



*Abbildung 1: Striga-befallener Betrieb (A) vor und (B) nach der Behandlung mit Kichawi Kill.*

## **PRAXISEINFÜHRUNG EINES BIOLOGISCHEN VERFAHRENS ZUR BEKÄMPFUNG DES PARASITÄREN UNKRAUTS *STRIGA HERMONTHICA* IM KLEINBÄUERLICHEN MAISANBAU IN KENIA**

### **LAND - KENIA**

#### **Endbericht des Projekts**

zur Vorlage bei der

Deutschen Bundesstiftung Umwelt

**DBU Nummer: Az 37920\_01**

Welthungerhilfe-Nummer: Projekt-Nr.-KEN 1215

Laufzeit: 01.01.2022 - 30.06.2024

Deutsche Welthungerhilfe e.V., Friedrich-Ebert-Str. 1, 53173 Bonn  
[www.welthungerhilfe.de](http://www.welthungerhilfe.de)

## INHALTSVERZEICHNIS

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Einführung .....</b>                                         | <b>5</b>  |
| <b>2. Methodik des Projekts/Vorgehensweise/Projektablauf.....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>3. Ergebnisse der Projektdurchführung.....</b>                  | <b>20</b> |
| <b>4. Herausforderungen bei der Umsetzung .....</b>                | <b>22</b> |
| <b>5. Öffentlichkeitsarbeit/Präsentationen/Publicationen .....</b> | <b>23</b> |
| <b>6. Abschluss/Ausblick.....</b>                                  | <b>27</b> |
| <b>7. Referenzen .....</b>                                         | <b>28</b> |
| <b>8. Anhang .....</b>                                             | <b>29</b> |

## Zusammenfassung des Berichts

Das Projekt zielte darauf ab, das parasitäre Unkraut *Striga hermonthica*, das in Subsahara-Afrika erhebliche Ernteverluste verursacht, durch die Anwendung des biologischen Mittels Kichawi Kill, basierend auf dem Pilz *Fusarium oxysporum f. sp. strigae*, im Maisanbau zu bekämpfen. *Striga* ist in Kenia für Maisertragsverluste von bis zu 100 % verantwortlich und beeinträchtigt den Lebensunterhalt von Millionen Kleinbauern (Yacoubou et al. 2020). Durch die Unterstützung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) wurde das Projekt von der Welthungerhilfe in Zusammenarbeit mit der Toothpick Company Limited (TCL) durchgeführt.

### Methodik und Ablauf des Projektes

Die Implementierung des Projekts umfasste die Entwicklung und Optimierung eines kosteneffizienten Kultursubstrats für die Pilzproduktion. Zu Beginn des Projekts wurde Reis als Substrat genutzt, erwies sich jedoch als kostenintensiv und schwer handhabbar. Im Verlauf des Projekts wurde feines Holzpulver als alternatives Trägermaterial identifiziert, das durch regulatorische Genehmigungen zugelassen und schrittweise in der Produktion eingesetzt wurde. Dieses Substrat verlängerte die Haltbarkeit des Pilzes und optimierte die Handhabung und Wirksamkeit in der Saatgutbeschichtung.

Kichawi Kill wurde zunächst in Laborversuchen getestet, um die Stabilität und Besiedlungsfähigkeit des Pilzes auf verschiedenen Substraten und unter verschiedenen Lagerbedingungen zu überprüfen. Parallel dazu wurden Feldversuche durchgeführt, um die Wirksamkeit des Produkts im realen landwirtschaftlichen Einsatz zu validieren.

Zur Sicherstellung der effektiven Anwendung und Verbreitung von Kichawi Kill wurden umfassende Schulungsmaßnahmen für Landwirte, lokale Dorfproduzenten (Village Inoculum Producers, VIPs) und Händler durchgeführt. Diese Akteure wurden mit der Technologie der Saatgutbeschichtung vertraut gemacht und in der praktischen Handhabung geschult. Die Schulungen umfassten auch Informationen zur korrekten Lagerung und Anwendung des Produkts, um eine optimale Wirksamkeit sicherzustellen.

### Ergebnisse der Projektdurchführung

Die Anwendung von Kichawi Kill führte in den Projektregionen zu erheblichen Ertragssteigerungen bei Kleinbauern. Diese Ertragssteigerungen verbesserten das Einkommen der Landwirte und reduzierten ihre Abhängigkeit von kostenintensiven chemischen Herbiziden.

Die erfolgreiche Vermarktung des Produkts über verschiedene Vertriebskanäle, einschließlich Agro-Händlern und direkt durch VIPs, trug zur Erhöhung der Verfügbarkeit von Kichawi Kill bei und ermöglichte eine breitere Anwendung in den betroffenen Regionen. Das Produkt hat eine hohe Akzeptanz unter den Landwirten und stellt eine nachhaltige Alternative zur chemischen Striga-Bekämpfung dar.

### Herausforderungen und Ausblick

Trotz der Erfolge standen die Projektbeteiligten vor Herausforderungen, insbesondere bei der Optimierung des Produktionsprozesses und der Anpassung an regulatorische Vorgaben. Die Produktion musste mehrfach angepasst werden, um eine stabile Produktqualität zu gewährleisten und die Kosten zu senken. Eine weitere Herausforderung bestand in der Gewährleistung einer aseptischen Produktion, wofür ein Trockenraum und zusätzliche Laborausstattung notwendig wurden.

Für die zukünftige Projekterweiterung wird empfohlen, weiter an der Verbesserung der Produktionsinfrastruktur zu arbeiten und das Schulungsprogramm für Händler und Landwirte auszubauen. Die langfristige Rentabilität des Produkts könnte durch die Einführung zusätzlicher Vertriebskanäle und die kontinuierliche Forschung an alternativen Substraten und Anwendungsmethoden gestärkt werden.

### **Schlussfolgerung**

Der Projektendbericht zeigt, dass Kichawi Kill als biologisches Herbizid eine effektive und nachhaltige Lösung zur Bekämpfung von *Striga* im Maisanbau in Kenia darstellt. Die Ertragssteigerungen und die hohe Akzeptanz des Produkts bei den Landwirten belegen das Potenzial der Methode, die Ernährungssicherheit und die wirtschaftliche Stabilität der Kleinbauern in der Region nachhaltig zu verbessern.

## 1. Einführung

*Striga hermonthica* verursacht Ertragsverluste im Wert von über einer Milliarde US-Dollar auf rund 40 Millionen kleinbäuerlichen Maisbetrieben in Afrika südlich der Sahara (Muthie, 2021). Diese Verluste beeinträchtigen den Lebensunterhalt von 100 bis 300 Millionen Menschen und führen zu einem enormen, jährlichen Ertragsausfall von sieben bis zehn Milliarden US-Dollar. Die Ernährungssicherung und das finanzielle Wohlergehen der kleinbäuerlichen Gemeinschaften im Westen Kenias hängen maßgeblich von der Maisproduktion ab. Verschiedene Faktoren führen jedoch zu Defiziten, wobei der durchschnittliche Ertrag von 2,2 Tonnen pro Hektar unter dem erreichbaren Potenzial der Region liegt (Sileshi et al., 2022).

Die Bekämpfung von *Striga* bleibt herausfordernd, bietet jedoch vielversprechende Ansätze (Yacoubou et al. 2020). Im Sorghum-Anbau wurden *Striga*-resistente Sorten entwickelt (Ejeta & Gressel, 2007). Der Pilz *Fusarium oxysporum* zeigt Wirksamkeit gegen *Striga* im Maisanbau (Ciotola, Watson & Hallett, 1995), jedoch gestaltet sich seine Anwendung als Saatgutbehandlung als komplex (Kroschel et al., 2008).

Im Rahmen des DBU-Projekts AZ: 34341/01 wurde ein Verfahren zur Herstellung des Pilzes *Fusarium oxysporum f. sp. strigae* (*F. oxy*) als primäres Inokulum entwickelt, das für die Bekämpfung von *Striga* eingesetzt wird. Unter den geprüften Substraten erwies sich Holzmehl als das am besten geeignete, da es einfach zu handhaben, lagerfähig und kostengünstig ist. Momentan wird das geeignete Holzmehl international beschafft, während die Toothpick Company Limited (TCL) nach lokalen Alternativen, wie Maiskolbengrieß und Holzpulver aus Kakuzi, sucht. Das Holzpulver wird mit *F. oxy* gemischt, um das Sporenpulver herzustellen, das in 16 g-, 40 g- und 80 g-Packungen für den landwirtschaftlichen Gebrauch angeboten wird.

Ziele des Projekts waren erstens die Entwicklung eines im Vergleich zum bisher verwendeten Reis kostengünstigeren Kultursubstrats für das pilzliche Mittel; zweitens die Herstellung eines Nachfolgeprodukts auf Basis an das Saatgut gebundener Chlamydosporen (Saatgutbehandlung ähnlich Saatgutbeize); und drittens der Ausbau der Vertriebsstruktur in Westkenia sowie die Einrichtung eines Labors in Kakamega. Das Projekt sah vor, bis zum Projektende mindestens ein kostengünstigeres Substrat zu entwickeln und ein funktionierendes Labor aufzubauen, in dem bis März 2023 mindestens drei Substrate getestet wurden. Aufgrund der Einschränkungen des Reissubstrats wurde bis Juni 2024 eine Saatgutbeschichtungstechnologie mit der Einrichtung von 100 Feldversuchen zur Wirksamkeit über zwei Vegetationsperioden erprobt. Ziel war die Produktion von mindestens 400 kg feinem Sporenpulver pro Jahr über zwei Projektjahre, das Chlamydosporen des Pilzes enthält.

Um die Zulassungsanforderungen des Pest Control and Products Board (PCPB) zu erfüllen, wurden Feldertragsversuche durchgeführt und dem PCPB zur Prüfung und Zulassung des Sporenpulvers vorgelegt. Am 23. Juni 2023 wurde der Zulassungsantrag beim PCPB als geringfügige Formulierungsänderung anerkannt und die Genehmigung für die Kichawi Kill-Saatgutbeschichtung erteilt. Dies ermöglichte die vollständige Vermarktung der Saatgutbeschichtung, die in der kurzen Regenzeit 2023 umfassend implementiert wurde.

Die Entwicklung des Produkts Kichawi Kill und die Gründung von TCL wurden erfolgreich umgesetzt. Das Unternehmen beschäftigt ein Team von 14 Personen und wird durch eine Vertriebsstruktur unterstützt, die aus 249 Village Inoculum Producers (VIPs) und 211 Agrarhändlern besteht. Ein eigens eingerichtetes Labor unterstützt die Produktionsprozesse. Die Leistungsfähigkeit des Unternehmens hat sich erheblich verbessert, und ein Fünfjahresplan (2023-2027) zur Geschäftsentwicklung wurde etabliert. Es wird erwartet, dass TCL im Jahr 2025 die Rentabilität mit einem Nettoeinkommen von 3.249.788 KES (23.200 EUR) und einer Anbaufläche von 25.000 Hektar erreicht.

## 2. Methodik des Projekts/Vorgehensweise/Projektablauf

Im Projektzeitraum 2022 bis 2024 wurden umfangreiche Aktivitäten in den Projektregionen Kakamega, Bungoma und Siaya sowie im Labor der TCL durchgeführt. Zu den im Labor durchgeführten Maßnahmen gehörten

- (1) die Identifizierung eines alternativen Substrats zu Reis,
- (2) Labortests zur Verlängerung der Haltbarkeit von Kichawi Kill, einem Bioherbizid zur Bekämpfung von *Striga*,
- (3) die Abstimmung mit Regulierungsbehörden, einschließlich der Einholung behördlicher Genehmigungen vom Pest Control and Produce Board (PCPB) für die Saatgutbeschichtung sowie für die Herstellung des Sporenpulvers, und
- (4) die Zertifizierung durch die National Environment Management Authority (NEMA) zur Verwendung von Polyethylentragetaschen.

Weitere wichtige Maßnahmen umfassten

- (5) die Verbesserung der Laboreinrichtungen,
- (6) die Einrichtung von Schulungszentren für Landwirte zur Anwendung der Saatgutbeschichtungstechnologie,
- (7) die Schaffung von Vertriebs- und Marketingteams für Kichawi Kill sowie
- (8) Schulungen und Wissensaustausch für Landwirte, Vertriebspartner, Agrarhändler und Mitarbeitende zur Verwendung von Sporenpulver und Saatgutbeschichtung.

TCL wurde bei der Verbesserung seiner Infrastruktur unterstützt. Die Anschaffung eines Fahrzeugs erleichterte die Logistik des Unternehmens im Rahmen von Vertrieb und Vermarktung des Produkts. Zusätzlich erhielt das Unternehmen Unterstützung beim Aufbau eines Labors, das mit Materialien und Geräten für Produkttests und die Produktion von Kichawi Kill ausgestattet wurde.

Das Projekt umfasste die enge Einbindung staatlicher Institutionen, nichtstaatlicher Akteure und des Privatsektors. Der Zulassungsprozess für das Kichawi Kill-Sporenpulver wurde bei den zuständigen staatlichen Aufsichtsbehörden initiiert.

Die detaillierte Umsetzung und die erzielten Ergebnisse werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.



Abbildung 1: (A) Besuch eines Maisfeldes in Kakamega während eines Feldtages; (B) Laborarbeit einer Forscherin der Toothpick Company Limited (TCL) in Kakamega.





Abbildung 2: Produktionsprozess von Kichawi Kill von der Herstellung der Konidien-Suspensionen über die Erstellung der Konidien-Suspension hin zur Verpackung.

## 2.1 Entwicklung eines neuen Kultursubstrats

Kichawi Kill ist ein Bioherbizid zur Bekämpfung des parasitären Unkrauts *Striga*, basierend auf dem Pilz *Fusarium oxysporum* f. sp. *strigae*. Ursprünglich wurde Reis als Trägermaterial für den Pilz eingesetzt, was sich als wirksam in der *Striga*-Bekämpfung erwies. Diese Kombination wies jedoch einige Einschränkungen auf: Sie war sperrig, kostspielig in der Herstellung und besaß eine begrenzte Haltbarkeit von nur zehn Tagen. Diese Limitierungen führten dazu, dass TCL zusätzliche Forschungsstudien zu alternativen Substraten durchführte, die als neue Kultursubstrate für den Pilz verwendet werden könnten. Die untersuchten Medien umfassten:

- Ein Gemisch aus Reis und Reisspelzen im Verhältnis 1:4,
- Eine Mischung aus fein gemahlenem Maisspindelkörnern und Reis im Verhältnis 2:1,
- Gemahlene Maisspindeln ohne Reis,
- Holzpulver verschiedener Baumarten (Hakika, *Cupressus lusitanica* und Kakuzi - *Eucalyptus globulus*),
- Bagasse und getrocknete Bananenblätter.

### Zusammenfassung der Ergebnisse:

Das Holzpulver, das von Hakika und Kakuzi bezogen wurde, erfüllte die Anforderungen von TCL nicht vollständig, da die Partikelgröße für eine effiziente Saatgutbeschichtung nicht fein genug war. Infolgedessen suchte TCL nach weiteren Quellen für Holzpulver mit geeigneter Partikelgröße und verwendet derzeit ein feines Holzpulver aus Deutschland.

Beschichtete Reishülsen, getrocknete Bananenblätter und Bagasse zeigten eine erfolgreiche Besiedlung durch den Pilz ohne Kontamination und stellen daher potenzielle Substrate dar, sind jedoch aufgrund ihrer Partikelgröße für die Saatgutbeschichtung eingeschränkt.

Haltbarkeitsstudien zur Besiedlungsfähigkeit von *F. oxy* in den Substraten Bagasse, Reisspelzen, Holzspänen und getrockneten Bananenblättern zeigten, dass der Pilz sowohl i) bei Raumtemperatur (RT) als auch II) unter Kühlbedingungen bei 4 °C über einen Zeitraum von drei Monaten nach der Herstellung lebensfähig blieb.



*Abbildung 3: Trocknung geimpfter Holzspäne unter der Biosicherheitswerkbank.*

## 2.2 Weitere Entwicklung von Kichawi Kill

Zur Weiterentwicklung von Kichawi Kill wurden Tests zur Herstellung von Sporenpulver für die Saatgutbeschichtung sowie Feldversuche durchgeführt. Die Feldtests für die Saatgutbeschichtung mit trockenem Sporenpulver wurden in Zusammenarbeit mit dem zertifizierten Unternehmen SGS während der kurzen Regenzeit 2022 durchgeführt. Vor den Feldversuchen wurde das Sporenpulver im Labor getestet, wobei eine erfolgreiche Besiedlung ohne Kontamination nachgewiesen wurde. Zudem wurden Tests zur Bestimmung der Eignung des Sporenpulvers für verschiedene Maissaatgutsorten durchgeführt, wobei vier Sorten getestet wurden.

TCL hat mehrere kompatible Substrate für *F. oxy* identifiziert, die jedoch nicht in der geforderten feinen Partikelgröße verfügbar waren. Daher bezieht TCL derzeit feines Holzpulver von JRS Rettenmaier, Deutschland, während weiterhin Studien zur Identifizierung lokaler Alternativen durchgeführt werden. Dieses Holzpulver, das aus *Fagus sylvatica* (Buche) gewonnen wird, ist mit dem Pilz kompatibel und dient derzeit als Trägerstoff für *F. oxy*. Für die Feldversuche während der langen Regenzeit 2023 wurde noch gekochter Reis als Substrat verwendet, da die Zulassungsprüfungen für das feine Holzpulver noch nicht abgeschlossen waren.

Am 23. Juni 2023 erteilte das Pest Control and Produce Board (PCPB) nach Prüfung der Versuchsdaten eine Genehmigung für eine geringfügige Änderung der Formulierung von Kichawi Kill, die die Verwendung von gekochtem Reis durch feines Holzpulver als Substrat ersetzt. Diese Umstellung reduziert die Produktionskosten, verlängert die Haltbarkeit des Produkts und erleichtert sowohl die Verteilung durch das Verkaufsteam als auch die Anwendung durch Landwirte.

Die neue Formulierung wird derzeit in aluminiumbeschichteten Beuteln in den Mengen 16 g, 40 g und 80 g verpackt. Das Produkt wird unmittelbar vor der Aussaat auf das Saatgut aufgetragen, indem es mit einer festgelegten Menge Wasser vermischt wird. Die verlängerte Haltbarkeit des Sporenpulvers führte dazu, dass TCL seine Vertriebskanäle erweiterte: Neben den Village Inoculum



Producers (VIPs) werden nun auch Agro-Händler und Verkaufsförderer als Vertriebspartner einbezogen.

### Zusammenfassung der Ergebnisse

Mehrere Labortests wurden durchgeführt, um das Produkt Kichawi Kill weiter zu optimieren. Zu den wichtigsten Ergebnissen zählen:

- Die Ausbringungsmenge des Sporenpulvers ist entscheidend für dessen Wirksamkeit. Die Anwendung von 2 g Sporenpulver pro 1 kg Maissaatgut (Sorten Duma 43 und Duma 419) zeigte die besten Ergebnisse, gefolgt von einer Dosierung von 1 g pro 1 kg Saatgut. Auf Basis dieser Daten wird eine Dosierung von 2 g Sporenpulver pro 1 kg Maissaatgut empfohlen (siehe Anhang Labortest 3.2.1).



Abbildung 4: Sporenpulver.

- Die Bestimmung der optimalen Wassermenge für die Zubereitung des Kichawi Kill-Produkts zur Saatgutbeschichtung ist von zentraler Bedeutung. Eine Menge von 40 ml Wasser erwies sich als optimal für die Beschichtung von 2 kg Maissaatgut mit 16 g Kichawi Kill. Das Protokoll wurde entsprechend angepasst (siehe Anhang Labortest 3.2.2).
- Nicht alle Saatgutsorten sind für die Verwendung mit Kichawi Kill geeignet. Die Saatgutaufbereitung der Western Seed Company (Sorte W 101) erwies sich als nicht kompatibel mit *F. oxy*, während einige getestete Sorten der Kenya Seed Company, darunter D614 und H513, kompatibel waren (siehe Anhang Labortest 3.2.3).

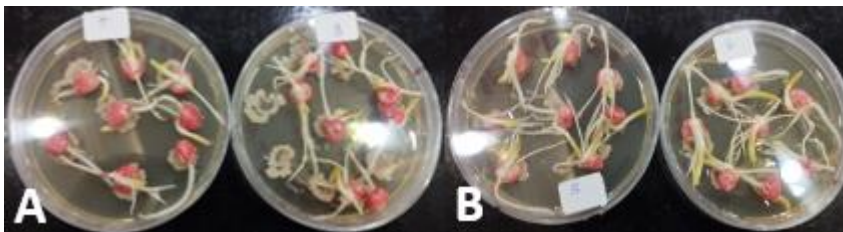


Abbildung 5: Kompatibilitätsprüfung von *F. oxy* auf verschiedenen Saatgutsorten: (A) D614, (B) H513.

- Es besteht ein Bedarf zur Erforschung von Methoden zur Verlängerung der Haltbarkeit von Kichawi Kill. Verschiedene Schutzmittel, darunter Kaolinerde, Magermilchpulver (SMP), Carboxymethylcellulose (CMC) und Puderzucker (IS), wurden getestet und zeigten eine hemmende Wirkung auf das Wachstum von *F. oxy* bis zum Zeitpunkt der Saatgutbeschichtung. Ein kontinuierlicher Sondentest wird monatlich durchgeführt, um die Lebensfähigkeit des Pilzes und dessen Konzentration zu überwachen. Diese Tests ermöglichen eine Beurteilung der Haltbarkeit unter verschiedenen Bedingungen und helfen, die optimalen Anwendungsraten der Schutzmittel zu bestimmen (siehe Anhang Labortest 3.2.4).
- Landwirte bevorzugen Saatgut, das bereits mit Kichawi Kill beschichtet ist, und TCL unterstützt diesen Ansatz. Dies spart den Landwirten auf großen Flächen Zeit und gewährleistet, dass das Beschichtungsprotokoll ordnungsgemäß durchgeführt wurde. Wöchentliche Tests wurden durchgeführt, um die optimale Methode zur Beschichtung und Lagerung des behandelten Saatguts zu ermitteln (siehe Anhang Labortest 3.2.5).

### 2.3 Durchführung von Qualitäts- und Wirksamkeitstests für Pilzträger und Produkt vor der Verteilung als beschichtetes Saatgut an Landwirte

Zur Sicherstellung der Qualität und Wirksamkeit des Produkts Kichawi Kill wurden umfassende Qualitätsprüfungen durchgeführt. Dazu wurden beschichtete Saatgutproben von zufällig ausgewählten Landwirten entnommen, bevor diese zur Aussaat gelangten, und auf Petrischalen mit Kartoffel-Dextrose-Agar (PDA) kultiviert. Die Proben wurden anschließend bei 25 °C für vier Tage inkubiert, bevor die Ergebnisse ausgewertet wurden.

#### **Zusammenfassung der Ergebnisse**

Nach vier Tagen Inkubation zeigte die Saatgutbeschichtung eine erfolgreiche Kolonisierung durch den Pilz, was ihre Eignung für den Einsatz bestätigt. Die Prüfung der Lebensfähigkeit von *F. oxy* auf der Samenschale des Maiskorns ist von entscheidender Bedeutung, da ein aktives Pilzwachstum darauf hinweist, dass der Pilz auf dem Saatgut lebensfähig ist und *Striga* wirksam bekämpfen kann, sobald das Saatgut im Feld ausgebracht wird.

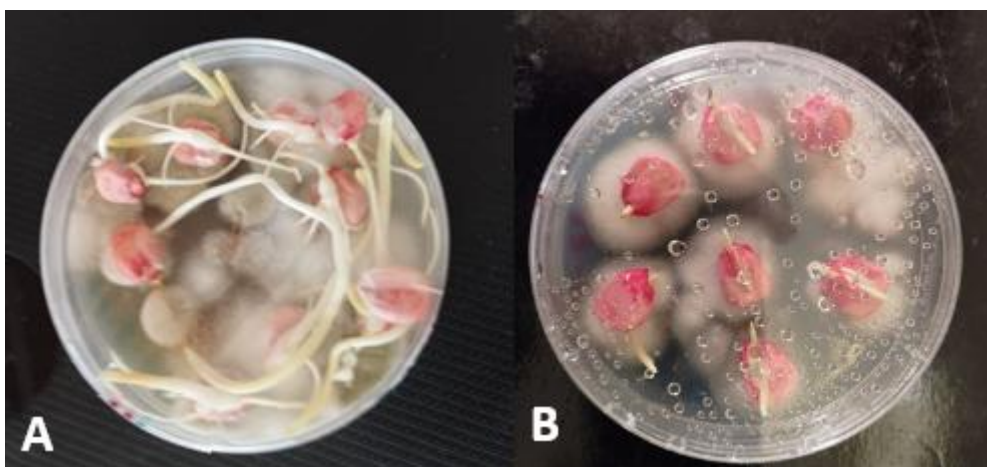


Abbildung 6: Zur Qualitätskontrolle ausgelagertes, beschichtetes Saatgut mit sichtbarem Pilzwachstum.

## 2.4 Stärkung der Vertriebsstruktur mit Aufbau einer zusätzlichen Vertriebsebene

Ziel dieser Aktivitäten war es, die Vertriebsreichweite zu erweitern, um eine größere Anzahl von Landwirten zu erreichen und gleichzeitig Agro-Händler, Verkaufsförderer und TCL-Mitarbeitende in der Technologie zur Saatgutbeschichtung mit Kichawi Kill zu schulen.

Mit der Zulassung der Kichawi Kill-Saatgutbeschichtung durch das Pest Control Products Board (PCPB) im Juni 2023 wurde die Vertriebsstruktur von TCL auf drei Ebenen ausgebaut, mit den folgenden Vertriebsteams:

1. **Agro-Händler/Distributoren:** Diese Gruppe umfasst bestehende Geschäfte, die landwirtschaftliche Betriebsmittel in den TCL-Einsatzgebieten der Bezirke Kakamega, Kisumu, Bungoma, Busia, Siaya, Homabay und Migori vertreiben. Derzeit bestehen Verbindungen zu insgesamt 174 Agro-Händlern.
2. **Village inoculum producers (VIPs) / Farmer Service Centers (FSCs):** Hierbei handelt es sich um erfahrene Landwirte in den Gemeinden, die landwirtschaftliche Betriebsmittel an andere Landwirte in ihrer Region weiterverkaufen.
3. **Direktverkauf:** Dieser erfolgt über das Verkaufs- und Marketingpersonal von TCL sowie durch Projektträger.

Die Agro-Händler beziehen die Produkte zu einem Großhandelspreis, was ihnen ermöglicht, die Produkte effizient und kostengünstig weiterzuverkaufen.

*Tabelle 1: Stückkosten von Kichawi Kill je Packungsgröße im Groß- und Einzelhandel.*

| Größe des Pakets (g) | Kosten pro Einheit        |                             |
|----------------------|---------------------------|-----------------------------|
|                      | Großhandel (in KES / EUR) | Einzelhandel (in KES / EUR) |
| 80                   | 1.800 / 11,25             | 2.000 / 12,5                |
| 40                   | 900 / 5,6                 | 1.000 / 6,25                |
| 16                   | 350 / 2,2                 | 400 / 2,5                   |

Agro-Händlern wird ein Zahlungsziel von 30 Tagen ab Lieferung der Ware eingeräumt. Die Zahlungsmodalitäten variieren je nach Bestellmenge. Die Zahlung erfolgt entweder über ein mobiles Geldtransfersystem (M-pesa) oder per Banküberweisung auf das Einkommenskonto von TCL.

### 2.4.1 Rekrutierung und Ausbildung von Village inoculum producers (VIPs)

Während der Projektlaufzeit wurden insgesamt 249 Village inoculum producers (VIPs) (172 Frauen, 77 Männer) rekrutiert und umfassend in der Herstellung des Inokulums unter Verwendung von Reis als Substrat (Das Reissubstrat wurde in der ersten Saison 2023 verwendet, da die Genehmigung für die Nutzung des Saatgutbeschichtungsprozesses noch ausstand.), in Hygienemaßnahmen, den Auswirkungen von *Striga* auf die Ernteerträge, der Funktionsweise des Inokulums zur *Striga*-Bekämpfung sowie im Verfahren zur Beschichtung mit Sporenpulver geschult.

Die Qualitätssicherung des Produktionsprozesses auf Dorfebene wurde durch das Verkaufspersonal von TCL gewährleistet, was das Vertrauen der Landwirte in die Qualität des Endprodukts stärkte.

Nach der behördlichen Zulassung der Saatgutbeschichtung wurden die Village Inoculum Producers (VIPs) auch in den Vertrieb von Kichawi Kill an lokale Landwirte eingebunden. Dies ermöglichte eine direkte und zeitnahe Kommunikation mit den Landwirten, um aufkommende Fragen oder Bedenken effizient zu klären.

#### 2.4.2 Verteilung des Inokulums durch die Village inoculum producers (VIPs)

TCL war verantwortlich für die Bereitstellung der Produktionsmaterialien an die Village Inoculum Producers (VIPs), einschließlich des reisbasierten Substrats, um eine kontinuierliche Versorgung mit dem Produkt sicherzustellen.

Die VIPs übernahmen die Herstellung des Endprodukts und dessen Verteilung an die Landwirte, um die lokale Nachfrage effizient zu decken.

Nach der Genehmigung der Saatgutbeschichtung erhielten die VIPs das Kichawi Kill-Pulver direkt von TCL zur Weiterverteilung an die Landwirte. Diese Vorgehensweise trug erheblich zur Stärkung des Vertrauens der Landwirte in die Produktqualität bei und reduzierte das Risiko von gefälschten Produkten auf dem Markt.

#### 2.4.3 Abrechnung mit den Village inoculum producers (VIPs) und der Toothpick Company Ltd

Alle Cashback-Abrechnungen erfolgten über mobile Geldtransfers (M-Pesa) an die Village inoculum producers (VIPs), die das Reissubstrat nutzen. Für jeden produzierten Eimer des Inokulums erhält der VIP eine Vergütung von 54 KES. Die VIPs stellen das Inokulum her, zahlen über M-Pesa an TCL und erhalten am Ende jeder Saison eine Rückvergütung von TCL, basierend auf der Anzahl der produzierten und an die Landwirte verkauften Eimer.

Im Fall der Saatgutbeschichtung fanden keine Cashback-Abrechnungen statt, da die VIPs ihre Provision direkt am Verkaufsort abzogen, bevor sie Zahlungen über die M-Pesa-Kasse von TCL leisteten.

Jeder Dorfproduzent erhält folgende Vergütung pro verkaufter Packung:

- 50 KES (0,3 EUR) für eine 16-g-Packung,
- 100 KES (0,6 EUR) für eine 40-g-Packung,
- 200 KES (1,25 EUR) für eine 80-g-Packung.

Die Village inoculum producers (VIPs) und die Farmer Service Centers (FSCs) erhalten von TCL folgende Provision pro verkaufter Packung:

- 50 KES (0,3 EUR) für eine 16-g-Packung,
- 100 KES (0,6 EUR) für eine 40-g-Packung,
- 200 KES (1,25 EUR) für eine 80-g-Packung.

Diese Provisionsstruktur motiviert das Verkaufsteam, sich für eine stärkere Vermarktung des Produkts einzusetzen und eine größere Anzahl an Landwirten zu erreichen. Die TCL-Mitarbeitenden sind ebenfalls über Direktverkäufe aktiv in den Vertrieb und die Vermarktung eingebunden, wobei

die Zahlungen direkt von den Landwirten auf die mobilen M-Pesa-Zahlungsnummern überwiesen werden.

Alle Zahlungen gehen entweder auf das Einkommenskonto von TCL oder auf ein M-Pesa-Konto ein. Nach Eingang jeder Zahlung kontaktiert TCL die Person, die die Zahlung geleistet hat, um Informationen über die belieferten VIPs, den jeweiligen Bezirk und die gelieferten Einheiten zu erhalten. Diese Informationen und Daten werden anschließend mit den Gesamtproduktionen oder Lieferungen für jeden Bezirk abgeglichen.

### TCL-Einkommen und Einkommensprognosen

Die Umstellung vom Reissubstrat auf die Verwendung von Sporenpulver führte zu Anpassungen in der Einkommensprognose des Unternehmens. Der Fünfjahres-Plan wurde abgeschlossen, und es wird erwartet, dass das Unternehmen bis 2025 die Rentabilität erreicht (siehe Tabelle 3).

Während der kurzen Regenzeit 2023 (September bis November) wurden Holzpulver und die Saatgutbeschichtungstechnologie eingesetzt. In diesem Zeitraum wurden insgesamt 5.740 Pakete à 16 g, 943 Pakete à 40 g und 560 Pakete à 80 g verkauft, wodurch 4.363 Landwirte auf insgesamt 920 Hektar behandeltes Maisaatgut anbauten. Der Gesamtumsatz in dieser Saison belief sich auf 4.177.500 KES (entspricht 29.611 EUR).

In der langen Regenzeit 2024 (Februar bis Mai) wurde die Anwendung des Saatgutbeschichtungsverfahrens weiter ausgeweitet, wobei Maissaatgut für den Anbau auf insgesamt 7.559 Hektar mit dem Kichawi Kill-Pulver behandelt wurden. Diese Maßnahme kam 12.643 Landwirte zugute und führte zu einem Umsatz von 12.962.200 KES (entspricht 90.695,49 EUR). Dies stellt eine signifikante Umsatzsteigerung im Vergleich zur kurzen Regenzeit 2023 dar, als der Einsatz des Sporenpulvers erstmals eingeführt wurde.

*Tabelle 2: Verkäufe im Projektzeitraum 2022 bis 2024, aufgeschlüsselt nach von TCL in Rechnung gestellten Beträgen, erhaltenen Einnahmen und offenen Forderungen.*

| Saison                                         | In Rechnung gestellter Betrag, EUR | Erhaltene Einnahmen, EUR | Offene Forderungen, EUR |
|------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Lange Regenzeit 2022 (Reissubstrat)            | 7.199,58                           | 7.199,58                 | 0                       |
| Kurze Regenzeit 2022 (Reissubstrat)            | 2.372,90                           | 2.372,90                 | 0                       |
| Lange Regenzeit 2023 (Reissubstrat)            | 22.720,52                          | 22.720,52                | 0                       |
| Kurze Regenzeit 2023 (Sporenpulver)            | 30.518,32                          | 30.518,32                | 0                       |
| Lange Regenzeit 2024 (Sporenpulver)            | 90.613,07                          | 89.529,89                | 1.083,18                |
| <b>Gesamteinnahmen im Projektzeitraum, EUR</b> | <b>153.424,39</b>                  | <b>152.341,21</b>        | <b>1.083,18</b>         |

Nachfolgend ist ein Fünfjahres-Geschäftsplan dargestellt, der die Gewinn- und Verlustrechnung sowie die Ist- und Planwerte für die Jahre 2023 bis 2027 umfasst. Es wird erwartet, dass TCL im Jahr 2025

die Rentabilität erreicht, wobei das Unternehmen vollständig auf Verkaufserlöse angewiesen ist. Die prognostizierte Maisanbaufläche entwickelt sich über die Jahre wie folgt:

- 2024: 15.000 Hektar,
- 2025: 25.000 Hektar,
- 2026: 44.000 Hektar,
- 2027: 80.000 Hektar.

*Tabelle 3: Fünfjahres-Geschäftsplan von TCL für den Zeitraum von 2023 bis 2027. Alle Beträge in KES.*

| Position                                             | 2023                | 2024                 | 2025                 | 2026                 | 2027                  |
|------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>Einnahmen</b>                                     | 7.615.815,00        | 28.594.882,83        | 52.444.034,08        | 92.728.453,40        | 168.335.044,25        |
| <b>- Kosten der verkauften Waren</b>                 | 3.042.045,80        | 2.235.526,08         | 4.108.915,25         | 7.211.755,89         | 13.036.023,84         |
| <b>= Bruttogewinn</b>                                | <b>4.573.769,20</b> | <b>26.359.356,75</b> | <b>48.335.118,83</b> | <b>85.516.697,51</b> | <b>155.299.020,41</b> |
| <b>+ Sonstige Einnahmen</b>                          | 28.593.587,26       | 10.692.970,89        | -                    | -                    | -                     |
| <b>- Allgemeine, Verwaltungs- und Betriebskosten</b> | 25.606.934,98       | 26.839.847,84        | 41.125.280,68        | 49.015.066,38        | 56.201.944,40         |
| <b>= EBITDA</b>                                      | <b>7.560.421,48</b> | <b>10.212.479,80</b> | <b>7.209.838,15</b>  | <b>36.501.631,13</b> | <b>99.097.076,01</b>  |
| <b>- Abschreibungsaufwand</b>                        | 582.132,26          | 1.311.914,49         | 2.567.284,28         | 3.331.405,74         | 2.631.402,58          |
| <b>= Betrieblicher Ertrag</b>                        | <b>6.978.289,22</b> | <b>8.900.565,31</b>  | <b>4.642.553,87</b>  | <b>33.170.225,39</b> | <b>96.465.673,43</b>  |
| <b>- Zinsaufwendungen</b>                            | -                   | -                    | -                    | -                    | -                     |
| <b>= Ergebnis vor Steuern</b>                        | <b>6.978.289,22</b> | <b>8.900.565,31</b>  | <b>4.642.553,87</b>  | <b>33.170.225,39</b> | <b>96.465.673,43</b>  |
| <b>- Steuer- aufwand (30% Körperschafts- steuer)</b> | -                   | 2.670.169,59         | 1.392.766,37         | 9.951.067,62         | 28.939.702,03         |
| <b>= Netto- einkommen</b>                            | <b>6.978.289,22</b> | <b>6.230.395,72</b>  | <b>3.249.787,50</b>  | <b>23.219.157,77</b> | <b>67.525.971,40</b>  |



### **Kapazitätsaufbau der Verkaufsteams**

Das Verkaufsteam wurde in acht Schulungssitzungen umfassend in der Technologie der Saatgutbeschichtung geschult. Insgesamt wurden 249 Village inoculum producers (VIPs) und Farmer Service Centers (FSCs) sowie 211 Agrarhändler und Vertriebspartner in das Schulungsprogramm eingebunden.

### **Vermarktung und Markteinführung von Kichawi Kill**

TCL engagierte sich intensiv in der Vermarktung des Produkts durch die Durchführung von Feldtagen in Lernzentren, die in allen sieben Bezirken eingerichtet wurden, sowie durch die Teilnahme an landwirtschaftlichen Ausstellungen im Bezirk Kakamega. Diese Plattformen trugen dazu bei, die Sichtbarkeit des Produkts Kichawi Kill zu erhöhen, das Bewusstsein für das Produkt zu stärken und eine Marktpräsenz bei Landwirten, Branchenvertretern und potenziellen Kunden zu schaffen. Zudem wurden Landwirte in der praktischen Anwendung von Kichawi Kill in den Lernzentren, die in sieben Bezirken eingerichtet wurden, geschult.

Die offizielle Einführung von Kichawi Kill fand am 2. Dezember 2023 statt. An der Veranstaltung nahmen 96 Vertreter aus verschiedenen Sektoren teil, darunter Delegierte aus den Bezirksverwaltungen, Vertreter von Nichtregierungsorganisationen und des Privatsektors. Zu den teilnehmenden Institutionen zählten das Landwirtschaftsministerium, Saatgutunternehmen, Apollo Agriculture, Agribora, Farm Inputs Promotion Africa (FIPs Africa), das Welternährungsprogramm (WFP), die Farm to Market Alliance (FtMA), die Kenya Agricultural and Livestock Research Organization (KALRO), Welthungerhilfe (WHH) und die International Biocontrol Manufacturers Association (IBMA Kenya). Landwirte und Mitglieder der Verkaufsteams von TCL waren ebenfalls anwesend.



Abbildung 7: (A) Sensibilisierungstreffen für Landwirte zu Kichawi Kill; (B) TCL-Direktor Peter Lueth mit dem KALRO-Team, Dr. Sands und dem TCL-Laborteam beim Laborbesuch; (C) Vertreterin der Welthungerhilfe, Josephine Thome, bei der offiziellen Einführung von Kichawi Kill.

## 2.5 Aufbau eines Qualitäts- und Entwicklungslabors der TCL in Kakamega

In den TCL-Büros wurde ein voll ausgestattetes Labor eingerichtet (Abbildung 9), das über eine Biosicherheitswerkbank, zwei Schüttler, einen Inkubator, einen Kühlschrank, Gefrierschränke und einen Autoklav verfügt. Das Büro befindet sich in Kakamega, in das TCL im September umzog, nachdem das vorherige Büro in Milimani aufgrund eines laufenden Regierungsprojekts geräumt werden musste.



Abbildung 8: (A)TCL-Bürogebäude und (B) das darin eingerichtete Labor.

Das Unternehmen steht für die Interaktion mit relevanten Akteuren über mehrere Kanäle zur Verfügung, darunter die [Website](#), [Facebook](#) und [X](#).

Zur Unterstützung des Laborbetriebs wurden zwei qualifizierte Forscher eingestellt. Das Labor ist mit einem speziell ausgestatteten Trockenraum versehen, der die Produktion von Sporenpulver effizient unterstützt. Das interne Labor spielt eine zentrale Rolle bei der Herstellung von Kichawi Kill, einschließlich des Sporenpulvers, und ermöglicht zudem die Durchführung weiterer Forschungsarbeiten.

Im Zeitraum 2022/2023 wurde Reissubstrat zur Produktion von Kichawi Kill verwendet. Das Labor erwies sich als entscheidend für die Herstellung des Inokulums, das als Basis für das Kichawi Kill-Produkt auf Reissubstrat diente und für den Einsatz in dörflichen Produktionseinheiten vorgesehen ist. Zuvor wurde dieser Prozess in den KALRO-Laboren durchgeführt und später in das TCL-Labor verlagert.

### Produktion von Kichawi Kill im Labor

Die Herstellung von *Fusarium oxysporum f. sp. strigae* in Pulverform (*F. oxy*-Sporenpulver) zur Verwendung als Saatgutbeschichtungsmittel wurde erfolgreich etabliert. Der Produktionsprozess von Kichawi Kill im TCL-Labor umfasst die folgenden Schritte:

- **Inokulation der Mutterkultur:** Die *Fusarium oxysporum* (*F. oxy*)-Mutterkultur wird auf Kartoffel-Dextrose-Agar (PDA) in Petrischalen kultiviert und für sieben Tage bei 25 bis 28 °C inkubiert. Diese wird anschließend in gewürfelten Agarpfropfen zubereitet und zur weiteren Kultivierung in Kartoffel-Dextrose-Brühe (PDB) überführt, um ein flüssiges Inokulum zu erzeugen. Die Mischung wird sieben Tage lang bei 25 bis 28 °C unter konstantem Schütteln im Laborschüttler inkubiert, um ein gleichmäßiges Wachstum zu gewährleisten.
- **Mischen mit Holzpulver:** Das flüssige *F. oxy*-Inokulum wird anschließend in feines Holzpulver gegeben und gründlich gemischt. Dieser Schritt erfolgt unter aseptischen Bedingungen in einer Biosicherheitswerkbank. Danach wird die Mischung in einen Reinraum überführt, der eine kontrollierte Trocknung der Mischung ermöglicht. Der Feuchtigkeitsgehalt wird mithilfe eines Feuchtigkeitsmessgeräts überwacht und auf unter 10 % reduziert.
- **Bindemittelzugabe und Verpackung:** Nach Abschluss des Trocknungsprozesses wird das Produkt mit einem Bindemittel, das überwiegend aus Feinzucker besteht, vermischt. Abschließend wird das fertige Produkt für den Vertrieb verpackt (Details zum Protokoll siehe Anhang Labortest 3.5.)

## Verpackung von Kichawi Kill

Das Produkt wird in vorgedruckten Polyethylenterephthalat-Beuteln verpackt (Abbildung 10) und in drei Packungen angeboten:

- 16 g Kichawi Kill-Pulver – geeignet zur Beschichtung von 2 kg Maissaatgut; Preis pro Packung: 400 KES (ca. 2,50 EUR),
- 40 g Kichawi Kill-Pulver – geeignet zur Beschichtung von 5 kg Maissaatgut; Preis pro Packung: 1.000 KES (ca. 6,25 EUR),
- 80 g Kichawi Kill-Pulver – geeignet zur Beschichtung von 10 kg Maissaatgut; Preis pro Packung: 2.000 KES (ca. 12,50 EUR).



Abbildung 9: Kichawi Kill in den Packungsgrößen 16 g, 40 g und 80 g.

## Vorteile der Verwendung von Lignocell-Holzmehl als Primärträger

Als primäres Trägermaterial für den Pilz wird Lignocell-Holzmehl verwendet. Das geimpfte Holzpulver wird im Verhältnis 1:3 mit einem Bindemittel gemischt. Dieses neue Kultursubstrat dient als Saatgutbeizmittel und bietet mehrere Vorteile:

- **Verlängerte Haltbarkeit:** Das Produkt weist eine verlängerte Haltbarkeit auf, die unter verschiedenen Lagerbedingungen geprüft wurde: 3 Monate bei Raumtemperatur (22–25 °C), 6 Monate bei 40 °C und bis zu einem Jahr bei -20 °C.
- **Geringes Gewicht und Effizienz:** Im Vergleich zum früheren Reissubstrat, bei der 40 kg zur Behandlung von Maissaatgut zum Anbau auf einem Hektar benötigt wurden, reicht nun eine Menge von 80 g dieses Pulvers für die gleiche Fläche aus.
- **Einfachheit der Anwendung:** Der Saatgutbeschichtungsprozess ist so gestaltet, dass Landwirte ihn 15 Minuten vor der Aussaat durchführen können.



## Zusammenfassung der Ergebnisse

In den TCL-Büros in Kakamega wurde ein Labor eingerichtet, das mit allen für die Produktion erforderlichen Geräten ausgestattet ist, einschließlich eines Trockenraums zur Optimierung des Trocknungsprozesses des Inokulums. Das Labor wird von zwei qualifizierten Labortechnikern betrieben. Dieses Labor spielt eine zentrale Rolle bei der Sicherstellung der Konsistenz in der Produktion von Kichawi Kill und der kontinuierlichen Weiterentwicklung und Optimierung des Produkts. Während der langen Regenzeit 2024 wurden im neuen Labor insgesamt 236,36 kg Sporenpulver (*F. oxy*) produziert, was zur Herstellung von 945,44 kg Kichawi Kill führte (bestehend aus einer Kombination von Holzpulver und Bindemittel).

- **Qualitätskontrollen:** Die Qualitätsprüfungen von Kichawi Kill werden im neu eingerichteten Labor durchgeführt.
- **Inokulum- und Produktprüfung:** Die Qualitätskontrolle des Inokulums und die stichprobenartige Prüfung des Endprodukts erfolgen im Labor. Für die Akzeptanz des Produkts bei den Landwirten ist eine verlässliche Wirksamkeit entscheidend.
- **Reinraumeinrichtung:** Ein Reinraum wurde eingerichtet, um den Trocknungsprozess des geimpften Pulvers unter aseptischen Bedingungen sicherzustellen.

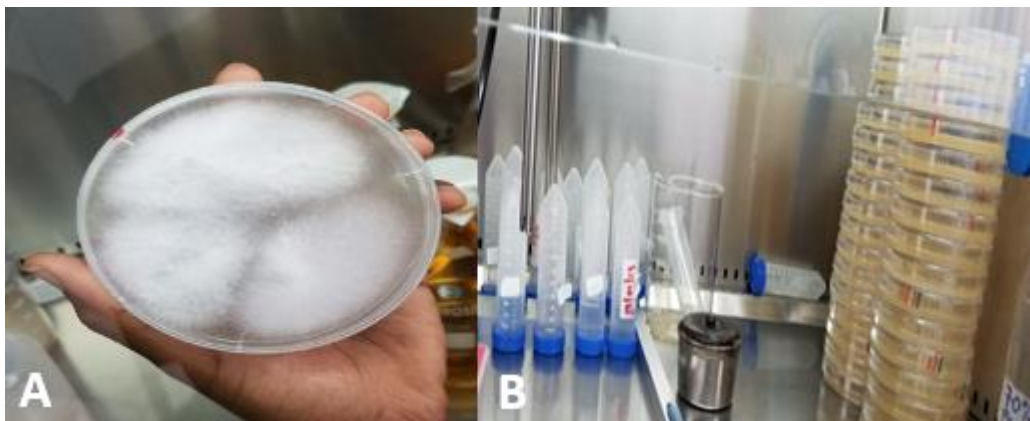


Abbildung 10: Laborartikel von TCL: (A) *F. oxy*-beimpfte Petrischale; (B) Falcon-Röhrchen und Agarplatten.

### 3. Ergebnisse der Projektdurchführung

#### 3.1 Entwicklung eines neuen Kultursubstrats

##### **Folgende Aktivitäten wurden erfolgreich umgesetzt:**

- Im Rahmen des Projekts wurden alternative Substrate getestet, darunter Holzpulver verschiedener Baumarten, getrocknete Bananenblätter, Maiskolbenpulver und Bagasse. Von diesen erwiesen sich Holzpulver und Maiskolbengrieß als die geeignetsten Ersatzsubstrate für das bisher verwendete Reissubstrat.
- Das Zertifizierungsunternehmen SGS wurde mit der Durchführung von Wirksamkeitsprüfungen des Holzpulversubstrats beauftragt.
- Die Erprobung des trockenen Sporenpulvers zur Saatgutbeschichtung wurde erfolgreich durchgeführt.
- Das Holzpulver wurde als geeignetes Substrat für die Verwendung mit Sporenpulver zertifiziert, und das Verfahren zur Saatgutbeschichtung wurde erfolgreich eingeführt. Diese Fortschritte haben die bisherige Nutzung von Reissubstrat vollständig ersetzt. Die Auswirkungen dieser Entwicklungen waren von entscheidender Bedeutung für das weitere Wachstum des Unternehmens.

#### 3.2 Weitere Entwicklung von Kichawi Kill

##### **Folgende Aktivitäten wurden erfolgreich umgesetzt:**

Eine Reihe von Labortests und Validierungsverfahren wurde erfolgreich durchgeführt und bildete die Grundlage für die Entwicklung eines alternativen Substrats sowie die Ausarbeitung von Standardarbeitsverfahren:

- Schutzmittelondentests wurden durchgeführt, um die Möglichkeit zu untersuchen, die Haltbarkeit des Pilzes und des Produkts zu verlängern. Diese Tests werden derzeit über einen Zeitraum von einem Jahr noch durchgeführt, wobei die Ergebnisse im März 2025 erwartet werden.
- Zusätzlich wurden Tests zu der Haltbarkeit des Pilzes auf beschichtetem Saatgut durchgeführt.
- Die Anzahl der koloniebildenden Einheiten (KBE) wurde an beschichtetem Saatgut untersucht, um Richtlinien für die Erstellung von Standardarbeitsverfahren im Saatgutbeschichtungsprozess zu entwickeln.
- TCL hat von der nationalen Umwelt- und Managementbehörde die Genehmigung für die Verwendung von Kunststoffverpackungen erhalten.

#### 3.3 Stärkung der Vertriebsstruktur mit Aufbau einer zusätzlichen Vertriebssebene

##### **Folgende Aktivitäten wurden erfolgreich umgesetzt:**

- Insgesamt 211 Großhändler und Agrarhändler wurden als primäre Vertriebskanäle in das Distributionsnetzwerk integriert.
- Die Anzahl der Village Inoculum Producers (VIPs) sowie der Promoter und Vertriebsmitarbeiter wurde auf 249 Personen erhöht.



- Während der Projektlaufzeit insgesamt wurden 249 VIPs (77 Männer, 172 Frauen) in der Herstellung des Inokulums und der Saatgutbeschichtungstechnik umfassend geschult.
- Die Bezirke Kisii und Vihiga wurden als neue Zielmärkte erschlossen, um das regionale Marktangebot zu erweitern.
- Partnerschaften mit Vertriebspartnern, darunter One Acre Fund und Apollo Agriculture, wurden etabliert, um die Reichweite in der gesamten Region zu maximieren.
- Zur Unterstützung der Logistik wurde ein Fahrzeug angeschafft, um den Materialtransport und die Produktverteilung vor Ort zu erleichtern.
- Mit der behördlichen Zulassung der Saatgutbeschichtung stiegen die Verkaufszahlen von Kichawi Kill während der langen Regenzeit 2024 auf 7.559 Hektar behandelter Flächen, im Vergleich zu 2.269 Hektar in der kurzen Regenzeit 2023.
- Während der langen Regenzeit 2024 wurden insgesamt 12.643 Landwirte erreicht.
- Das Personalportfolio von TCL wurde auf 14 Mitarbeiter erweitert, die aktiv die Markenbekanntheit fördern. Sie arbeiten eng mit Interessengruppen im Agrarsektor, wie Lieferanten, Händlern, Landwirten und landwirtschaftlichen Betrieben, zusammen, um Partnerschaftsmöglichkeiten zu erkunden und die Marktreichweite zu erhöhen, mit dem Ziel, den Absatz zu steigern.

### 3.4 Aufbau eines Qualitäts- und Entwicklungslabors der TCL in Kakamega

#### **Folgende Aktivitäten wurden umgesetzt:**

- Zur Unterstützung des Produktionsprozesses wurde eine Solaranlage installiert. Diese ermöglicht es, Stromschwankungen zu vermeiden, die Betriebskosten zu senken und die Produktionskapazität zu maximieren.
- Es wurde eine Trockenkammer eingerichtet, um den Trocknungsprozess der Produkte effizienter zu gestalten.
- Eine neu angeschaffte Verpackungsmaschine ersetzt das bisher manuelle Verpackungsverfahren und erhöht damit die Effizienz im Produktionsablauf. Die Anschaffung dieser Maschine wurde teilweise durch Einnahmen aus dem Verkauf von Kichawi Kill finanziert.
- Um die Herausforderungen bei der Lagerung des Produkts zu bewältigen, wurden zwei Gefrierschränke installiert. Zudem wurde ein zusätzlicher Laborschüttler beschafft, um die Herstellung von Sporensuspensionen zu beschleunigen.
- Während der langen Regenzeit 2024 wurden im Labor insgesamt 236,36 kg Sporenpulver (*F.ox*) produziert, welches für die Herstellung von 945,44 kg Kichawi Kill (eine Kombination aus Holzpulver und Bindemittel) verwendet wurde.

## 4. Herausforderungen bei der Umsetzung

### **Unternehmerische Herausforderungen und Identifizierung von Ersatzsubstraten**

In den Jahren 2022 und 2023 stand das Unternehmenswachstum vor spezifischen Herausforderungen, da die Produktion auf der Verwendung des Reissubstrats basierte. Reis als Substrat war nicht nur kostenintensiv, sondern wies auch eine begrenzte Haltbarkeit des Inokulums auf, was den Produktionsprozess erschwerte. Zudem beinhaltete die Verwendung von Reis ein hohes Kontaminationsrisiko in der Produktion und Anwendung sowie eine hohe Anwendungsrate. Diese Einschränkungen sowie die hohen Produktionskosten führten zu einem verlangsamten Unternehmenswachstum.

In den Jahren 2023 und 2024 wurden diese Herausforderungen durch die Identifizierung von feinem Holzpulver als Substrat und die Genehmigung des Saatgutbeschichtungsverfahrens durch die zuständigen staatlichen Regulierungsbehörden adressiert. Im Jahr 2024 konnte die Verwendung von Sporenpulver und die Saatgutbeschichtungstechnologie kommerzialisiert werden. Hinsichtlich der Verfügbarkeit von Holzpulver als Trägermaterial wurde Maiskolbengrieß als lokal verfügbares Ersatzsubstrat identifiziert.

### **Optimierung von Produktionskapazitäten und Logistik**

Das Unternehmen hat inzwischen Maßnahmen ergriffen, um frühere Herausforderungen bei der Produktion zu beheben. Dazu gehören die Anschaffung zusätzlicher Schüttler, die Einrichtung eines Trockenraums, die Installation einer Verpackungsmaschine und von Gefriergeräten sowie die Installation einer Solaranlage zur Senkung der Stromkosten und zur Vermeidung von Produktionsausfällen aufgrund häufiger Stromausfälle.

### **Anwendung und Vertrieb**

Eine anfängliche Herausforderung bei der Anwendung des Kichawi Kill-Produkts durch die Landwirte bestand darin, ein geeignetes Verfahren zur Saatgutbeschichtung zu entwickeln, bei dem das beschichtete Saatgut während des Trocknungsprozesses direktem Sonnenlicht ausgesetzt ist. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, wurden Händler, Vertriebspartner und Landwirte kontinuierlich und umfassend in der Handhabung und sicheren Anwendung des Produkts geschult. Lokale Distributoren und Agrarhändler sind verpflichtet, über geeignete Kühl- oder Gefriereinrichtungen zu verfügen, um als autorisierte Händler zugelassen zu werden.

## 5. Öffentlichkeitsarbeit/Präsentationen/Publikationen



Abbildung 11: (A) Team von The Toothpick Company Limited; (B) Dorcas, Geschäftsführerin von TCL, in Berlin mit dem Team der Welthungerhilfe; (C) Sensibilisierung von Landwirten für Kichawi Kill durch TCL-Mitarbeiter; (D) Besuch des Innovationsteams der Welthungerhilfe bei TCL; (E) Schulung von Landwirten zur Wirksamkeit von Kichawi Kill während eines Feldtages im Homabay County.

### 5.1 Erfahrungsbericht einer Projektteilnehmerin

Kichawi Kill verbessert die Maisproduktion und motiviert einen jungen Landwirt aus Bungoma zum Einstieg in den Maisanbau. Priscah und ihr 25-jähriger Sohn erzielten in dieser Saison Einnahmen von 110.000 KES durch eine erhöhte Maisernte auf einem 1,5 Hektar großen Feld, ermöglicht durch die Anwendung von Kichawi Kill (Abbildung 13).

Priscah, eine Kleinbäuerin im südlichen Bukusu, Bezirk Bungoma, fungiert sowohl als Farmer Service Center im Rahmen der Farm to Market Alliance (FTMA) als auch als Village Inoculum Producer (VIP). Über Jahrzehnte hinweg sahen sich Priscah und andere Landwirte in der Region mit sinkenden Maiserträgen konfrontiert, die durch das parasitäre Unkraut *Striga* verursacht wurden, welches Ertragsverluste zwischen 30 % und 100 % hervorrufen kann. Bis 2013 hatte *Striga* über 217.000 Hektar Land im Westen Kenias befallen.

Trotz wiederkehrender Ertragsverluste setzten Priscah und andere Landwirte weiterhin auf den Anbau dieses Grundnahrungsquelle, während sie erfolglos verschiedene Bekämpfungsmethoden erprobten. Im Jahr 2022 entdeckte Priscah jedoch das Bioherbizid Kichawi Kill der Toothpick Company und setzte es auf einem ein Hektar großen Feld ein. Erfreulicherweise stieg der Ertrag von fünf auf neun 90-kg-Säcke. In der darauffolgenden langen Regenzeit 2023 nutzte sie Kichawi Kill erneut, was zu einer weiteren Steigerung von fünf auf 18 Säcke führte und ihr Einnahmen von 72.000 KES (ca. 450 EUR) einbrachte, die sie zur Finanzierung des Masterstudiums ihrer jüngsten Tochter verwendete.

Zusätzlich besaß Priscah ein weiteres 0,5 Hektar großes, mit *Striga* befallenes Feld, auf dem sie jedoch im Jahr 2021 kein Kichawi Kill anwandte und lediglich einen Sack Mais ernten konnte. Nachdem ihr Sohn die positiven Ertragssteigerungen auf dem Hauptfeld seiner Mutter beobachtet hatte, beschloss

er, selbst in den Maisanbau einzusteigen. In der langen Regenzeit 2023 setzte er ebenfalls Kichawi Kill sowie gute landwirtschaftliche Praktiken auf dem halben Hektar großen Feld ein, was ihm eine Ernte von zehn Säcken Mais und Einnahmen von 38.000 KES (ca. 237,50 EUR) einbrachte, die er für sein Diplomstudium nutzte.



Abbildung 12: (A) Priscah, Kleinbäuerin und Village Inoculum Producer (VIP) im Bungoma Bezirk, profitierte von der Anwendung von Kichawi Kill zur Ertragssteigerung im Maisanbau. (B) Priscahs Sohn, motiviert durch die Ertragssteigerungen, setzt ebenfalls Kichawi Kill und gute landwirtschaftliche Praktiken ein, um den Maisertrag zu steigern.



## 5.2 Erfahrungsbericht eines Projektteilnehmers



Abbildung 13: In diesem [Video](#) berichtet Jacob, ein Landwirt aus Uriri in dem Bezirk Migori, über seine Erfahrungen mit der Anwendung von Kichawi Kill.

## 5.3 Erfahrungsbericht eines Projektteilnehmers

Lucas, ein Kleinbauer und Village Inoculum Producer (VIP) aus dem Dorf Scala im Unterbezirk Ugenya, berichtet über die positiven Auswirkungen von Kichawi Kill auf seinem landwirtschaftlichen Betrieb. In Zusammenarbeit mit der lokalen Frauengruppe beschreibt er, wie sich sein Maisertrag durch den Einsatz von Kichawi Kill erheblich gesteigert hat: Während er zuvor auf einem halben Hektar Land nur acht Säcke Mais ernten konnte, erzielte er nach der Anwendung von Kichawi Kill einen Ertrag von 18 Säcken, was eine signifikante Steigerung darstellt. Lucas ermutigt die Landwirte in West Ugenya, Kichawi Kill zur Bekämpfung von *Striga* einzusetzen, um ihre Ernteerträge zu erhöhen. Darüber hinaus gibt er Hinweise zur optimalen Anwendung von Kichawi Kill während der Aussaat, um maximale Erträge zu erzielen.



Abbildung 14: Lucas, Kleinbauer und VIP aus dem Dorf Scala, berichtet über die Ertragssteigerungen nach der Anwendung von Kichawi Kill.



#### 5.4 Erfahrungsbericht einer Projektteilnehmerin



*Abbildung 15: Veronica, Kleinbäuerin aus Daraja Mbili in Kisumu West, berichtet über die Reduktion des Striga-Befalls und die Ertragssteigerung nach der Anwendung von Kichawi Kill.*

Veronica, eine Kleinbäuerin aus dem Dorf Daraja Mbili in Kisumu West, berichtet, dass sie aufgrund des *Striga*-Befalls nur zwei Säcke Mais auf ihrem halben Hektar Land ernten konnte. Nach der Anwendung von Kichawi Kill erwartet sie in der kommenden kurzen Regenzeit einen Ertrag von sechs Säcken auf derselben Fläche. Der behandelte Teil des Feldes zeigt bereits eine deutliche Reduktion des *Striga*-Befalls im Vergleich zur unbehandelten Fläche. Veronica plant, die Behandlung mit Kichawi Kill fortzusetzen und hofft, dass sie *Striga* innerhalb von vier Regenzeiten vollständig von ihrer landwirtschaftlichen Fläche entfernen kann. Sie spricht ihre Dankbarkeit für die Entwicklung dieser Methode zur Bekämpfung von *Striga* aus.

## 6. Abschluss/Ausblick

Durch die Unterstützung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) konnte das Projekt zur Entwicklung und Optimierung eines biologischen Mittels zur *Striga*-Bekämpfung wesentliche Fortschritte erzielen. Ein zentrales Ziel war die Entwicklung eines kostengünstigeren Kultursubstrats als Alternative zum bisherigen Reissubstrat, das kostenintensiv und weniger stabil war. Im Rahmen des Projekts wurde erfolgreich feines Holzpulver als alternatives Substrat eingesetzt, das eine verbesserte Haltbarkeit und stabilere Produktqualität ermöglicht.

In der Produktentwicklung von Kichawi Kill wurden wesentliche Fortschritte erzielt. Die Saatgutbeschichtungstechnologie zur Anwendung des Produkts wurde weiterentwickelt und für die Praxis validiert werden. Der Fokus lag auf einer wirksamen und benutzerfreundlichen Beschichtungsmethode, die sich durch Feldversuche als effektiv erwies.

Um die Produktqualität und Wirksamkeit sicherzustellen, wurden umfassende Tests durchgeführt. Der Schwerpunkt lag auf Qualitäts- und Wirksamkeitstests der verschiedenen Pilzträger und des Endprodukts, bevor das beschichtete Saatgut an die Landwirte verteilt wurde. Diese Tests haben maßgeblich dazu beigetragen, eine gleichbleibende Wirksamkeit und Sicherheit des Produkts zu gewährleisten.

Für den Ausbau der Vertriebsstruktur in Westkenia wurde eine zusätzliche Vertriebsstufe geschaffen, um das Produkt schneller und effizienter zu den Landwirten zu bringen. Neben den lokalen Vertriebsakteuren und den Dorfproduzenten (Village Inoculum Producers, VIPs) konnte eine erweiterte Struktur von Händlern etabliert werden, die eine nachhaltige Versorgung mit Kichawi Kill sichert. Zudem wurde durch die Einrichtung eines Qualitäts- und Entwicklungslabors in Kakamega eine wesentliche Infrastruktur geschaffen, die die langfristige Produktion und Qualitätssicherung des Produkts vor Ort unterstützt.

Dennoch besteht ein fortlaufender Bedarf, den Produktionsprozess weiter zu optimieren und teilweise zu automatisieren, da die Toothpick Company Limited (TCL) ein stetiges Wachstum verzeichnet und eine steigende Nachfrage nach dem Produkt erwartet wird. Zu den nächsten Schritten zählen der Ausbau der Vertriebs- und Marketingstrukturen, um eine größere Anzahl von Landwirten zu erreichen, die Anschaffung von Motorrädern für das Vertriebspersonal sowie die Einstellung eines IT-Experten zur besseren Datenverwaltung und Dokumentation. Zusätzlich sind kontinuierliche Schulungen aller Akteure entlang der Wertschöpfungskette erforderlich, um die korrekte Anwendung des Produkts sicherzustellen.

Durch die Förderung der DBU konnte das Projekt die gesetzten Ziele erreichen. Die TCL konnte ihre Produktionsprozesse optimieren und eine stabile Vertriebsstruktur aufbauen, die Kleinbauern den Zugang zu einem wirksamen biologischen Mittel zur *Striga*-Bekämpfung ermöglicht. Diese Fortschritte stellen eine wichtige Grundlage dar, um die Rentabilität von TCL zu sichern und langfristig die landwirtschaftlichen Erträge in den betroffenen Regionen zu steigern.

## 7. Referenzen

- Ciotola, M., Watson, A.K., and Hallett, S.G. (1995). Discovery of an isolate of *Fusarium oxysporum* with potential to control *Striga hermonthica* in Africa. *Weed Research*, 35(5), 303-309. DOI: 10.1111/j.1365-3180.1995.tb01793
- Ejeta, G., and Gressel, J. (Eds.) (2007). *Integrating New Technologies for Striga Control: Towards Ending the Witch-hunt*. World Scientific Publishing. DOI: 10.1142/9789812771506
- Kroschel, J., Elzein, A., Brändle, F., Cadisch, G., Marley, P., & Thines, M. (2008). *Fusarium oxysporum* Strains as Potential *Striga* Mycoherbicides: Molecular Characterization and Evidence for a New forma specialis. *The Open Mycology Journal*, 2, 89–93. DOI: 10.2174/1874437000802010089
- Muthie, J. (2021, February 24). *Fostering food security in smallholder farms in striga weed hotspots of Kenya*. AATF. <https://www.aatf-africa.org/fostering-food-security-in-smallholder-farms-in-striga-weed-hotspots-of-kenya/>
- Roobroeck, D., & Ngetich, W. (n.d.). *Effective Striga control and yield intensification on maize farms in western Kenya with N fertilizer and herbicide-resistant variety*. CGIAR. <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/2d54ae91-9c86-41c1-859a-523e362e2c2a/content>
- Sileshi, G. W., Kihara, J., Tamene, L., Vanlauwe, B., Phiri, E., & Jama, B. (2022). Unravelling causes of poor crop response to applied N and P fertilizers on African soils. *Experimental Agriculture*, 58, e7. DOI: 10.1017/S0014479721000247
- Yacoubou, A.-M., Wallis, N. Z., Menkir, A., Zinsou, V. A., Onzo, A., Garcia-Oliveira, A. L., Meseka, S., Wende, M., Gedil, M., & Agre, P. (2021). Breeding maize (*Zea mays*) for *Striga* resistance: Past, current, and prospects in sub-Saharan Africa. *Plant Breeding*, 140(2), 195-210. DOI: 10.1111/pbr.12896

## 8. Anhang

### Anhang 8.1 Protokoll zur Saatgutbeschichtung

- Bei diesem Verfahren wird Kichawi Kill auf das Maisaatgut aufgetragen, um es vor *Striga hermonthica* zu schützen und dieses Unkraut zu bekämpfen.
- Kichawi Kill enthält geimpftes feines Holzpulver und ein Bindemittel im Verhältnis 1:3.

#### Materialien:

1. Schüssel
2. Wasser
3. Messbecher
4. Jutesack
5. Saatgut
6. Kichawi Kill

#### Protokoll:

1. In einer Schüssel 80 g Kichawi Kill mit 200 ml Wasser vermischen.
2. 10 kg Maiskörner hinzufügen und alles gründlich vermischen.
3. Die beschichteten Samen im Schatten ausbreiten und 15 Minuten trocknen lassen.
4. Die Samen sind bereit zur Aussaat.



Abbildung 16: Saatgutbeschichtung und Aussaat auf einem Feld.

## Anhang 8.2 Agro-Händler-Rahmenvertrag -Auszug

**TOOTHPICK COMPANY LTD**  
P.O. BOX 2138- 30100  
KAKAMEGA - KENYA  
[info@toothpickcompany.co.ke](mailto:info@toothpickcompany.co.ke)  
*Pamoja Tunaganda Kijenge (Single Word)*

**TOOTHPICK COMPANY LIMITED**  
ACCOUNT CREATION FORM

**I. CUSTOMER DATA**

Company Name \_\_\_\_\_  
Postal address \_\_\_\_\_  
Plot No. \_\_\_\_\_ Street \_\_\_\_\_  
Town \_\_\_\_\_  
Physical location \_\_\_\_\_  
Telephone Number \_\_\_\_\_  
Email Address \_\_\_\_\_  
Nature of Business \_\_\_\_\_  
KRA Pin Number \_\_\_\_\_ VAT Number \_\_\_\_\_  
(Please attach certificate)  
Business Registration No. \_\_\_\_\_  
(Please attach certificate)

**II. DETAILS OF ALL DIRECTORS/ PROPRIETORS/MEMBERS/TRUSTEES/SHAREHOLDERS.**

|   | Full Name | ID Number | Nationality | % Ownership Status |
|---|-----------|-----------|-------------|--------------------|
| 1 |           |           |             |                    |
| 2 |           |           |             |                    |
| 3 |           |           |             |                    |
| 4 |           |           |             |                    |
| 5 |           |           |             |                    |

**TOOTHPICK COMPANY LIMITED P.O. Box 2138-30100 Kakamega, Kenya**  
Phone: +254 761 807101 Email: [info@toothpickcompany.co.ke](mailto:info@toothpickcompany.co.ke) Website: [www.toothpickcompany.co.ke](http://www.toothpickcompany.co.ke)

**II. DECLARATION**

We the undersigned, do therefore confirm that we are duly authorized to sign this agreement and that all the information given above is correct. We authorize the Toothpick Company Limited to contact our Bank and any other of the relevant as provided.

Name: \_\_\_\_\_  
(Director/partner/proprietor)  
Signature: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_  
(Director/partner/proprietor)  
Signature: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_  
(Director/partner/proprietor)  
Signature: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

**III. FOR TOOTHPICK COMPANY LIMITED USE ONLY.**

|                                | Description | Checked by |
|--------------------------------|-------------|------------|
| Credit Limit Verified          |             |            |
| Credit Limit Approval          |             |            |
| Terms                          |             |            |
| Finance and admin verification |             |            |
| Date account opened            |             |            |
| Banked category                |             |            |

**TOOTHPICK COMPANY LIMITED P.O. Box 2138-30100 Kakamega, Kenya**  
Phone: +254 761 807101 Email: [info@toothpickcompany.co.ke](mailto:info@toothpickcompany.co.ke) Website: [www.toothpickcompany.co.ke](http://www.toothpickcompany.co.ke)

Abbildung 17: Rahmenvertrag für Agro-Händler (Auszug aus der vollständigen Vertragskopie).

## Anhang 8.3 Ansätze und Methodik für Labortests

### Anhang Labortest 3.1.1 Kompatibilitätstest von Holzpulver verschiedener Baumarten und *F.ox*

#### Zielsetzung:

Das Hauptziel dieses Versuchs bestand darin, zu prüfen, ob die beiden Holzpulverquellen als alternatives Substrat/Trägermaterial für *F.ox* verwendet werden können.

Die Holzpulverquellen sind wie folgt:

- Hakika, bezogen von Zypresse (*Cupressus lusitanica*)
- Kakuzi, bezogen von Blauer Eukalyptus (*Eucalyptus globulus*)

#### Protokoll:

1. Jeweils 20 g Holzpulver in separaten Behältern abmessen und in 39 ml Wasser einweichen.
2. Jeweils 7 ml einer 10 %igen Aufschlämmung zu den Holzpulverproben hinzufügen.
3. Das Gemisch bei 121 °C für 30 Minuten im Autoklaven sterilisieren.
4. Das Gemisch abkühlen lassen und mit *F. oxy* beimpfen (0,4 ml).
5. Die Mischung gründlich, jedoch sanft schütteln und für fünf Tage inkubieren. Während der Inkubation die Mischung zweimal täglich schütteln, um eine gleichmäßige Kolonisierung von *F. oxy* zu gewährleisten.



6. Nach der fünftägigen Inkubation das Holzpulver unter einer Biosicherheitswerkbank (BSC) trocknen.
7. Der Trocknungsprozess dauert 2 Tage.
8. Das trockene Holzpulver beider Quellen auf Kartoffel-Dextrose-Agar (PDA) ausplattieren und bei 28 °C inkubieren.

#### Ergebnisse:

Das trockene Holzpulver beider Quellen zeigte nach viertägiger Inkubation eine erfolgreiche Kolonisierung ohne Kontamination.

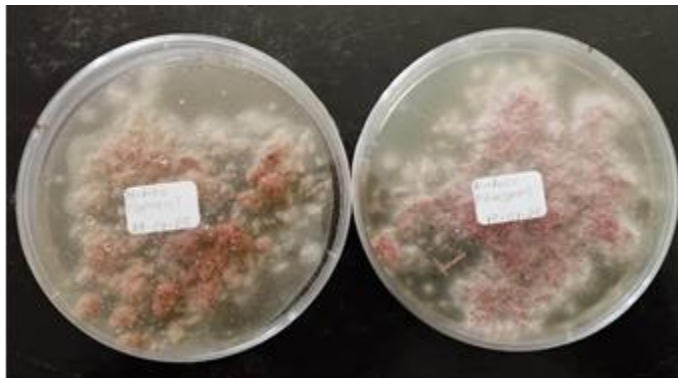


Abbildung 18: Petrischale mit *F. oxy* Wachstum auf (links) *Cupressus lusitanica*-Holzpulver und (rechts) *Eucalyptus globulus*-Holzpulver.

#### Schlussfolgerung:

- Das Holzpulver von Hakika (*Cupressus lusitanica*) und Kakuzi (*Eucalyptus globulus*) kann als Trägermaterial für *F. oxy* verwendet werden.
- Allerdings erfüllt das von Hakika und Kakuzi bezogene Holzpulver nicht vollständig die Anforderungen, da die Partikelgröße nicht fein genug für einen effizienten Saatgutbeschichtungsprozess war. Daher beschloss TCL, die Suche nach Holzpulver mit feineren Partikeln fortzusetzen. Ein geeignetes feines Pulver wurde von JRS Rettenmaier in Deutschland bezogen, während TCL weiterhin nach geeigneten lokalen Alternativen sucht.

### **Anhang Labortest 3.1.2 Bestimmung der Haltbarkeitsdauer alternativer Substrate**

#### Zielsetzung:

- Untersuchung der Lebensfähigkeit von *F. oxy*, das in verschiedenen Substraten geimpft und seit der Herstellung am 11.10.2022 gelagert wurde, darunter: Bagasse, Reishülsen, Holzspäne und getrocknete Bananenblätter.
- Die Lebensfähigkeitsstudien sollen die Haltbarkeit von *F. oxy* unter zwei Lagerungsbedingungen bestimmen, nämlich i) bei Raumtemperatur (RT) und ii) bei Kühlung bei 4°C.

#### Protokoll:

1. Unter einer Biosicherheitswerkbank (BSC) wird jede Substratprobe in ihrem jeweiligen Zustand auf eine PDA-Petrischale plattiert und entsprechend beschriftet.
2. Jede Probe wird mit Parafilm versiegelt und bei 28°C für vier Tage inkubiert.
3. Nach der Inkubation werden die Petrischalen auf die Kolonisierung durch *F.oxo* sowie auf eventuelle Kontaminanten untersucht.

#### Ergebnisse:

Die untenstehenden Abbildungen zeigen die Kolonisierung von *F. oxo* auf den verschiedenen Substraten unter den beiden Temperaturbedingungen.

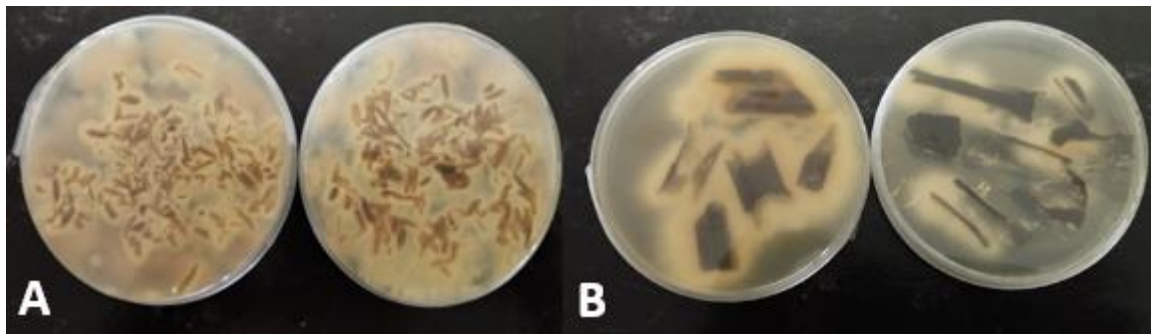


Abbildung 19: (A) Gekochte Reishülsen bei Raumtemperatur (1a) und bei 4 °C (1b); (B) Getrocknete Bananenblätter bei Raumtemperatur (2a) und bei 4 °C (2b).

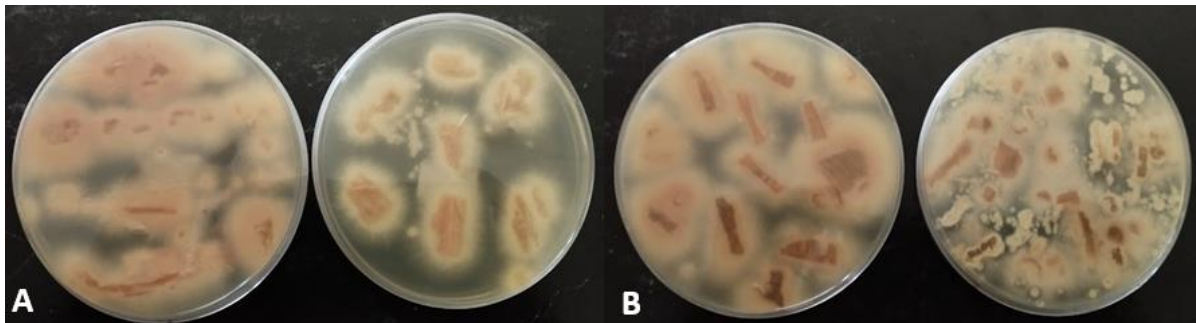


Abbildung 20: (A) Große Bagassepartikel bei 4 °C (3a) und kleine Bagassepartikel bei 4 °C (3b); (B) Mittlere Holzspäne bei Raumtemperatur (4a) und Bagasse bei 4 °C (4b).

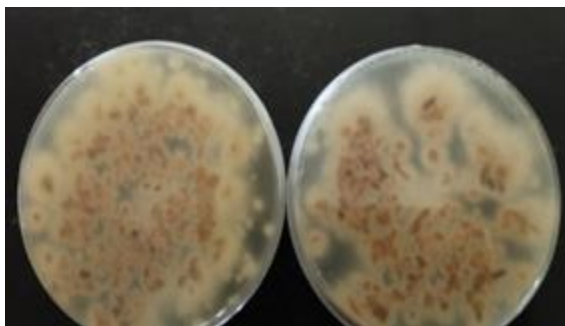


Abbildung 21: Mittlere Holzspäne bei Raumtemperatur (5a) und bei 4 °C (5b).

*Tabelle 4: Ergebnisse der F. oxy-Kolonisierung auf verschiedenen Substraten unter unterschiedlichen Temperaturbedingungen.*

| Name oder Behandlung       | Temperaturbedingungen         | Datum plattiert | Datum der Ergebnisse | Kolonisierung | Kontamination |
|----------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------------|---------------|---------------|
| Bagasse Großformat         | 4°C                           | 12/01/2023      | 16/01/2023           | Gegenwart     | Abwesend      |
| Bagasse kleine Größe       | 4°C                           | 12/01/2023      | 16/01/2023           | Gegenwart     | Abwesend      |
| Mittelgroße Holzspäne      | 4°C                           | 12/01/2023      | 16/01/2023           | Gegenwart     | Abwesend      |
| Kleinformartige Holzspäne  | 4°C                           | 12/01/2023      | 16/01/2023           | Gegenwart     | Abwesend      |
| Getrocknete Bananenblätter | 4°C                           | 12/01/2023      | 16/01/2023           | Gegenwart     | Abwesend      |
| Gekochte Schalen           | 4°C                           | 12/01/2023      | 16/01/2023           | Gegenwart     | Gegenwart     |
| Mittelgroße Holzspäne      | Raumtemperatur (20 bis 25°C). | 12/01/2023      | 16/01/2023           | Gegenwart     | Gegenwart     |
| Kleinformartige Holzspäne  | Raumtemperatur (20 bis 25°C). | 12/01/2023      | 16/01/2023           | Gegenwart     | Abwesend      |
| Gekochte Schalen           | Raumtemperatur (20 bis 25°C). | 12/01/2023      | 16/01/2023           | Gegenwart     | Gegenwart     |
| Getrocknete Bananenblätter | Raumtemperatur (20 bis 25°C). | 12/01/2023      | 16/01/2023           | Gegenwart     | Abwesend      |

## Ergebnis 2.2 Weitere Entwicklung von Kichawi Kill

Im Rahmen der Weiterentwicklung des Produkts Kichawi Kill wurden folgende Laboraktivitäten durchgeführt:

- **Durchführung von Feldversuchen zur Saatgutbeschichtung**, zur Bestimmung der Wirksamkeit unter Feldbedingungen.
- **Rekalibrierung der Saatgutbeschichtungstechnik** zur Verbesserung der Effizienz des Saatgutbeschichtungsprozesses für die Anwender.
- **Durchführung von Kompatibilitätstests verschiedener Saatgutsorten (Saatgut von Western Seed Company und Kenya Seed Company)**. Landwirte verwenden verschiedene Saatgutsorten, die mit unterschiedlichen Beizmitteln wie Thiram und Captan behandelt sind. Die Western Seed Company beizt sein Saatgut mit Thiram, das nicht mit *F.oxy* kompatibel ist.
- **Schutzmittel-Sondentests**. Schutzmittel sind Substanzen, die Schutz gegen Krankheitserreger bieten. Im landwirtschaftlichen Bereich werden sie eingesetzt, um Nutzpflanzen vor mikrobiellen Krankheitserregern zu schützen, indem sie deren Wachstum hemmen. Bei TCL wird ein Sondierungstest durchgeführt, um diese Schutzmittel auf den pflanzlichen Nutzpilz von TCL anzuwenden. Ziel ist es, das Wachstum des Pilzes zu hemmen und dadurch seine Haltbarkeit zu verlängern.

### Anhang Labortest 3.2.1 Durchführung von Feldversuchen zur Dosierung der Saatgutbeschichtung

#### Zielsetzung:

- Das Hauptziel der Feldversuche war die Bestimmung der korrekten Dosierung des Sporenpulvers, das auf das Saatgut (Sorten Duma 43 und Duma 419) aufgebracht werden sollte.
- Ein weiteres Ziel war die Überprüfung der Wirksamkeit unter Feldbedingungen.
- Als Kontrollfläche diente ein Feld mit herkömmlichen Anbaumethoden ohne den Einsatz von Kichawi Kill.
- Es wurde ein zufälliger vollständiger Blockaufbau verwendet (RCBD).
- Die Feldversuche wurden in drei Replikationen als Teil eines RCDB durchgeführt.

#### Verwendetes Verfahren zur Saatgutbeschichtung:

1. In einer Schüssel 16 g Kichawi Kill mit 120 ml Wasser mischen.
2. 2 kg Maissaatgut hinzufügen und alles gründlich mischen.
3. Die beschichteten Samen im Schatten ausbreiten und 60 Minuten trocknen lassen.
4. Die Samen sind anschließend bereit zur Aussaat.

#### Ergebnisse:

Gewicht, Ertrag und Anzahl der Spindeln wurden gemessen, wie in den untenstehenden Diagrammen dargestellt.

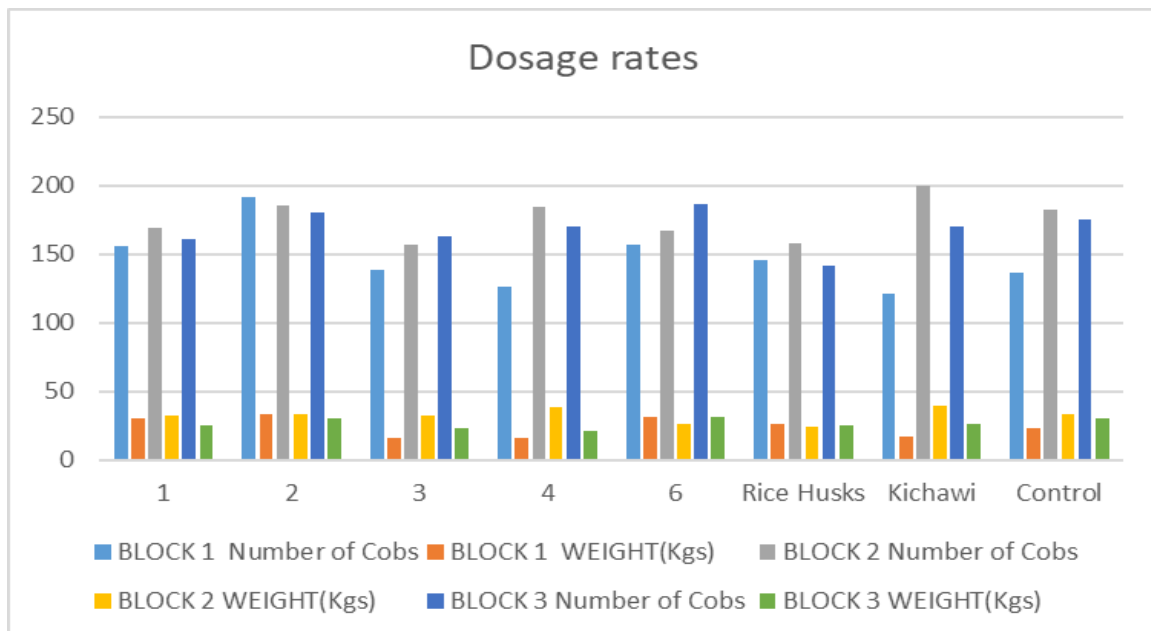


Abbildung 22: Ertragsdaten von verschiedenen Dosierungen bei der Maissorte Duma 43 (Busia County).

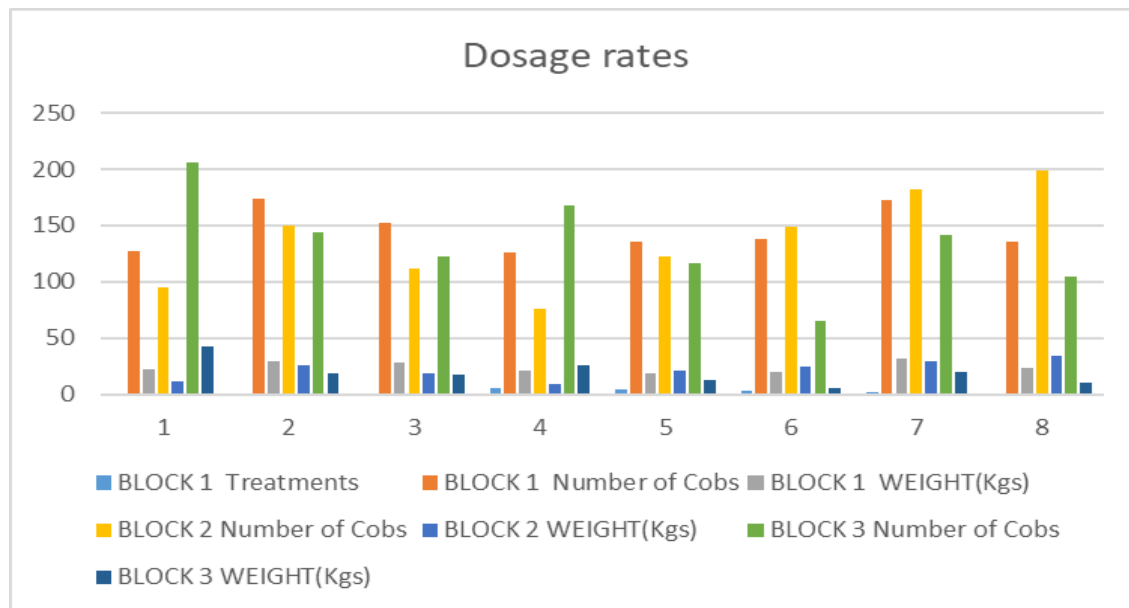


Abbildung 23: Ertragsdaten von verschiedenen Dosierungen bei der Maissorte Duma 419 (Bezirk Busia).

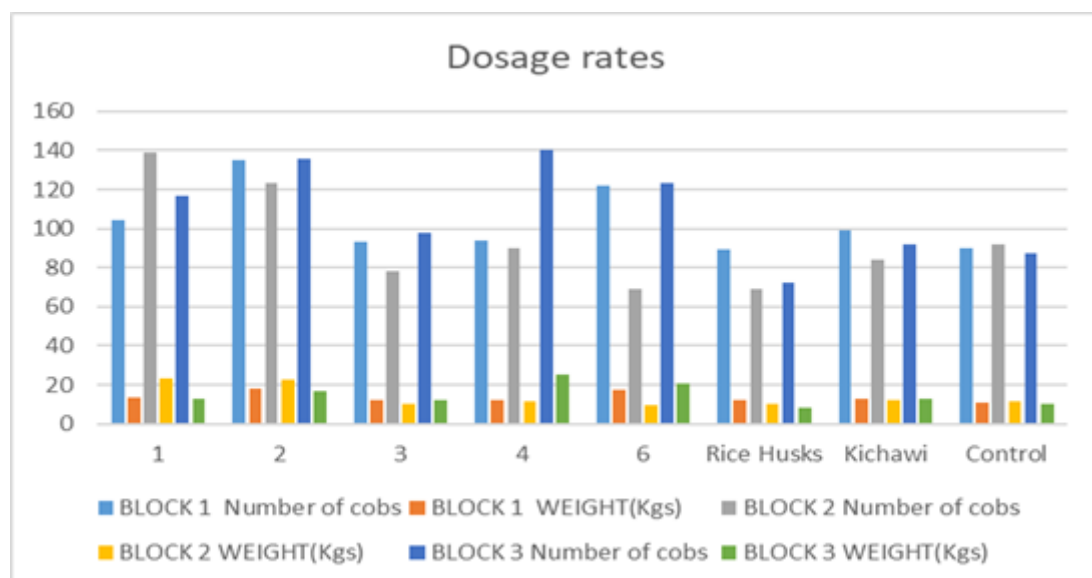


Abbildung 24: Ertragsdaten bei verschiedenen Dosierungsraten auf Duma 43 (Bezirk Siaya).



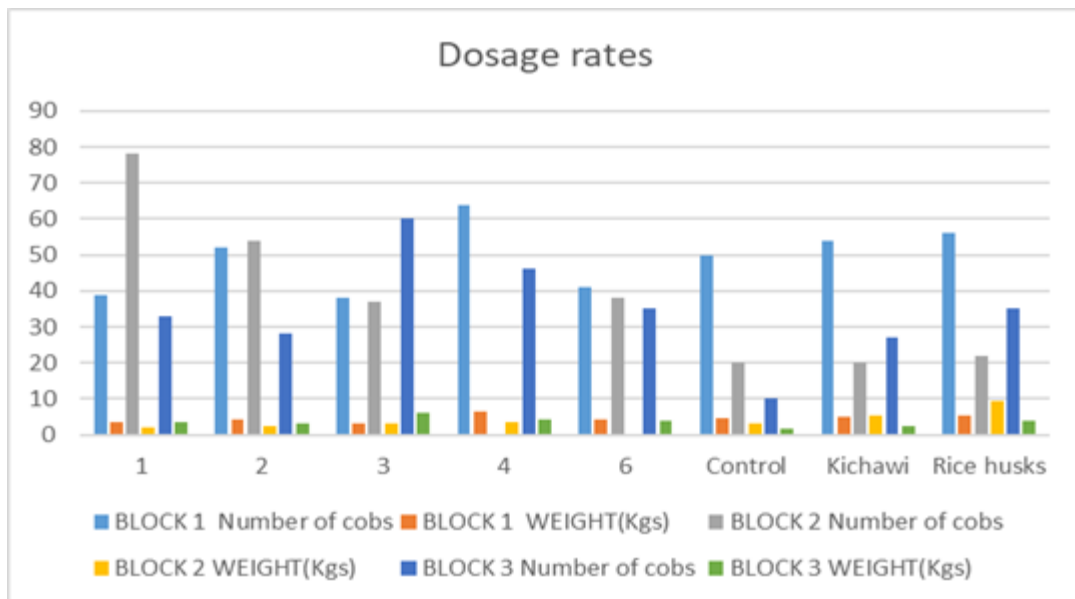


Abbildung 25: Ertragsdaten bei verschiedenen Dosierungen der Maissorte Duma 419 (Bezirk Siaya).

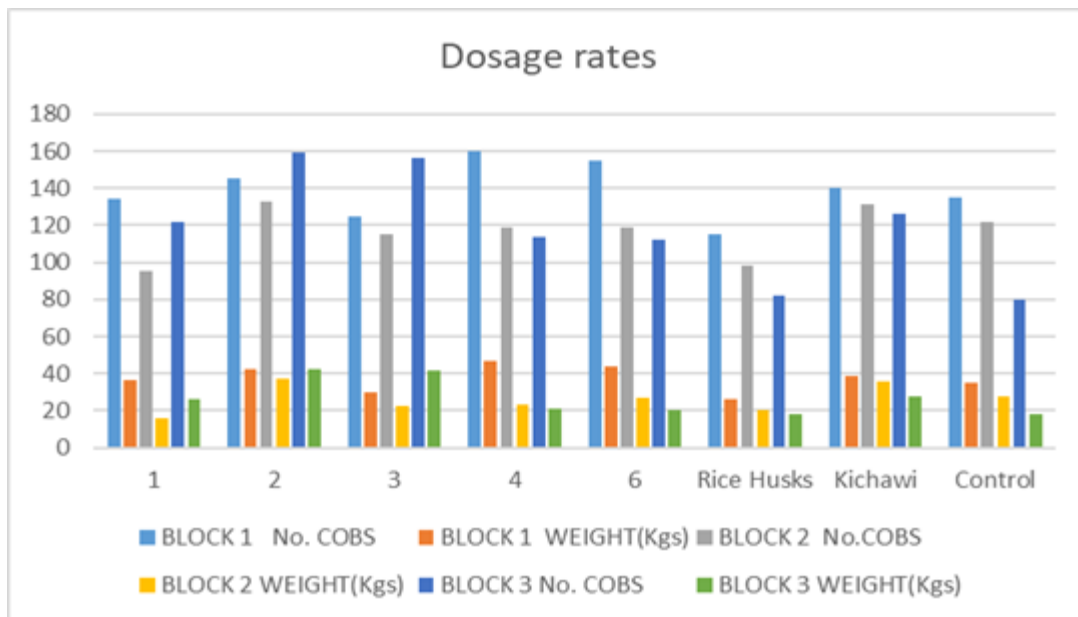


Abbildung 26: Ertragsdaten auf Duma 43 (Bezirk Homabay).

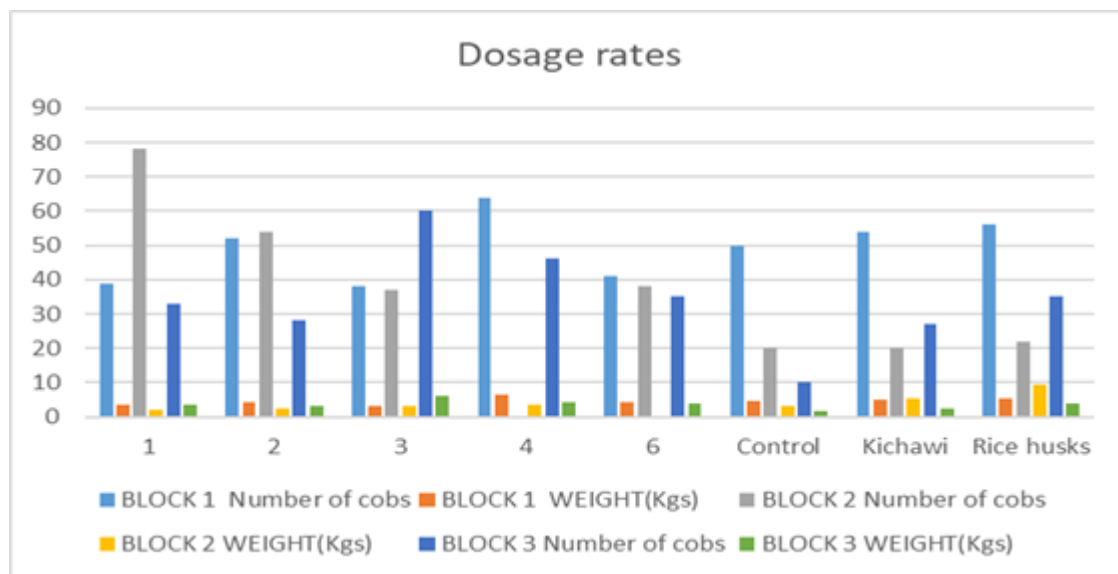


Abbildung 27: Ertragsdaten der Maissorte Duma 43 (Bezirk Homabay).

### Zusammenfassung:

Tabelle 5

| Bezirk Busia         |                               |                                       |               |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---------------|
| Duma 43 Mais-Saatgut |                               |                                       |               |
| Behandlung           | Summe der Gewichte, Kilogramm | $\bar{X}$ Gewicht (Mittleres Gewicht) | in %*         |
| 1 g                  | 87.50                         | 29.17                                 | 100.78        |
| <b>2 g</b>           | 96.40                         | 32.13                                 | <b>111.03</b> |
| 3 g                  | 71.84                         | 23.95                                 | 82.75         |
| 4 g                  | 75.44                         | 25.15                                 | 86.89         |
| 6 g                  | 88.24                         | 29.41                                 | 101.64        |
| KK (rh)              | 74.90                         | 24.97                                 | 86.27         |
| KK (Reis)            | 81.42                         | 27.14                                 | 93.78         |
| Kontrolle            | 86.82                         | 28.94                                 | 100.00        |

| Bezirk Busia          |                               |                                       |               |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---------------|
| Duma 419 Mais Saatgut |                               |                                       |               |
| Behandlung            | Summe der Gewichte, Kilogramm | $\bar{X}$ Gewicht (Mittleres Gewicht) | in %*         |
| 1 g                   | 69.88                         | 23.29                                 | 177.45        |
| <b>2 g</b>            | 86.68                         | 28.89                                 | <b>220.11</b> |
| 3 g                   | 62.04                         | 20.68                                 | 157.54        |
| 4 g                   | 58.74                         | 19.58                                 | 149.16        |
| 6 g                   | 72.70                         | 24.23                                 | 184.61        |
| KK (rh)               | 66.44                         | 22.15                                 | 168.72        |
| KK (Reis)             | 66.10                         | 22.03                                 | 167.85        |
| Kontrolle.            | 39.38                         | 13.13                                 | 100.00        |

| Bezirk Siaya         |                    |                   |       |
|----------------------|--------------------|-------------------|-------|
| Duma 43 Mais-Saatgut |                    |                   |       |
| Behandlung           | Summe der Gewichte | $\bar{X}$ Gewicht | in %* |

| Bezirk Siaya          |                    |                   |       |
|-----------------------|--------------------|-------------------|-------|
| Duma 419 Mais Saatgut |                    |                   |       |
| Behandlung            | Summe der Gewichte | $\bar{X}$ Gewicht | in %* |

|            | te,<br>Kilogramme | (Mittleres<br>Gewicht) |               |
|------------|-------------------|------------------------|---------------|
| 1 g        | 49.68             | 16.56                  | 161.25        |
| <b>2 g</b> | 57.76             | 19.25                  | <b>187.47</b> |
| 3 g        | 34.69             | 11.56                  | 112.59        |
| 4 g        | 48.86             | 16.29                  | 158.58        |
| 6 g        | 47.09             | 15.70                  | 152.84        |
| KK (rh)    | 32.46             | 10.82                  | 105.36        |
| KK (Reis)  | 37.62             | 12.54                  | 122.10        |
| Kontrolle. | 30.81             | 10.27                  | 100.00        |

|            | e,<br>Kilogramme | (Mittleres<br>Gewicht) |        |
|------------|------------------|------------------------|--------|
| 1 g        | 16.52            | 5.51                   | 156.44 |
| 2 g        | 12.61            | 4.20                   | 119.41 |
| 3 g        | 12.46            | 4.15                   | 117.99 |
| 4 g        | 10.83            | 3.61                   | 102.56 |
| 6 g        | 11.61            | 3.87                   | 109.94 |
| KK (rh)    | 12.31            | 4.10                   | 116.57 |
| KK (Reis)  | 9.89             | 3.30                   | 93.66  |
| Kontrolle. | 10.56            | 3.52                   | 100.00 |

\*:  $\bar{X}$  Gewicht der Behandlung geteilt durch  $\bar{X}$  Gewicht der Kontrolle

#### Schlussfolgerung:

Die Anwendung von 2 g Sporenpulver pro 1 kg Mais-Saatgut erzielte die besten Ergebnisse, gefolgt von einer Dosierung von 1 g pro 1 kg Saatgut. Basierend auf den oben dargestellten Daten wird eine Dosierung von 2 g Sporenpulver pro 1 kg Maissaatgut empfohlen.

### **Anhang Labortest 3.2.2 Rekalibrierung der Saatgutbeschichtungstechnik**

#### Zielsetzung:

- Verbesserung der Effizienz des Saatgutbeschichtungsprozesses für die Anwender.
- Das anfängliche Saatgutbeschichtungsverfahren zeigte den Nachteil, dass durch die Konzentration überschüssiges Wasser am Boden des Behälters verblieb, was zu einer verlängerten Trocknungszeit des beschichteten Saatguts vor der Aussaat führte.
- Dies birgt auch das Risiko, dass eine erhebliche Menge an Beizmittel abgewaschen wurde.

Ein Sondentest wurde durchgeführt, um die optimale Wassermenge zur Beschichtung der Samen zu ermitteln.

#### Protokoll:

1. Drei Portionen à 20 g Maissaatgut wurden gewogen und in einzelne Waagschalen gegeben.
2. Zur ersten Portion wurden 0,5 ml Wasser und 0,16 g Kichawi Kill gemischt, bevor 20 g Samen hinzugefügt wurden.
3. Zur zweiten Portion wurden 0,4 ml Wasser und 0,16 g Kichawi Kill gemischt, bevor 20 g Samen hinzugefügt wurden.
4. Zur dritten Portion wurden 0,3 ml Wasser und 0,16 g Kichawi Kill gemischt, bevor 20 g Samen hinzugefügt wurden.
5. Jede Portion wurde gründlich gemischt und zum Trocknen ausgebreitet.
6. Zur Bestimmung der Trocknungszeit jeder Probe wurde eine Zeitschaltuhr verwendet

### Ergebnisse:

*Tabelle 6: Testergebnisse für die Rekalibrierung der Wassermenge für die Saatgutbeschichtung.*

| 0.3ml Sonde                                    | 0.4ml Sonde                                                                                                     | 0.5ml Sonde                                                                          |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Saatgut war nicht gut befeuchtet               | Das Saatgut wurde gut angefeuchtet                                                                              | Das Saatgut wurde gut angefeuchtet                                                   |
| Das Wasser war gesättigt                       | Das Verhältnis von Wasser zu Pulver war gut ausgewogen                                                          | Das Wasser war sowohl auf den Samen als auch auf den Seiten des Glasbechers zu sehen |
| Auf dem Boden des Bechers war Pulver zu sehen. | Das Pulver haftete beim Mischen an den Samen und es wurden nur wenige Partikel am Boden des Bechers beobachtet. | Das Pulver haftet sowohl an den Samen als auch an den Seiten des Bechers             |
| Die Trocknungszeit betrug 10 Minuten.          | Die Trocknungszeit betrug 15 Minuten.                                                                           | Die Trocknungszeit betrug 18 Minuten.                                                |

### Schlussfolgerung:

Die Verwendung von 0,4 ml Wasser zeigte die höchste Stabilität. Dies entspricht 40 ml Wasser zur Beschichtung von 2 kg Saatgut mit 16 g Kichawi Kill. Die erforderliche Wassermenge für den Saatgutbeschichtungsprozess wurde angepasst.

*Tabelle 7: Neue Saatgutbeschichtungsmengen.*

| Packung Kichawi Kill (g) | Ursprüngliche Wassermenge (ml) | Neue Menge (ml) |
|--------------------------|--------------------------------|-----------------|
| 16                       | 120                            | 40              |
| 40                       | 300                            | 100             |
| 80                       | 600                            | 200             |

### Das neue Verfahren:

1. In einer Schüssel 80 g Kichawi Kill mit 200 ml Wasser mischen.
2. 10 kg Maissaatgut hinzufügen und alles gründlich mischen.
3. Die bestrichenen Samen im Schatten ausbreiten und 15 Minuten trocknen lassen.
4. Die Samen sind bereit zur Aussaat.

### **Anlage Labortest 3.2.3 Durchführung von Kompatibilitätstests von Saatgut der Western Seed Company und der Kenya Seed Company**

#### **Western Seed Company**

##### Zielsetzung:

Feststellung, ob die Beizmittel, die auf Saatgut der Western Seed Company angewendet werden, das Wachstum von *F.oxysporum* hemmen.

##### Protokoll:

- TCL erhielt 14 Proben der Sorte W101, die bereits mit verschiedenen Beizmitteln behandelt und beschichtet waren, von Western Seed Company.
- Für den Test wurde jede Probe auf eine PDA-Petrischale ausplattiert. Zehn Samen wurden pro Schale platziert und bei 28°C für sieben Tage inkubiert.

##### Ergebnisse:

Nach sieben Tagen wurden die folgenden Beobachtungen gemacht:

- Bei allen ausplattierten Proben wurde eine Keimrate von 100% festgestellt.
- Keine Kolonisierung durch *F.oxysporum*-Kolonisierung war bei den ausplattierten Proben zu beobachten.



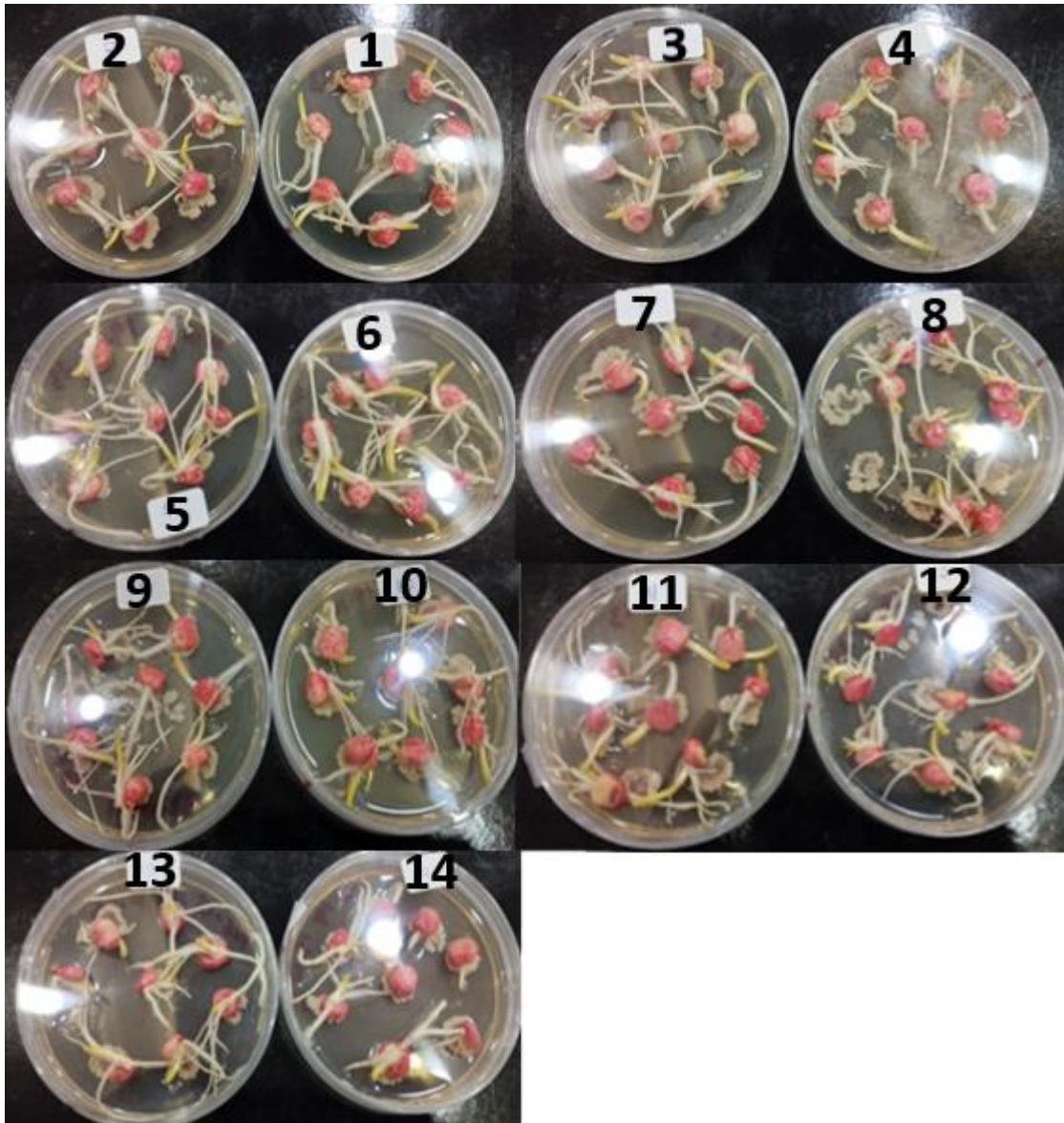


Abbildung 28: Probe 1-14 von Western Seed Company, behandelt und beschichtet mit *F.oxy*, zeigt keine Besiedlung.

#### Schlussfolgerung:

Es gibt weiterhin keine Kompatibilität zwischen dem von Western Seed Company verwendeten Saatgutbeizmittel und *F.oxy*.

#### **Kenia Seed Company**

##### Zielsetzung:

Das Ziel des Versuchs war festzustellen, ob die von der Kenya Seed Company verwendeten Beizmittel eine antimykotische Wirkung auf *F.oxy* aufweisen. Für diesen Test wurden die Sorten D614 und H513 verwendet.

##### Protokoll:

Für jede Sorte:

1. 50 g Saatgut abwiegen.
2. 0,4 g Kichawi Kill Pulver mit 1 ml Wasser mischen.
3. Die 50 g Saatgut in die flüssige Mischung geben.
4. Die beschichteten Samen 15 Minuten trocknen lassen.
5. 10 Samen auf einer PDA-Petrischale ausplattieren.
6. Bei 25 °C für vier Tage inkubieren und auf das Keimen von *F.oxy* sowie auf die Keimung der Samen prüfen.

#### Ergebnisse:

- Sorte D614: 10 von 10 Samen keimten, *F.oxy*-Besiedlung betrug 100 %.
- Sorte H513: 8 von 10 Samen keimten, *F.oxy*-Besiedlung betrug 100 %.

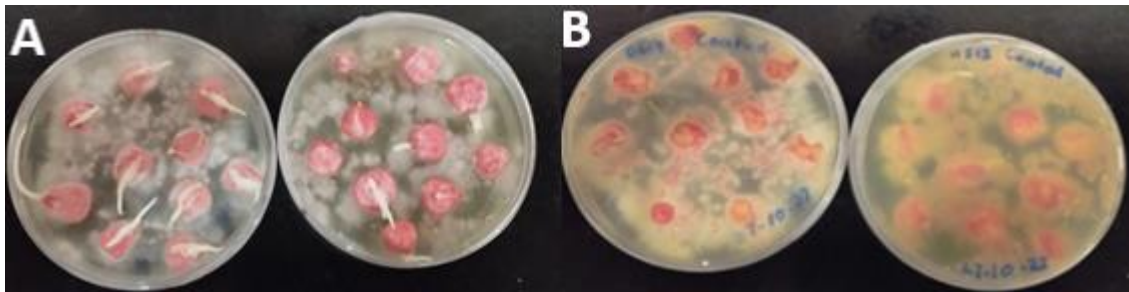


Abbildung 29: Saatgut von Kenya Seed Company mit (A) *F.oxy*-Besiedlung und (B) Keimung.

#### Schlussfolgerung:

Die Ergebnisse zeigen, dass das Beizmittel auf den Saatgutsorten D614 und H513 der Kenya Seed Company mit *F.oxy* kompatibel ist.

### **Anhang Labortest 3.2.4 Schutzmittelsondentests**

Schutzmittel sind Substanzen, die vor pathogenen Erregern schützen sollen. Im landwirtschaftlichen Bereich werden sie eingesetzt, um Nutzpflanzen vor mikrobiellen Pathogenen zu schützen, indem sie deren Wachstum hemmen. Bei TCL wird ein Test durchgeführt, um diese Schutzmittel auf den Pflanzen-Nutzpilz anzuwenden, um sein Wachstum zu hemmen und seine Haltbarkeit zu verlängern. Dieser Versuch wurde im November 2023 eingeleitet und ist für eine Laufzeit von zwölf bis 15 Monaten angesetzt.

#### Zielsetzung:

Das Ziel dieses Versuchs ist zu ermitteln, ob bestimmte Schutzmittel die Haltbarkeit von *F.oxy* verlängern können. Im Test wurden folgende Schutzmittel verwendet: Kaolinerde, Magermilchpulver (SMP), Carboxymethylcellulose (CMC) und Puderzucker (IS). Außerdem wurde Maiskolbenpulver (MC) getestet.

#### Protokoll:

1. Jedes dieser Schutzmittel wurde mit einer konzentrierten *F.oxy*-Suspension vermischt, bevor der Inhalt in Holzpulver überführt wurde.

- Die folgende Tabelle zeigt die Mischungsverhältnisse.

*Tabelle 8: Anteile der Schutzmittel an F.oxy.*

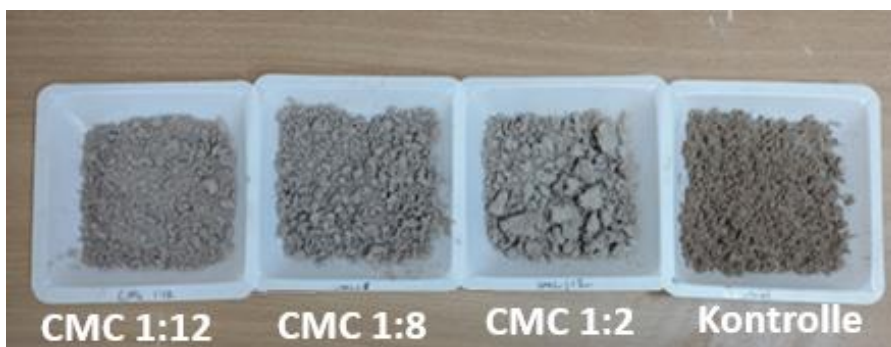
| SMP: F.oxy | Kaolin: F.oxy | CMC: F.oxy | IIS: F.oxy |
|------------|---------------|------------|------------|
| 1:1        | 1:1           | 1:1        | 1:1        |
| 1:2        | 1:2           | 1:8        | 1:2        |
| 1:4        | 1:3           | 1:12       | 1:3        |

- Nach Abschluss des Mischens wurde jede Probe in einen separaten Wägebehälter gegeben und für sechs Tage im Reinraum getrocknet.
- Anschließend wurden für jede Probe eine Feuchtigkeitsanalyse und ein KBE-Test in doppelter Ausführung durchgeführt. Eine Kontrollprobe sowie Maiskolbenpulver (MC) wurden ebenfalls getestet.

Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen dargestellt:

*Tabelle 9: Ergebnisse der Analyse des Feuchtegehalts (22/11/2023).*

| Behandlung | Feuchtigkeitsgehalt |  | Behandlung | Feuchtigkeitsgehalt |
|------------|---------------------|--|------------|---------------------|
| MC-Pulver  | 10.27%              |  | IS 1:1     | 17.27%              |
| Kaolin 1:1 | 6.89%               |  | IS 1:2     | 14.78%              |
| Kaolin 1:2 | 9.72%               |  | IS 1:3     | 13.81%              |
| Kaolin 1:3 | 10.69%              |  | SMP 1:1    | —                   |
| CMC 1:12   | 12.61%              |  | SMP 1:2    | 9.3%                |
| CMC 1:2    | 14.57%              |  | SMP 1:4    | 8.9%                |
| CMC 1:8    | 14.09%              |  | Kontrolle  | 10.29%              |



*Abbildung 30: Aussehen der CMC-Proben im Vergleich zur Kontrolle an Tag 1.*

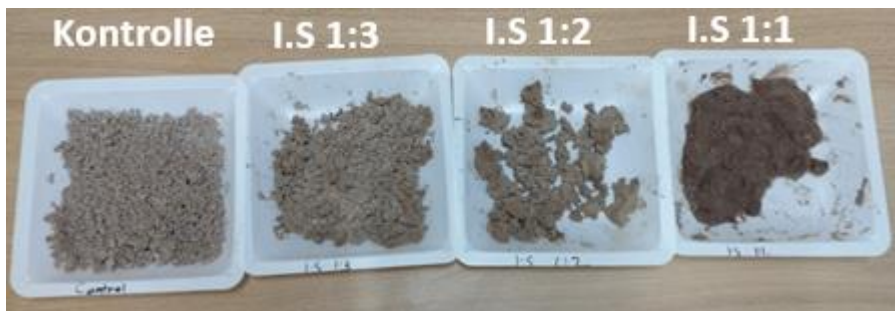


Abbildung 31: Aussehen der IS-Proben im Vergleich zur Kontrolle an Tag 1.



Abbildung 32: Aussehen der Kaolin-Proben im Vergleich zur Kontrolle an Tag 1.

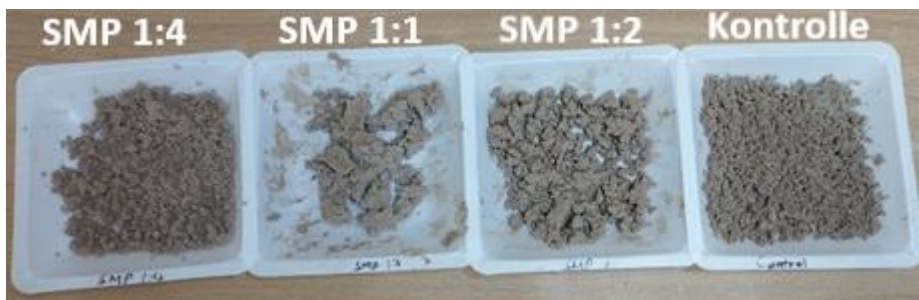


Abbildung 33: Aussehen der SMP-Proben im Vergleich zur Kontrolle an Tag 1.

Das Pulver erschien sichtbar trocken, sogar im Vergleich zur Kontrollprobe. Einige Proben waren nach der Trocknungsdauer so kompakt, dass sie schwer zu trennen waren.

### KBE-Zähltest

#### Protokoll:

Dieses Protokoll wurde für alle Proben verwendet

1. 0,1 g Sporenpulver (Holzpulver, das bereits mit *F.ox*y beimpft ist) abwiegen.
2. Dieses Pulver in 500 ml steriles Wasser auflösen und mindestens zwei Minuten homogenisieren.
3. Während des Homogenisierens 10 ml der Mischung entnehmen und in ein weiteres Becherglas mit 200 ml sterilem Wasser geben. Diese Mischung mindestens zwei Minuten homogenisieren.



4. 0,1 ml der Lösung entnehmen und auf eine PDA-Petrischale ausplattieren.
5. Bei 25 °C für 48 Stunden inkubieren und anschließend eine manuelle KBE-Zählung durchführen.

Hinweis: 50 KBE pro 0,1 ml entsprechen  $5,0 \cdot 10^7$  KBE pro Gramm Sporenpulver.

*Tabelle 10: Ergebnisse der KBE-Zählung der Schutzmittelsonde.*

| Behandlung | KBE-Zahl in 0,1 ml | KBE-Zahl pro Gramm | Behandlung        | KBE-Zahl in 0,1 ml | KBE-Zahl pro Gramm |
|------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| IS 1:1     | 0                  | 0                  | SMP 1:1           | 118                | $1.18 \cdot 10^8$  |
| IS 1:1     | 2                  | $2 \cdot 10^7$     | SMP 1:1           | 123                | $1.23 \cdot 10^8$  |
| IS 1:2     | 103                | $1.03 \cdot 10^8$  | SMP 1:2           | 272                | $2.72 \cdot 10^8$  |
| IS 1:2     | 111                | $1.11 \cdot 10^8$  | SMP 1:2           | 267                | $2.67 \cdot 10^8$  |
| IS 1:3     | 73                 | $7.3 \cdot 10^7$   | SMP 1:4           | 251                | $2.51 \cdot 10^8$  |
| IS 1:3     | 83                 | $8.3 \cdot 10^7$   | SMP 1:4           | 272                | $2.72 \cdot 10^8$  |
| CMC 1:2    | 43                 | $4.3 \cdot 10^7$   | Kontrolle         | 166                | $1.66 \cdot 10^8$  |
| CMC 1:2    | 47                 | $4.7 \cdot 10^7$   | Kontrolle         | 150                | $1.5 \cdot 10^8$   |
| CMC 1:8    | 70                 | $7.0 \cdot 10^7$   | Maiskolben-Pulver | 175                | $1.75 \cdot 10^8$  |
| CMC 1:8    | 81                 | $8.1 \cdot 10^7$   | Maiskolben-Pulver | 145                | $1.45 \cdot 10^8$  |
| CMC 1:12   | 48                 | $4.8 \cdot 10^7$   | Kaolin 1:1        | 56                 | $5.6 \cdot 10^7$   |
| CMC 1:12   | 51                 | $5.1 \cdot 10^7$   | Kaolin 1:1        | 52                 | $5.2 \cdot 10^7$   |
|            |                    |                    | Kaolin 1:2        | 60                 | $6.0 \cdot 10^7$   |
|            |                    |                    | Kaolin 1:2        | 58                 | $5.8 \cdot 10^7$   |
|            |                    |                    | Kaolin 1:3        | 29                 | $2.9 \cdot 10^7$   |
|            |                    |                    | Kaolin 1:3        | 18                 | $1.8 \cdot 10^7$   |

Schlussfolgerung:

Der Vergleich zur Kontrolle zeigte die folgenden Ergebnisse:

Der Probetest, der Magermilchpulver (SMP) enthielt, zeigte Zahlen, die nahe an denen der Kontrollprobe lagen. Die Annahme hierfür ist:

- SMP ist gut kompatibel, da es die Pilzsporen umschließt und das zelluläre Gleichgewicht (Homöostase) aufrechterhält.
- Aufgrund seines Nährwerts fördert SMP die Vermehrung des Pilzes, was zu einer höheren Anzahl koloniebildender Einheiten (KBE) bei den Mischungsverhältnissen 1:2 und 1:4 führte.
- Das Verhältnis 1:1 enthielt die höchste SMP-Konzentration unter den drei getesteten Varianten. Dies könnte erklären, warum die KBE-Zahl niedriger war als bei der Kontrolle: Das SMP entzog den Pilzzellen Wasser, um die Homöostase zu bewahren, was teilweise zum Absterben der Zellen führte.

Die CMC-Sonde zeigte eine reduzierte Anzahl an KBE. Mögliche Annahmen hierfür sind:

- Die CMC-Konzentration war immer noch zu hoch und entzog *F.ox*y T14 Wasser, wodurch und die Pilzzellen abstarben.

Ähnliches gilt für die Tests mit Puderzucker (IS):

- Beide sind von Natur aus Zucker und entzogen den Zellen Wasser.

Beim Test mit Kaolinerde ergab sich folgende Annahme

- Reduzierte KBE, was darauf hinweist, dass Kaolinerde Wasser aus den Pilzzellen absorbierte, was teilweise zum Absterben führte.

Zusammenfassend zeigen die getesteten Schutzmittel Kaolinerde, Magermilchpulver (SMP), Carboxymethylcellulose (CMC) und Puderzucker (IS) die Fähigkeit, das Wachstum von *F.ox*y bis zum Zeitpunkt der Saatgutbeschichtung zu hemmen. Der Sondentest wird weiterhin monatlich durchgeführt, um zu prüfen, ob der Pilz noch lebensfähig ist und in welcher Menge. Dies wird helfen, die Haltbarkeit unter verschiedenen Bedingungen zu bestimmen. Die unterschiedlichen Verhältnisse werden zeigen, welche Dosierung der Schutzmittel optimal ist.

### **Anhang Labortest 3.2.5 Studien zur Haltbarkeit von Kichawi Killauf beschichtetem Saatgut**

#### Untersuchung der Wirksamkeit von Carnaubawachs zur Erhaltung von *F.ox*y auf beschichteten Maissaaten

Ziel dieser Studie ist es, die Haltbarkeit von *F.ox*y auf *Maissaatgut* zu bestimmen, wenn Carnaubawachs zur Konservierung verwendet wird.

Carnaubawachs wurde auf zwei verschiedene Arten verwendet:

Versuch 1: Die Samen wurden zunächst nach dem Standardverfahren beschichtet und anschließend mit Carnaubawachs in der Menge des zur Beschichtung verwendeten Wassers überzogen.

Versuch 2: Carnaubawachs wurde mit *F.ox*y in derselben Menge des zur Beschichtung der Samen verwendete Wasser angereichert und dann auf die Samen aufgetragen.

In diesem Versuch wurde kein Puderzucker verwendet.

#### Vorbereitung des Carnaubawachses:

1. Carnaubapulver im Verhältnis 1:12 mit Weißöl mischen.
2. Die Mischung in einem Wasserbad bei maximal 80°C erhitzen.



3. Vor der Anwendung abkühlen lassen, bis die Mischung flüssig ist.

*Tabelle 11*

| Name      | Saatgut (g) | <i>F.ox</i> y (g) | Zucker (g) | Carnaubawachs (ml) | Wasser (ml) |
|-----------|-------------|-------------------|------------|--------------------|-------------|
| Sonde 1   | 100         | 0.2               | 0.6        | 2                  | 2           |
| Sonde 2   | 100         | 0.2               |            | 2                  |             |
| Kontrolle | 100         | 0.2               | 0.6        |                    | 2           |

Ein wöchentlicher KBE-Zähltest wird durchgeführt.

Protokoll zur KBE-Zählung:

1. 5 g Saatgut jeder Quelle werden in separate 500-ml-Bechergläser gegeben.
2. Zu jedem Becherglas werden 100 ml Wasser hinzugefügt.
3. Die Bechergläser werden für fünf Minuten bei 100 U/min auf einem Laborschüttler geschüttelt.
4. Die Samen werden anschließend aus jeder Portion mithilfe eines Siebs abgetrennt.
5. Aus jeder Portion wird die Mischung mithilfe eines Homogenisators für zwei Minuten gründlich homogenisiert, dann werden 0,1 ml entnommen und auf einer Petrischale ausgestrichen.
6. Die Proben werden bei 25°C inkubiert, und die Ergebnisse werden nach 48 Stunden erfasst.

Ergebnisse:

*Tabelle 12: KBE-Zahl nach einer Woche Inkubation bei Raumtemperatur.*

| Name             | KBE-Zahl in 0,1 ml | KBE-Zahl in 1 kg Saatgut |
|------------------|--------------------|--------------------------|
| Kontrolle        | 58                 | $1.16 \cdot 10^7$        |
| Carnauba-Probe 1 | 51                 | $1.02 \cdot 10^7$        |
| Carnauba-Sonde 2 | 47                 | $9.4 \cdot 10^6$         |

Der KBE-Zähltest wird wöchentlich durchgeführt, um eine präzise Analyse und Trendbeobachtung zu ermöglichen.

**Anhang Labortest 3.2.6 Protokoll zur Herstellung von Kichawi Kill**

Mit einer sterilen Impföse werden Reinkulturen von *F.ox*y, die im Labor gelagert sind, auf einem festen Nährmedium (PDA) in Petrischalen beimpft und für das Wachstum bei 25-28 °C sieben Tage

lang inkubiert. Nach vollständigem Wachstum, erkennbar an den charakteristischen Pilzkolonien, werden quadratische Stücke in flüssiges Nährmedium (PDB) in konischen Kolben überführt, um eine reichliche Sporenproduktion von *F.oxysporum* zu ermöglichen. Diese Inkubation erfolgt bei Temperaturen zwischen 25 und 28 °C, wobei ein Orbitalschüttler für sieben Tage verwendet wird.

Das flüssige Inokulum wird gefiltert, um überschüssige Flüssigkeit zu entfernen, wobei das Pilzmaterial in der flüssigen Phase verbleibt. Das zurückbehaltene Inokulum wird in steriles Holzpulver eingearbeitet und gründlich gemischt, sodass das gesamte Holzpulver mit dem Inokulum beschichtet wird. Das geimpfte Holzpulver wird gleichmäßig in Instrumentenschalen bis zu einer Dicke von 5 cm ausgebreitet und in einem Reinraum bei 25-28 °C getrocknet, bis ein Feuchtigkeitsgehalt von  $\leq 10\%$  erreicht ist.

Das getrocknete, mit *Fusarium* beimpfte Holzpulver wird gesiebt, um ein feines Pulver zu erhalten. Die Pilzkonzentration im Pulver wird durch Zählung der koloniebildenden Einheiten (KBE) bestimmt. Das Pulver wird entsprechend der anfänglichen Pilzkonzentration verdünnt, um eine Endkonzentration von  $1,0 \times 10^7$  KBE/g des Endprodukts zu erreichen. Abschließend wird das Pulver mit einem Bindemittel (feinem Zucker) gemischt und für den Vertrieb verpackt.