

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES

Institute of Crop Science
Section of Crop Physiology of Specialty Crops
University of Hohenheim

Supervisor: **Prof. Dr. Jens Norbert Wünsche**

Innovative propagation techniques in banana and plantain

Dissertation

submitted in fulfillment of the regulations to acquire the degree "Doktor der
Agrarwissenschaften"

(Dr.sc.agr. in Agricultural Sciences)

to the

Faculty of Agricultural Sciences

presented by

John Opata

Born in Accra, Ghana

2020

7. Summary

Despite the significant role of banana and plantain (*Musa* spp.) in the livelihood of millions of people mostly in developing countries and in particular Sub-Saharan Africa, cultivation of these important crops is impeded by numerous challenges. Against this backdrop, research attempts were made to improve shoot proliferation in banana and plantain by employing innovative macropropagation techniques. Banana and plantain suckers were harvested in the greenhouses of the University of Hohenheim, Stuttgart, Germany and research fields of the Crops Research Institute, Ghana. These were subjected to *Plants Issus de Fragments de tige technique* (PIF), which is a mechanical preparation technique. It involves paring, thus cutting off the roots of the corms with a sharp sterilized knife. Thereafter, the leaf sheaths of the corms were carefully removed, consequently exposing latent axillary buds and the apical shoot meristem. Some of the corms had the exposed meristem destroyed with crosswise incision while others had the meristem left intact. Various hormonal treatments with the synthetic plant hormone 6-benzylaminopurine (0, 2.25 and 225.25 mg L⁻¹ BAP) and natural plant hormones derived from coconut water were used. Fresh and autoclaved coconut water and other additives such as papain and root growth biostimulant from seaweed were employed in various combination to treat banana and plantain corms by either soaking or vacuum infiltration. The treated corms were planted in germination beds filled with growth substrates inside growth chambers. Evaluation of solution uptake from the two application methods and subsequently effects on number and growth characteristics of lateral shoots from the treated corms were carried out. Field evaluation of growth and yield of acclimatized plantlets from the PIF technique and hormonally derived plantlets were also undertaken. The hormonal solution application method

demonstrated a higher solution uptake with the method of infiltration which was about 33% more compared to the method of soaking. Results revealed an earlier shoot emergence in corms which had the apical meristem destroyed with crosswise incision, demonstrating the breakdown of apical dominance. Nonetheless, this did not contribute to significantly higher shoot numbers when compared to corms with intact apical meristem. BAP treated corms had triggered greater number of strong shoots with comparatively higher number of roots than untreated controls, however, the effect was independent of the concentration applied. The study further revealed the importance of natural growth hormones particularly the application of autoclaved coconut water as an alternative to the expensive plant growth hormone, 6-benzylaminopurine. There was a marked effect of autoclaved coconut water, resulting in earlier shoot development characterized with higher root numbers compared to corms subjected to 6-benzylaminopurine and the PIF technique, respectively. Moreover, the addition of the proteolytic enzyme papain and the root growth biostimulant seaweed extract to coconut water did not influence the growth performance of the treated corms. Vegetative growth performance, specifically pseudostem length of the main crop, was significantly influenced by the treatment at 6 and 9 months of growth in the field. BAP and seaweed extract recorded the highest numbers of suckers. Uniformity of acclimatized plantlets with well-developed roots and active leaves at the nursery stage might have contributed immensely for the uniform vegetative growth. Treating the corms with BAP and seaweed significantly influenced the bunch weight of the main crop resulting in a bunch weight of about 11 kg. However, there was no significant difference among treatments regarding bunch weight of the first sucker crop with each treatment recording a bunch weight of 11 kg.

8. Zusammenfassung

Trotz der wichtigen Rolle von Bananen und Kochbananen (*Musa* spp.) als Lebensgrundlage für Millionen von Menschen in Entwicklungsländern, insbesondere in Subsahara-Afrika, ist der Anbau dieser Kulturen von verschiedensten Problemen geprägt. Vor diesem Hintergrund wurden Forschungsanstrengungen unternommen um durch den Einsatz innovativer Makrovermehrungstechniken die Schösslingsvermehrung in Bananen und Kochbananen zu verbessern. Schösslinge von Bananen und Kochbananen wurden in den Gewächshäusern der Universität Hohenheim, Stuttgart und auf den Versuchsfeldern des Crops Research Institute, Ghana gesammelt. Die Schösslinge wurden mit der Methode *Plants Issus de Fragment de tige technique* (PIF) vorbereitet. Bei dieser mechanischen Behandlung werden zunächst die Wurzeln des Rhizoms mit einem scharfen, sterilisierten Messer abgeschnitten. Dann werden vorsichtig die Blattscheiden der Rhizome entfernt um die latenten Seitenknospen und das apikale Sprossmeristem freizulegen. Bei einem Teil der Rhizome wurde das freigelegte Meristem mit einem Kreuzschnitt zerstört. Anschließend wurden verschiedene Hormonbehandlungen mit dem synthetischen Pflanzenhormon 6-Benzylaminopurin (0, 2.25 und 225.25 mg L⁻¹ BAP) und mit natürlichen Pflanzenhormonen aus Kokosnusswasser angewendet. Die Rhizome der Bananen und Kochbananen wurden durch Einlegen oder Vakuumfiltrierung mit frischem und autoklavierten Kokosnusswasser und weiteren Additiven wie Papain und einem Wurzelstimulanz aus Seegrass behandelt. Die behandelten Rhizome wurden in Klimakammern in Pflanzsubstrat eingebracht. Im Anschluss wurde die verschiedene Aufnahme der Lösungen durch die zwei Anwendungsmethoden gemessen und der Einfluss auf Anzahl und Wachstum der lateralen Sprosse der behandelten Rhizome evaluiert. Außerdem wurde das Wachstum und der Ertrag der akklimatisierten Pflanzen aus der PIF Methode

und aus der hormonbasierten Behandlung getestet. Das Infiltrieren mit der Hormonlösung erzielte eine etwa 33% höhere Aufnahme im Vergleich zum Einlegen in die Lösung. Ergebnisse zeigen außerdem, dass die apikale Dormanz bei den eingeschnittenen Rhizomen erfolgreich gebrochen wurde da bei diesen Rhizomen die Sprosse früher austrieben. Allerdings wurde die Anzahl der Sprosse im Vergleich zu den nicht-eingeschnittenen Rhizomen nicht erhöht. Rhizome, welche mit BAP behandelt wurden, brachten mehr Sprosse mit einer stärkeren Bewurzelung hervor als die unbehandelten Kontrollen; allerdings war dieser Effekt unabhängig von der Konzentration der Lösungen. Die Studie bestärkte außerdem die Rolle natürlicher Wachstumshormone; insbesondere stellte sich autoklaviertes Kokosnusswasser als Alternative zu dem teuren Wachstumshormon 6-Benzylaminopurin heraus. Rhizome, die mit autoklaviertem Kokosnusswasser behandelt wurden, zeigten ein früheres Sprosswachstum mit einer größeren Wurzelanzahl als Rhizome, die mit 6-Benzylaminopurin oder der PIF Methode behandelt wurden. Die Beigabe des proteolytischen Enzyms Papain und dem Wurzelstimulanz aus Seegrass Extrakt zum Kokosnusswasser beeinflusste das Wachstumsverhalten der behandelten Rhizome nicht. Das vegetative Wachstumsverhalten, insbesondere die Länge des Scheinstammes der Hauptpflanze, wurde durch die Behandlung nach 6 und 9 Monaten im Feld signifikant beeinflusst. Die Behandlungen mit BAP und Seegrass Extrakt erzielten die höchste Anzahl an Schösslingen. Die Homogenität der akklimatisierten Pflanzen mit gut entwickelten Wurzeln und Blättern bereits im Jungstadium förderte wahrscheinlich das gleichförmige vegetative Wachstum. Die Behandlungen der Rhizome mit BAP und Seegrass Extrakt beeinflussten das Gewicht der Fruchtstände der Hauptpflanze signifikant und brachten Fruchtstandgewichte von 11 kg hervor. Das Fruchtstandgewicht der Folgetriebe wurde von den Behandlungen nicht signifikant beeinflusst und betrug ebenfalls 11 kg.