into small plastic pot prepared with a standard ratio of cowdung and soil in a shade condition. The plantlets were sprayed occasionally with water for maintaining humidity. At first 30 plants of each variety were hardened in net house. Among them, 25, 19, 23 and 21 plants survived respectively in Beni, Cogane, Kokei and BARI 12 variety. They were hardened in netting condition. So, in net house survival rate was (83.33%, 63.33%, 76.66% and 70.00%) at V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively. In open field condition survival rate was 92.00%, 84.21%, 86.95% and 85.71% on V₁, V₂, V₃ and V₄ respectively. Finally in open atmospheric condition the plants were transplanted in the main field. The highest survival rate was noticed in the variety Beni and the second highest was in the variety-Kokei (fig. 12).

Table 10. Survival rate of *in vitro* regenerated plantlets of Sweet potato

Sl No	Variety	Hardening in net house			Hardening in open Condition		
		No. of plantlets transferred in plastic pot	No. of survived plantlets	Survival rate (%)	No. of plantlets transferred	No of seedlings established	Survival rate (%)
1	V ₁ = Beni	30	25	83.33	25	23	92.00
2	V ₂ =Kougane	30	19	63.33	19	16	84.21
3	V ₃ =Kokei	30	23	76.66	23	20	86.95
4	V ₄ = BARI 12	30	21	70.00	21	18	85.71



12 (a) Sweet Potato varieties in net house



12 (b) Well developed Kokei variety in plastic pot

Fig. 12. Hardening of sweet potato plantlet in netting condition in net house and plastic pot

JICA official's visit



Image: Ms. Morikawa, Ms. Satsuki and Ms. Tanaka met VC and Professors at SAU



Image: Mr. Sawada, Mr. Fujiwara and Mr. Kasatani visits nursery bed at SAU



Image: Mr. Yamamoto and Mr. Aoyama visits nursery bed at SAU



Image: Mr. Ichiro, Ms. Shiori and Mr. Takahashi visits nursery bed at SAU



Image: Mr. Ichiro, Ms. Shiori and Mr. Takahashi met VC and Pro VC of SAU

ToT Programme

Sher-e-Bangla Agricultural university had been organized a training programme for trainer on improve sweet potato cultivation technique. Technical personal of different area were gave lecture to the sub assistant agricultural officers, field supervisors and farmer leaders.



Image: Deliver lecture by honorable vice chancellor



Image: Deliver lecture by Plant Pathologist Dr. Naznin Sultana

Sweet potato made food testing survey





Recommendations:

1. Field evaluation of *in vitro* regenerated sweet potato plantlet.
2. Yield potentiality study of tissue culture derived sweet potato and conventional propagated sweet potato.
3. Degenerative loss study of tissue culture produced seed material.
4. Nutritional quality study of exotic sweet potato varieties.

Appendices

Appendix 1. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on plant height at different days after planting

Plant height (cm)						
Treatments	Year (2018-19)			Year (2019-20)		
	40 DAP	70 DAP	100 DAP	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	44.25 f	81.28 g	107.05 de	25.21ef	38.00 e	64.53de
V ₁ T ₁	55.37 de	85.27 f	141.74 c	30.90bcd	44.93cde	67.60cd
V ₁ T ₂	60.44bc	96.74 d	153.07 bc	34.95ab	53.33 bc	81.60ab
V ₂ T ₀	46.73 f	81.42 g	107.18 de	21.37 f	40.53 de	71.33abcd
V ₂ T ₁	56.94 cd	86.55 f	136.20 cd	24.28ef	46.67cde	74.27abcd
V ₂ T ₂	59.41bc	96.86 d	154.22 bc	26.37def	49.80 cd	83.93a
V ₃ T ₀	47.22 f	73.82 h	88.79 e	23.61ef	37.17 e	48.00f
V ₃ T ₁	60.72 bc	96.28 de	138.00 c	28.67cde	41.13 de	52.53ef
V ₃ T ₂	74.86 a	100.82 c	164.49 a-c	33.13abc	46.20cde	63.50de
V ₄ T ₀	52.49 e	93.54 e	156.14 bc	27.51de	53.73 bc	68.87bcd
V ₄ T ₁	61.88 b	107.33 b	186.60 a	33.55abc	62.97 ab	77.67abc
V ₄ T ₂	72.41 a	115.04 a	182.42 ab	37.69 a	72.40 a	83.13a
LSD Value	3.868	2.853	29.933	5.19	9.78	12.74
CV(%)	3.957	1.813	12.362	10.60	11.81	10.79

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 2. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on branch per plant at different days after planting

Number of branch/plant						
Treatments	Year (2018-19)			Year (2019-20)		
	40 DAP	70 DAP	100 DAP	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	0.26 g	1.46 fg	2.13 d	6.20bcde	7.93cd	9.67cde
V ₁ T ₁	0.66 ef	2.26 de	4.20 c	7.27abc	8.60cd	10.80bc
V ₁ T ₂	0.93 de	2.66 c-e	5.13 b	8.13ab	10.40bc	12.67b

V ₂ T ₀	0.40 fg	1.20 g	2.26 d	4.53e	5.87d	7.73e
V ₂ T ₁	0.93 de	3.06 bc	5.06 b	5.53cde	7.53cd	8.00e
V ₂ T ₂	1.07 cd	3.00 b-d	6.73 a	6.27bcde	8.60cd	9.27cde
V ₃ T ₀	0.60 e-g	3.20 bc	2.73 d	4.73de	7.27d	8.20de
V ₃ T ₁	1.33 c	3.60 b	5.73 b	5.40cde	8.00cd	9.67cde
V ₃ T ₂	1.93 b	5.80 a	7.40 a	5.73cde	8.73cd	11.27bc
V ₄ T ₀	1.07 cd	2.00 ef	3.53 c	6.73bcd	8.60cd	10.53bcd
V ₄ T ₁	2.13 b	3.40 bc	5.70 b	6.67bcd	12.40b	12.60b
V ₄ T ₂	2.93a	6.26 a	7.03 a	9.20a	15.60a	21.73a
LSD Value	0.3531679	0.791	0.767	2.09	2.95	2.34
CV(%)	17.54298	14.787	9.421	19.47	19.14	12.59

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 3. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on number of leaf per plant at different days after planting

Number of leaf/plant						
Treatments	Year (2018-19)			Year (2019-20)		
	40 DAP	70 DAP	100 DAP	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	13.20 g	20.66 f	31.93 g	37.07cd	92.47cd	128.13bcde
V ₁ T ₁	16.13 f	24.06 e	52.13 f	44.53bc	107.00bc	133.80bcd
V ₁ T ₂	18.86 de	31.26 d	74.26 cd	58.13a	122.20ab	147.40ab
V ₂ T ₀	12.73 g	17.30 g	31.06 g	25.40e	80.80d	102.20f
V ₂ T ₁	16.80 ef	22.66 ef	70.13 de	33.00de	91.13cd	114.93def
V ₂ T ₂	20.06 d	31.26 d	79.80 c	34.47cde	108.73bc	136.27bc
V ₃ T ₀	17.20ef	23.20 ef	33.80 g	32.00de	76.87d	101.47f
V ₃ T ₁	26.00 bc	30.86 d	65.86 e	34.40cde	93.33cd	112.47ef
V ₃ T ₂	32.13 a	36.40 c	71.40 de	38.13cd	103.53bc	134.93bcd
V ₄ T ₀	19.73 d	33.60 cd	52.73 f	35.60cde	95.80cd	123.53cde
V ₄ T ₁	24.33 c	47.03 b	88.66 b	40.73bcd	121.67ab	146.33ab
V ₄ T ₂	26.73 b	55.40 a	118.60 a	50.67ab	135.13a	160.60a
LSD Value	2.360	3.199	6.940	10.92	21.32	21.30
CV(%)	6.858	6.066	6.384	16.67	12.29	9.78

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 4. Interaction effect of variety and different doses of fertilizer on yield of sweet potato

Treatment	Year (2018-19)				Year (2019-20)			
	Tuber length (cm)	Tuber dia (cm)	Tuber / plant (kg)	Yield (t/h)	Tuber length (cm)	Tuber dia (cm)	Tuber / plant (kg)	Yield (t/h)

V ₁ T ₀	9.48 g	10.01 h	0.31g	10.51 g	18.65bc	17.43bcde	1.02bcd	15.92bcd
V ₁ T ₁	10.63 fg	12.24 gh	0.41f	13.76 f	17.28bcd	19.20abcd	1.14bcd	17.73bcd
V ₁ T ₂	15.23 cd	16.20 c-e	0.47e	15.86 e	18.79bc	17.20cde	1.20bc	18.72bc
V ₂ T ₀	9.52 g	10.70 h	0.20i	6.86i	13.42e	13.83e	0.40f	6.27f
V ₂ T ₁	11.59 f	13.50fg	0.24h	8.19 h	16.08cde	19.03bcd	0.89de	13.89de
V ₂ T ₂	13.54 e	15.22 d-f	0.33g	11.22 g	15.81cde	15.93de	0.99cd	15.50cd
V ₃ T ₀	13.71 de	14.17 e-g	0.52d	17.46 d	12.57e	16.13de	0.40f	6.27f
V ₃ T ₁	16.24 bc	16.48 cd	0.69c	23.17 c	14.72de	17.62bcde	0.66ef	10.26ef
V ₃ T ₂	20.61 a	18.26 bc	0.97a	32.55 a	17.42bcd	21.23abc	1.80a	28.05a
V ₄ T ₀	14.12 de	14.90 d-f	0.53d	17.76 d	19.04bc	20.12abcd	0.87de	13.48de
V ₄ T ₁	17.31 b	22.18 a	0.70c	23.53 c	20.52ab	21.77ab	1.06bcd	16.48bcd
V ₄ T ₂	17.75 b	18.96 b	0.90b	30.06 b	23.43a	23.49a	1.29b	20.12b
LSD Value	1.665	2.264	0.039	1.322	3.81	4.44	0.29	4.52
CV(%)	6.953	8.776	4.448	4.442	12.99	14.13	17.55	17.55

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 5. Interaction effect of variety and different doses of fertilizer on quality of sweet potato

Treatments	Quality parameters of sweet potato			
	Year (2018-19)		Year (2019-20)	
	Dry weight	TSS (%)	Dry weight	TSS (%)
V ₁ T ₀	37.66 ab	13.96 a	35.33ab	12.90cde
V ₁ T ₁	38.66 ab	13.73 ab	35.33ab	13.33abcd
V ₁ T ₂	37.66 ab	13.66 ab	37.00a	13.33abcd
V ₂ T ₀	36.33 ab	11.93 bc	32.33bc	11.63e
V ₂ T ₁	36.00 ab	11.56 c	32.33bc	11.60e
V ₂ T ₂	39.33 a	12.03 bc	33.67ab	12.07de
V ₃ T ₀	33.33ab	14.26 a	34.67ab	14.70ab
V ₃ T ₁	36.66 ab	14.23 a	32.33bc	14.37abc
V ₃ T ₂	37.33 ab	14.13 a	35.33ab	14.87a
V ₄ T ₀	32.66 b	13.80 ab	29.33cd	13.07bcde
V ₄ T ₁	33.66 ab	14.00 a	27.33d	13.60abcd
V ₄ T ₂	36.66ab	14.00 a	32.00bc	13.43abcd
LSD Value	6.176	1.923	3.81	1.66
CV(%)	10.038	8.449	6.80	7.44

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 6. Interaction effect of sweet potato variety and different mulches on plant height at different days after planting

Treatments	Plant height (cm)	
	Year (2018-19)	
	Year (2019-20)	

	40 DAP	70 DAP	100 DAP	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ M ₀	55.03 cd	83.59 de	152.96 e	29.68cd	53.67cde	82.47c
V ₁ M ₁	60.28bc	92.12 c	165.18 cd	32.14c	58.47cd	83.40c
V ₁ M ₂	70.97 a	106.42 a	179.69 ab	37.59a	62.67c	96.93ab
V ₂ M ₀	50.63 d	78.06e	154.90 e	25.67d	49.67def	68.87d
V ₂ M ₁	57.78 b-d	85.01 d	159.35 de	31.28c	81.00b	89.53bc
V ₂ M ₂	62.56 bc	96.30 bc	175.37 b	40.50a	91.73a	108.40a
V ₃ M ₀	51.98 d	81.32 de	157.81 de	31.08c	42.53f	59.20d
V ₃ M ₁	57.71 b-d	98.55 b	170.18 bc	33.43bc	45.27ef	69.87d
V ₃ M ₂	63.89ab	105.66 a	187.26 a	37.00ab	51.13def	64.20d
LSD Value	8.061	5.685	9.847	4.10	10.60	12.24
CV(%)	7.896	3.574	3.407	7.15	10.28	8.80

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go

M₀: Without mulch, M₁: Straw mulch, M₂: Black vinyl mulch

Appendix 7. Interaction effect of sweet potato variety and different mulches on branch per plant at different days after planting

Treatments	Number of branch/plant					
	Year (2018-19)			Year (2019-20)		
	40 DAP	70 DAP	100 DAP	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ M ₀	1.07 e	2.20 e	4.93 de	8.40cd	11.40def	12.53ef
V ₁ M ₁	1.30 de	2.53 c-e	5.33 cd	9.07bc	13.07bcd	14.13cd
V ₁ M ₂	1.90 bc	3.13 ab	6.37 ab	10.13ab	14.87a	15.80ab
V ₂ M ₀	1.20 de	1.67 f	4.33 e	5.58e	9.93f	11.33f
V ₂ M ₁	1.60 cd	2.47 de	5.20 cd	7.27d	12.00cde	13.73cde
V ₂ M ₂	1.87 bc	3.00 bc	6.27 ab	9.87abc	13.40abc	14.73bc
V ₃ M ₀	1.73 c	2.47 de	5.73 bc	8.73bcd	10.80ef	12.33ef
V ₃ M ₁	2.20 b	2.87 b-d	5.77 bc	9.47abc	11.73cde	12.80de
V ₃ M ₂	2.87 a	3.60 a	6.93 a	10.93a	14.13ab	16.33a
LSD Value	0.420	0.529	0.671	0.94	1.76	1.45
CV(%)	13.908	11.51	6.861	10,71	8.23	6.13

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go

M₀: Without mulch, M₁: Straw mulch, M₂: Black vinyl mulch

Appendix 8. Interaction effect of sweet potato variety and different mulches on leaf per plant at different days after planting

Treatments	Number of leaf/plant					
	Year (2018-19)			Year (2019-20)		
	40 DAP	70 DAP	100 DAP	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ M ₀	20.07 cd	43.07 e	72.00 d	46.33cde	126.40cd	150.80ab
V ₁ M ₁	17.67 d	54.13 c	83.33 c	49.60bcd	134.00ab	152.27ab
V ₁ M ₂	25.80bc	62.63 b	97.60 b	59.40a	139.13a	158.60a
V ₂ M ₀	18.67 d	42.00 e	68.80 d	31.33g	113.73e	137.47cd
V ₂ M ₁	22.13 b-d	57.13 c	85.33 c	42.13def	125.53d	145.00bc
V ₂ M ₂	27.73 ab	65.77 b	101.23 ab	52.87abc	135.40ab	159.60a
V ₃ M ₀	21.00 cd	49.73 d	69.80 d	36.73fg	111.80e	130.00d

V ₃ M ₁	27.07ab	66.57 b	88.80 c	38.40efg	125.20d	143.67bc
V ₃ M ₂	32.13 a	75.33 a	105.47 a	57.20ab	132.53bc	148.07b
LSD Value	5.885	3.939	7.684	8.72	6.43	10.25
CV(%)	14.417	3.966	5.173	10.95	2.92	4.02

Mean followed by the same letters are not significantly different (p<0.05) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go

M₀: Without mulch, M₁: Straw mulch, M₂: Black vinyl mulch

Appendix 9. Interaction effect of variety and different mulches on yield of sweet potato

Treatments	Year (2018-19)				Year (2019-20)			
	Tuber length (cm)	Tuber dia (cm)	Tuber / plant (kg)	Yield (t/h)	Tuber length (cm)	Tuber dia (cm)	Tuber / plant (kg)	Yield (t/h)
V ₁ M ₀	15.74 de	17.19 de	0.43 f	14.25 e	17.45a	17.70c	0.94d	14.62d
V ₁ M ₁	16.92 cd	16.38 de	0.49 e	16.51 d	18.21a	19.57bc	1.54bc	24.01bc
V ₁ M ₂	24.71 b	23.26 bc	0.52 d	17.35 d	19.12a	19.72bc	1.76ab	27.37ab
V ₂ M ₀	14.73 e	14.47 e	0.31 h	10.29 g	14.39bc	17.62c	0.74d	11.56d
V ₂ M ₁	18.37 c	18.66 d	0.38 g	12.77 f	17.56a	17.17c	1.57bc	24.37bc
V ₂ M ₂	27.27 a	23.71 b	0.43 f	28.27 c	17.34ab	21.21bc	1.79ab	27.84ab
V ₃ M ₀	15.41 de	19.70 cd	0.85 c	14.26 e	12.53c	17.66c	0.47e	7.36e
V ₃ M ₁	7.01 cd	23.77 b	0.95 b	31.51 b	18.48a	23.96ab	1.47c	22.81c
V ₃ M ₂	25.01 b	28.44 a	0.98 a	32.44 a	18.41a	26.39a	1.86a	28.93a
LSD Value	1.881	3.659	0.025	0.882	2.96	5.14	0.24	3.87
CV(%)	5.585	10.253	2.443	2.583	10.04	14.77	10.64	10.65

Mean followed by the same letters are not significantly different (p<0.05) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go

M₀: Without mulch, M₁: Straw mulch, M₂: Black vinyl mulch

Appendix 10. Interaction effect of variety and different mulch on quality of sweet potato

Treatments	Quality parameters of sweet potato			
	Year (2018-19)		Year (2019-20)	
	Dry weight	TSS (%)	Dry weight	TSS (%)
V ₁ M ₀	32.33 c	14.10 a	29.00d	13.10ab
V ₁ M ₁	33.33 bc	13.90 a	31.00cd	12.67ab
V ₁ M ₂	34.66 a-c	13.87 a	32.33bc	13.07ab
V ₂ M ₀	34.33 a-c	13.50 a	31.00cd	12.77ab
V ₂ M ₁	35.00 a-c	13.10 a	34.33ab	12.47ab
V ₂ M ₂	36.33 ab	13.07 a	34.33ab	12.30b
V ₃ M ₀	37.33 a	13.97 a	35.67a	13.33ab
V ₃ M ₁	36.33 ab	13.90 a	36.67a	13.37ab
V ₃ M ₂	37.00 a	14.17 a	37.00a	13.73a
LSD Value	3.619	1.442	2.78	1.32
CV(%)	5.942	6.069	4.80	5.88

Mean followed by the same letters are not significantly different (p<0.05) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go,

M₀: Without mulch, M₁: Straw mulch, M₂: Black vinyl mulch

Appendix 11. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on plant height at different days after planting at Bogura location

Treatments	Plant height (cm)					
	Year (2018-19)			Year (2019-20)		
	40 DAP	70 DAP	100 DAP	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	25.67 e	43.00 e	66.67 f	19.73de	28.00e	50.00f
V ₁ T ₁	31.33 de	51.67 de	78.33 de	21.57bcd	31.00de	58.33de
V ₁ T ₂	39.33 c	66.33 ab	87.00 cd	24.90ab	34.17cde	66.67bc
V ₂ T ₀	31.33 de	51.00 de	75.33 ef	20.37cde	31.00de	59.33cde
V ₂ T ₁	39.33 c	56.67 b-d	82.00 de	20.40cde	35.67cd	65.67bcd
V ₂ T ₂	44.33 bc	65.00 a-c	92.67 bc	23.23bcd	39.17bc	73.33ab
V ₃ T ₀	32.00 d	53.67 c-e	76.00 e	17.33e	28.10e	39.00g
V ₃ T ₁	41.00 c	56.67 b-d	80.67 de	19.60de	34.50cde	46.00fg
V ₃ T ₂	48.33 b	63.33 a-c	86.67 cd	23.97abc	38.17bc	51.67ef
V ₄ T ₀	38.67 c	54.00 c-e	91.33 c	21.00cde	40.13bc	62.33cd
V ₄ T ₁	47.00 b	57.33 b-d	100.67 b	23.07bcd	44.00ab	71.33ab
V ₄ T ₂	57.33 a	72.33 a	115.00 a	27.67a	49.67a	77.00a
LSD Value	5.950	11.420	8.928	3.72	6.91	7.78
CV(%)	8.865	11.712	6.128	10.03	11.30	7.65

Mean followed by the same letters are not significantly different (p<0.05) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 12. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on branch per plant at different days after planting at Bogura location

Treatments	Number of branch/plant					
	Year (2018-19)			Year (2019-20)		
	40 DAP	70 DAP	100 DAP	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	2.00 b	2.33 f	3.33 b	4.00d	6.33e	9.00ef
V ₁ T ₁	3.00 b	2.00 f	5.00 ab	5.00cd	7.00e	11.00def
V ₁ T ₂	5.33 a	2.67 ef	6.00 a	6.00abc	8.00de	11.67cde
V ₂ T ₀	1.53 b	3.33 de	5.33 ab	5.33bcd	7.00e	8.67f
V ₂ T ₁	2.33 b	3.33 de	4.67 ab	5.00cd	8.33de	10.33def
V ₂ T ₂	2.67 b	3.33 de	5.67 a	6.33abc	11.67b	14.00bc
V ₃ T ₀	2.60 b	4.67 bc	5.67 a	4.00d	8.33de	9.33ef
V ₃ T ₁	2.67 b	4.00 cd	4.00 ab	7.67a	10.67bc	12.67bcd
V ₃ T ₂	3.33 b	4.67 bc	4.33 ab	7.00ab	9.33cd	12.67bcd
V ₄ T ₀	2.13 b	4.67 bc	4.67 ab	5.00cd	11.33bc	14.67b
V ₄ T ₁	2.43 b	5.00 b	4.67 ab	7.67a	12.00b	15.33b
V ₄ T ₂	3.20 b	6.33 a	5.67 a	7.67a	14.33a	21.67a
LSD Value	1.980	0.916	2.130	1.71	2.09	2.68
CV(%)	24.235	14.016	25.592	17.15	12.97	12.60

Mean followed by the same letters are not significantly different (p<0.05) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 13. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on number of leaf per plant at different days after planting at Bogura location

Number of leaf/plant						
Treatments	Year (2018-19)			Year (2019-20)		
	40 DAP	70 DAP	100 DAP	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	28.00 f	39.33 f	120.00 ef	18.00de	49.00e	82.33g
V ₁ T ₁	32.00 ef	49.00 e	139.67 d-f	26.00bc	58.67cd	87.67fg
V ₁ T ₂	42.33 bc	59.33 bc	147.00 c-e	31.67a	60.67cd	89.67efg
V ₂ T ₀	33.67 ef	47.00 e	143.33 c-f	17.33de	53.00de	81.33g
V ₂ T ₁	39.00 b-e	51.00 de	156.66 cd	22.00cd	56.33cde	90.67efg
V ₂ T ₂	43.33 b	60.00 bc	171.67 c	25.33bc	64.33bc	99.00de
V ₃ T ₀	31.00 f	55.67 cd	118.33 f	16.33e	47.00e	70.33h
V ₃ T ₁	34.33 d-f	62.00 ab	145.00 c-f	25.67bc	54.67de	96.33ef
V ₃ T ₂	42.67 bc	66.00 a	170.00 c	29.67ab	61.00cd	107.33cd
V ₄ T ₀	35.00 c-f	48.33 e	201.67 b	23.67c	73.33b	110.33bc
V ₄ T ₁	41.67 b-d	52.67 de	210.00 ab	25.33bc	83.00a	119.33ab
V ₄ T ₂	53.00 a	61.33 a-c	238.33 a	33.00a	90.33a	126.67a
LSD Value	7.783	5.824	8.395	4.74	9.61	9.63
CV(%)	12.096	6.333	10.258	11.43	9.07	5.88

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 14. Interaction effect of variety and different doses of fertilizer on yield of sweet potato at Bogura location

Treatment	Year (2018-19)				Year (2019-20)			
	Tuber length (cm)	Tuber dia (cm)	Tuber / plant (kg)	Yield (t/h)	Tuber length (cm)	Tuber dia (cm)	Tuber / plant (kg)	Yield (t/h)
V ₁ T ₀	14.67 a	15.00 b-e	0.31 f	10.20 f	13.17abc	17.20abc	0.69def	10.73 ef
V ₁ T ₁	17.00 a	15.33 b-d	0.32 ef	10.77 ef	15.20ab	15.57dcde	0.79cdef	12.34cdef
V ₁ T ₂	19.00 a	13.00 de	0.40 e	13.29 e	15.17ab	15.40bcde	0.96abcd	14.98abcd
V ₂ T ₀	15.33 a	12.67 e	0.29 f	9.73 f	11.87bc	12.67e	0.52ef	8.14ef
V ₂ T ₁	17.33 a	13.67 c-e	0.30 f	10.29 f	14.57abc	15.23bcde	0.76def	11.76def
V ₂ T ₂	18.67 a	16.00 a-c	0.34 ef	11.22 ef	16.67a	18.07ab	1.07abc	16.59abc
V ₃ T ₀	17.67 a	15.67 bc	0.62 d	20.55 d	11.00c	13.63de	0.49f	7.72f
V ₃ T ₁	16.33 a	15.33 b-d	0.69 b-d	22.94 b-d	15.50ab	14.27cde	0.80cde	12.49cde
V ₃ T ₂	17.33 a	17.33 ab	0.77 ab	26.36 a	15.17ab	17.67ab	1.19a	18.61a
V ₄ T ₀	16.00 a	16.00 a-c	0.66 cd	22.11 cd	13.33abc	18.17ab	0.76def	11.87def
V ₄ T ₁	18.33 a	18.33 a	0.74 a-c	24.60 a-c	13.90abc	16.30bcd	0.88bcd	13.79bcd
V ₄ T ₂	17.67 a	16.676 ab	0.79 a	25.66 ab	12.77bc	20.13a	1.11ab	17.37ab
LSD Value	4.454	2.531	0.087	2.923	2.73	3.13	0.15	4.68
CV(%)	15.375	9.696	9.974	9.972	15.72	11.42	21.21	21.21

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 15. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on plant height at different days after planting at Gaibandha location

Treatments	Plant height (cm)		
	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	16.33 g	41.67 de	77.67 g
V ₁ T ₁	20.67 fg	44.00 c-e	79.33 g
V ₁ T ₂	25.00 d-f	48.67 b-d	83.33 e-g
V ₂ T ₀	23.00 ef	37.00 e	80.67 g
V ₂ T ₁	26.33 de	44.00 c-e	82.00 fg
V ₂ T ₂	30.00 cd	52.33 ab	86.67 d-f
V ₃ T ₀	28.67 cd	36.33 e	88.00 de
V ₃ T ₁	29.00 cd	36.67 e	89.00 c-e
V ₃ T ₂	32.00 c	42.33 de	94.33 bc
V ₄ T ₀	33.67 bc	47.33 b-d	91.33 b-d
V ₄ T ₁	38.67 ab	51.33 a-c	97.00 ab
V ₄ T ₂	41.33 a	59.33 a	101.67 a
LSD Value	5.02	8.25	5.74
CV(%)	10.33	10.81	13.87

Mean followed by the same letters are not significantly different (p<0.05) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 16. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on branch per plant at different days after planting at Gaibandha location

Treatments	Branch / plant		
	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	2.33 e		4.67 e
V ₁ T ₁	3.00 de		7.00 a-d
V ₁ T ₂	3.67 cd		7.67 ab
V ₂ T ₀	4.00 bc		5.33 de
V ₂ T ₁	4.33 a-c		6.33 b-e
V ₂ T ₂	5.00 a		6.67 a-d
V ₃ T ₀	3.00 de		5.67 c-e
V ₃ T ₁	3.67 cd		6.67 a-d
V ₃ T ₂	4.67 ab		7.33 a-c
V ₄ T ₀	4.00 bc		5.67 c-e
V ₄ T ₁	5.00 a		7.33 a-c
V ₄ T ₂	4.33 a-c		8.33 a
LSD Value	0.76		1.8
CV(%)	11.54		16.56

Mean followed by the same letters are not significantly different (p<0.05) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 17. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on number of leaf per plant at different days after planting at Gaibandha location

Nuber of leaf / plant			
Treatments	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	27.67 d-f	36.00 g	104.67 e
V ₁ T ₁	30.33 c-e	41.00 fg	103.67 e
V ₁ T ₂	34.00 c	45.67 ef	110.00 de
V ₂ T ₀	24.33 fg	51.67 c-e	107.33 de
V ₂ T ₁	26.67 e-g	53.67 b-d	112.67 de
V ₂ T ₂	30.00 c-e	62.67 a	116.33 cd
V ₃ T ₀	22.33 g	49.00 de	105.00 e
V ₃ T ₁	24.67 fg	57.67 a-c	116.67 cd
V ₃ T ₂	27.33 d-f	3.33 a	124.33 bc
V ₄ T ₀	32.00 cd	47.67 de	116.67 cd
V ₄ T ₁	39.00 b	56.00 bc	128.33 b
V ₄ T ₂	44.67 a	59.33 ab	140.33 a
LSD Value	4.70	6.58	9.37
CV(%)	9.18	7.48	14.79

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 18. Interaction effect of variety and different doses of fertilizer on yield of sweet potato at Gaibandha location

Treatments	Tuber length (cm)	Tuber dia (cm)	plant (kg)	Yield (t/h)
V ₁ T ₀	15.67 ab	13.33 b	0.27 e	9.22 e
V ₁ T ₁	16.33 ab	13.67 b	0.29 e	9.89 e
V ₁ T ₂	14.00 b	13.67 b	0.32 e	10.72 e
V ₂ T ₀	16.00 ab	18.33 a	0.31 e	10.11 e
V ₂ T ₁	14.00 b	13.33 b	0.30 e	10.32 e
V ₂ T ₂	16.67 ab	16.67 ab	0.34 e	11.34e
V ₃ T ₀	15.00 ab	14.00 ab	0.75 ab	24.99 ab
V ₃ T ₁	18.67 a	14.00 ab	0.74 ab	24.77 ab
V ₃ T ₂	15.33 ab	13.33 b	0.86 a	26.88 a
V ₄ T ₀	17.33 ab	16.33 ab	0.60 d	19.99 d
V ₄ T ₁	18.00 ab	15.33 ab	0.63 cd	21.11 cd
V ₄ T ₂	15.33 ab	14.33 ab	0.69 bc	23.11 bc
LSD Value	4.00	4.37	0.06	2.12
CV(%)	14.76	17.59	7.44	7.45

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 19. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on plant height at different days after planting at Sherpur location

Plant height (cm)		
Treatments	Year (2018-19)	Year (2019-20)

	40 DAP	70 DAP	100 DAP	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	17.33 d	31.67 e	49.00 f	13.50d	31.16cde	49.33gh
V ₁ T ₁	18.67 d	32.67 e	57.67 de	16.33cd	30.33de	56.50efg
V ₁ T ₂	20.00 d	35.00 de	60.33 de	19.67bc	29.83def	59.50def
V ₂ T ₀	21.33 cd	34.00 e	54.67 ef	13.67d	40.83b	49.67gh
V ₂ T ₁	23.00 b-d	38.00 c-e	56.67 de	19.67bc	26.77efg	53.17fg
V ₂ T ₂	28.33 ab	38.00 c-e	62.00 cd	22.33ab	34.50bcd	64.17cd
V ₃ T ₀	23.33 b-d	37.67 c-e	62.67 cd	14.50d	20.50g	44.00h
V ₃ T ₁	27.33 a-c	43.33 c	67.33 bc	19.17bc	23.33fg	51.50g
V ₃ T ₂	33.67 a	42.67 cd	73.00 ab	22.17ab	22.83g	63.33cde
V ₄ T ₀	27.67 a-c	51.67 b	69.33 b	18.83bc	50.17a	68.17bc
V ₄ T ₁	28.00 a-c	56.67 ab	72.67 ab	20.83ab	37.83bc	74.00b
V ₄ T ₂	33.00 a	60.00 a	78.33 a	24.33a	51.00a	91.17a
LSD Value	6.88	8.15	6.03	3.84	6.68	7.39
CV(%)	16.16	11.52	5.59	12.11	11.86	7.23

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 20. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on branch per plant at different days after planting at Sherpur location

Treatments	Number of branch/plant					
	Year (2018-19)			Year (2019-20)		
	40 DAP	70 DAP	100 DAP	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	2.00 d	3.00 f	3.67 d	4.00ab	6.33cd	8.33e
V ₁ T ₁	2.67 cd	4.00 d-f	5.33 bcd	4.33ab	7.33bcd	9.33de
V ₁ T ₂	2.67 cd	4.33 c-f	6.33 ab	5.33a	7.67bc	10.33de
V ₂ T ₀	2.67 cd	3.33 ef	4.00 cd	4.00ab	8.00bc	10.33de
V ₂ T ₁	3.00 bc	4.00 d-f	5.33 bcd	4.33ab	9.00b	11.67cd
V ₂ T ₂	2.00 d	4.67 b-e	6.67 ab	5.00ab	11.00a	14.67b
V ₃ T ₀	2.00 d	5.00 a-d	6.67 ab	3.67b	5.67d	11.00d
V ₃ T ₁	3.33 a-c	5.67 abc	7.33 ab	5.00ab	7.67bc	11.33cd
V ₃ T ₂	4.00 a	6.33 a	7.67 a	5.33a	9.00b	13.67bc
V ₄ T ₀	3.67 ab	5.00 a-d	6.00 abc	4.00ab	7.33bcd	10.33de
V ₄ T ₁	3.67 ab	5.33 a-d	6.67 ab	4.33ab	8.67b	14.33b
V ₄ T ₂	4.00 a	6.00 ab	7.00 ab	5.00ab	12.33a	18.33a
LSD Value	0.91	1.58	2.05	1.40	1.71	2.54
CV(%)	18.20	19.82	20.00	18.30	12.18	12.54

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 21. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on number of leaf per plant at different days after planting at Sherpur location

Treatments	Number of leaf/plant	
	Year (2018-19)	Year (2019-20)

	40 DAP	70 DAP	100 DAP	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	17.67 d	40.00 e	72.67 d	16.67cd	51.33gh	65.33fg
V ₁ T ₁	21.67 cd	37.67 e	78.00 cd	17.67cd	61.00ef	83.33bcd
V ₁ T ₂	22.67 cd	43.33 de	78.00 cd	20.67bc	63.00ef	88.33bc
V ₂ T ₀	21.67 cd	37.67 e	77.67 cd	16.00d	57.33fg	70.33ef
V ₂ T ₁	26.67 bc	44.00 c-e	82.00 bc	20.67bc	67.67de	72.00def
V ₂ T ₂	29.67 b	42.67 de	83.00 bc	23.00ab	75.67bcd	81.00cde
V ₃ T ₀	23.33 c	45.33 b-e	87.33 ab	15.00d	42.33h	57.33g
V ₃ T ₁	24.67 bc	52.33 ab	89.33 ab	21.00bc	63.33ef	78.67cde
V ₃ T ₂	29.67 b	51.33 a-c	90.67 ab	25.67a	70.00cde	85.67bc
V ₄ T ₀	35.67 a	50.00 a-d	85.00 bc	21.00bc	78.00bc	86.33bc
V ₄ T ₁	38.00 a	53.33 a	87.67 ab	26.00a	82.33b	94.33b
V ₄ T ₂	35.67 a	54.33 a	94.67 a	27.33a	94.00a	108.67a
LSD Value	5.21	7.69	8.75	4.41	9.61	12.68
CV(%)	11.29	9.87	6.16	12.48	8.45	9.25

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 22. Interaction effect of variety and different doses of fertilizer on yield of sweet potato at Sherpur location

Treatment	Year (2018-19)				Year (2019-20)			
	Tuber length (cm)	Tuber dia (cm)	Tuber / plant (kg)	Yield (t/h)	Tuber length (cm)	Tuber dia (cm)	Tuber / plant (kg)	Yield (t/h)
V ₁ T ₀	10.83 e	13.55 d	0.27 e	10.83 e	12.90e	15.73def	0.60ef	9.44ef
V ₁ T ₁	13.66 c-e	14.39 d	0.29 de	13.66 c-e	14.06cde	15.77def	0.72de	11.25de
V ₁ T ₂	14.39 c-e	13.73 d	0.31 de	14.39 c-e	15.37bc	15.60def	0.91bc	14.26bc
V ₂ T ₀	12.79 de	13.55 d	0.31 de	12.79 de	11.00f	14.33f	0.51f	7.93f
V ₂ T ₁	16.09 b-d	16.02 bcd	0.31 de	14.03 c-e	14.60cd	15.23ef	0.79cd	12.28cd
V ₂ T ₂	14.03 c-e	13.92 d	0.33 d	16.09 b-d	16.70b	18.13ab	1.08ab	16.85ab
V ₃ T ₀	16.09 b-d	17.01 abcd	0.47 c	15.97 b-d	11.33f	14.47f	0.49f	7.67f
V ₃ T ₁	17.01 bc	14.82 cd	0.49 bc	16.09 b-d	14.43cd	16.37cde	0.85cd	13.22cd
V ₃ T ₂	15.97 b-d	19.89 ab	0.65 a	20.85 a	18.63a	17.50abc	1.23a	19.08a
V ₄ T ₀	17.12 a-c	19.27 abc	0.53 b	17.01 bc	13.23de	17.00bcd	0.74de	11.45de
V ₄ T ₁	18.39 ab	19.79 ab	0.61 a	17.12 a-c	15.07c	15.57def	0.85cd	13.17cd
V ₄ T ₂	20.85 a	20.93 a	0.63 a	18.39 ab	18.70a	19.03a	1.07ab	16.74ab
LSD Value	3.76	4.73	0.04	3.76	1.46	1.70	0.17	2.69
CV(%)	14.23	17.04	6.19	14.23	5.91	6.22	12.43	12.44

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 23. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on plant height at different days after planting at Shariatpur location

Plant height (cm)			
Treatments	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	25.67 bc	37.33 de	51.67 d
V ₁ T ₁	26.00 bc	38.33 c-e	60.00 bcd
V ₁ T ₂	26.33 bc	40.00 b-d	60.33 bcd
V ₂ T ₀	24.00 c	39.00 b-e	56.33 bcd
V ₂ T ₁	23.33 c	36.67 de	55.67 bcd
V ₂ T ₂	31.00 ab	42.67 a-c	63.33 b
V ₃ T ₀	25.33 bc	34.00 e	54.00 cd
V ₃ T ₁	26.33 bc	35.33 de	53.33 cd
V ₃ T ₂	31.00 ab	43.67 ab	75.33 a
V ₄ T ₀	29.00 abc	36.00 de	61.00 bc
V ₄ T ₁	26.00 bc	40.33 b-d	62.33 b
V ₄ T ₂	32.33 a	46.50 a	63.33 b
LSD Value	5.89		9.15
CV(%)	12.80	7.84	9.04

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 24. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on branch per plant at different days after planting at Shariatpur location

Branch / plant			
Treatments	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	2.33 a	3.00 de	3.67 c
V ₁ T ₁	1.66 a	4.00 bcd	4.67 a-c
V ₁ T ₂	3.00 a	3.67 cd	6.00 a
V ₂ T ₀	2.00 a	3.33 de	4.00 bc
V ₂ T ₁	2.33 a	2.33 e	4.00 bc
V ₂ T ₂	2.67 a	4.67 abc	6.00 a
V ₃ T ₀	1.33 a	3.00 de	5.00 a-c
V ₃ T ₁	2.33 a	3.33 de	5.33 ab
V ₃ T ₂	3.00 a	5.33 a	5.67 a
V ₄ T ₀	2.00 ab	3.33 de	4.67 a-c
V ₄ T ₁	2.67 a	3.67 cd	5.33 ab
V ₄ T ₂	3.00 a	5.00 ab	5.33 ab
LSD Value	5.16	1.11	1.54
CV(%)	129.16	17.75	18.33

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 25. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on number of leaf per plant at different days after planting at Shariatpur location

Nuber of leaf / plant			
Treatments	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	24.67 c	41.00 cde	62.00 cd
V ₁ T ₁	24.00 c	45.33 bcde	72.33 b-d
V ₁ T ₂	26.00 bc	46.67 bcd	72.00 b-d
V ₂ T ₀	23.33 c	38.67 de	60.33 d
V ₂ T ₁	27.33 bc	41.33 cde	62.67 cd
V ₂ T ₂	31.00 ab	53.33 ab	82.00 ab
V ₃ T ₀	27.33 bc	37.67 e	71.00 b-d
V ₃ T ₁	27.33 bc	47.67 bc	76.00 bc
V ₃ T ₂	33.67 a	58.33 a	92.00 a
V ₄ T ₀	27.67 bc	47.33 bc	73.67 b-d
V ₄ T ₁	30.33 ab	46.00 bcd	73.67 b-d
V ₄ T ₂	30.67 ab	50.00 b	84.00 ab
LSD Value	5.16	8.13	15.01
CV(%)	10.97	10.41	12.07

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 26. Interaction effect of variety and different doges of fertilizer on yield of sweet potato at Shariatpur location

Treatments	Tuber length (cm)	Tuber dia (cm)	plant (kg)	Yield (t/h)
V ₁ T ₀	15.13 a	15.50 ab	0.28 h	9.38 h
V ₁ T ₁	16.99 a	15.24 a-c	0.29 gh	9.58 gh
V ₁ T ₂	14.73 a	12.65 bc	0.32 f	10.63 f
V ₂ T ₀	15.09 a	11.85 c	0.31 fg	10.33 fg
V ₂ T ₁	14.12 a	15.50 ab	0.35 e	11.52 e
V ₂ T ₂	16.93 a	15.93 ab	0.60 c	12.15 e
V ₃ T ₀	15.05 a	13.55 a-c	0.57 d	18.88 d
V ₃ T ₁	13.51 a	15.08 a-c	0.59 c	19.58 cd
V ₃ T ₂	17.24 a	16.55 a	0.71 a	23.76 a
V ₄ T ₀	14.06 a	13.31 a-c	0.37 e	22.71 b
V ₄ T ₁	13.87 a	15.56 ab	0.68 b	19.95 c
V ₄ T ₂	16.15 a	15.79 ab	0.70 ab	23.29 ab
LSD Value	4.01	3.62	0.02	0.75
CV(%)	15.57	14.53	12.63	12.79

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 27. Interaction effect of sweet potato variety and different doges of fertilizer on plant height at different days after planting at Jamalpur location in 2019-20

Plant height (cm)			
Treatments	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	13.50fg	26.33ef	49.17e
V ₁ T ₁	16.33ef	29.67def	51.50e

V ₁ T ₂	20.00bcd	30.67def	48.83e
V ₂ T ₀	13.50fg	26.83ef	72.50bc
V ₂ T ₁	19.00cde	32.00de	50.50e
V ₂ T ₂	21.83abc	34.67cd	62.00d
V ₃ T ₀	13.00g	25.33f	48.17e
V ₃ T ₁	19.83bcd	28.17ef	52.17e
V ₃ T ₂	22.33ab	31.50def	52.83e
V ₄ T ₀	17.83de	40.67bc	80.00ab
V ₄ T ₁	22.00ab	43.50b	66.50cd
V ₄ T ₂	24.17a	52.00a	85.33a
LSD Value	2.84	6.22	8.65
CV(%)	9.02	10.99	8.52

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 28. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on branch per plant at different days after planting at Jamalpur location in 2019-20

Treatments	Branch / plant		
	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	3.33e	6.67e	7.67de
V ₁ T ₁	5.33bc	7.33de	8.33cde
V ₁ T ₂	6.33a	8.00cd	9.67c
V ₂ T ₀	3.67e	5.67f	7.00e
V ₂ T ₁	4.67cd	7.33de	9.00cd
V ₂ T ₂	5.67ab	9.00b	12.67b
V ₃ T ₀	3.33e	5.67f	8.33cde
V ₃ T ₁	5.33bc	7.67d	9.33c
V ₃ T ₂	6.33a	9.00b	12.33b
V ₄ T ₀	4.00de	7.33de	9.67c
V ₄ T ₁	5.33bc	8.67bc	12.67b
V ₄ T ₂	5.67ab	12.33a	17.67a
LSD Value	0.96	0.71	1.55
CV(%)	11.60	5.36	8.87

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 29. Interaction effect of sweet potato variety and different doses of fertilizer on number of leaf per plant at different days after planting at Jamalpur location in 2019-20

Treatments	Nuber of leaf / plant		
	40 DAP	70 DAP	100 DAP
V ₁ T ₀	17.67de	46.33fg	70.00ef
V ₁ T ₁	20.33cd	53.67def	84.00cdef
V ₁ T ₂	26.00a	57.00de	88.00bcde

V ₂ T ₀	15.67ef	47.00fg	74.33def
V ₂ T ₁	21.00cd	51.67ef	80.00def
V ₂ T ₂	25.00ab	60.67cd	87.00cdef
V ₃ T ₀	12.67f	43.33g	68.33f
V ₃ T ₁	19.00cde	51.00ef	85.00cdef
V ₃ T ₂	22.00bc	53.00ef	90.33bcd
V ₄ T ₀	20.33cd	67.67bc	101.00bc
V ₄ T ₁	25.00ab	72.00b	106.00ab
V ₄ T ₂	28.00a	84.67a	121.00a
LSD Value	3.77	7.5	18.73
CV(%)	10.60	7.73	12.58

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)

Appendix 30. Interaction effect of variety and different doses of fertilizer on yield of sweet potato at Jamalpur location in 2019-20

Treatments	Tuber length (cm)	Tuber dia (cm)	plant (kg)	Yield (t/h)
V ₁ T ₀	13.33ef	15.87bc	0.67cd	10.42cd
V ₁ T ₁	15.90cde	16.07bc	0.78bc	12.13bc
V ₁ T ₂	16.76bcd	15.87bc	0.94ab	14.56ab
V ₂ T ₀	14.53de	15.00cd	0.54d	8.34d
V ₂ T ₁	15.16de	14.96cd	0.77bc	11.98bc
V ₂ T ₂	18.00abc	17.66ab	1.04a	16.23a
V ₃ T ₀	11.67f	13.63d	0.54d	8.50d
V ₃ T ₁	15.17de	13.70d	0.67cd	10.47cd
V ₃ T ₂	19.33ab	16.53bc	1.14a	17.83a
V ₄ T ₀	14.67de	17.00abc	0.70cd	10.88cd
V ₄ T ₁	15.23de	15.90bc	0.77bc	11.97bc
V ₄ T ₂	19.43a	18.70a	1.01a	15.65a
LSD Value	2.57	2.13	0.21	3.37
CV(%)	9.64	7.94	16.06	12.41

Mean followed by the same letters are not significantly different ($p < 0.05$) according to LSD test.

V₁: AnnouBeni, V₂: AnnouKougane, V₃: Kokei 14 Go, V₄: BARI Sweetpotato12

T₀: Control (No chemical fertilizer and no compost), T₁: BARI fertilizer dose, T₂: Maruhisa dose (Chemical fertilizer + Improved compost)