สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัย

พืชทดแทนพลังงานไบโอดีเซล :/ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตของสบู่ดำ

Potential to supply biodiesel crops : Factors effect on growth and yield of *Jatropha curcas* Linn

รศ. ดร. ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์
ประภัสสร โพธิ์ฐิติรัตน์

RC14
SB
401
.P49
W524W
เลขหมู่ 120324
เลขทะเบียน
วัน, เดือน, ปี 15 ก.ย. 2555
b.12322992
i.

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ พืชทดแทนพลังงานไบโอดีเซล : ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตของสบู่ดำ

Potential to supply biodiesel crops :

Factors effect on growth and yield of *Jatropha curcas* Linn

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อรวบรวม คัดเลือก และเปรียบเทียบผลผลิตพันธุ์สบู่ดำที่เหมาะสมในพื้นที่เขตลาดกระบัง เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของฮอร์โมนที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และเพื่อศึกษาปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสบู่ดำ

จากผลของการทดลองเปรียบเทียบพันธุ์สบู่ดำพบว่าสายพันธุ์ ส.มก. ให้ผลิตมากที่สุด25.66 กก.ต่อไร่ รองลงมาเป็นสายพันธุ์ ชัยนาท ยโสธร พันธ์ศูนย์วิจัยพืชไร่นครราชสีมา วัดพยัคฆาราม 2 วัดพยัคฆาราม 1และร้อยเอ็ด ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 24.66, 24.33, 23.66, 23.33, 22.33 และ 22.00 กก.ต่อไร่ ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทดสอบฮอร์โมนเร่งรากในอัตราส่วนที่เหมาะสม จากการทดสอบฮอร์โมน IBA ที่ระดับ 0, 2000, 4000 และ 6000 ppm กับสบู่ดำสายพันธุ์ ส.มก. วัดพยัคฆาราม1 และ วัดพยัคฆาราม2 พบว่า สบู่ดำสายพันธุ์ ส.มก.และ วัดพยัคฆาราม2มีจำนวนราก เฉลี่ย 4.92 ราก จำนวนเท่ากัน ส่วนพันธุ์วัดพยัคฆาราม2 มีจำนวน 4.58 ราก ส่วนปริมาณฮอร์โมนที่ใช้พบว่า ปริมาณฮอร์โมน IBA ที่ระดับ 6000 ppm มีจำนวนรากมากที่สุดเฉลี่ย 5.33 ราก รองลงมาเป็นปริมาณฮอร์โมน 4000, 2000 และ 0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ย 5.22, 4.56 และ 4.11 ราก ตามลำดับ จากการทดสอบค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสม จากกการทดสอบปุ๋ยสูตร 15-15-15 กับสบู่ดำพันธุ์พยัคฆาราม 2 พบว่าการใส่ปุ๋ยที่ระดับ 60 กก./ไร่ สบู่ดำให้ผลผลิตมากที่สุด 25.33 กก./ไร่ รองลงมาเป็นการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 40, 20 และ 0 กก./ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 24.66, 22.33 และ 22.00 กก./ไร่ จากการทดสอบค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

สบู่ดำ เป็นพืชน้ำมันชนิดหนึ่ง น้ำมันที่ได้จากเมล็ดสบู่ดำ สามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลที่เกษตรกรใช้อยู่ได้ โดยไม่ต้องใช้น้ำมันชนิดอื่นผสมอีก ใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรค ใช้ปลูกเป็นแนวรั้วเพื่อป้องกันสัตว์เลี้ยงเข้าทำลายผลผลิต เนื่องจากมีสารพิษ Hydrocyanic มีกลิ่นเหม็นเขียว สบู่ดำจึงเป็นพืชที่น่าให้ความสนใจเป็นอย่างยิ่งในสภาวะที่ราคาน้ำมันดีเซลมีราคาสูงอย่างในปัจจุบัน สบู่ดำมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Jatropha Curcas* Linn. อยู่ในวงศ์ไม้ยางพารา ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของทวีปอเมริกาใต้ ชาวโปรตุเกสนำเข้ามาปลูกในประเทศไทย ในช่วงปลายสมัยกรุงศรีอยุธยา เพื่อนำมาบีบน้ำมันสำหรับทำสบู่ ปัจจุบันสบู่ดำมีปลูกอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย มีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น ภาคเหนือเรียกว่ามะหุ่งฮั้ว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่ามะเยาหรือสีหลอด

แต่งานวิจัยเกี่ยวกับสบู่ดำค่อนข้างน้อยประกอบกับเกษตรกรไม่นิยมปลูกพืชชนิดนี้ เนื่องจากผลผลิตค่อนข้างต่ำกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น แต่สบู่ดำเป็นพืชที่ทนความแห้งแล้งได้ดี ประกอบกับความต้องการน้ำมันนับวันจะเพิ่มมากขึ้นในอนาคต การวิจัยเกี่ยวกับสบู่ดำจึงมีความสำคัญมาก ซึ่งคณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยครั้งนี้จะสามารถใช้เป็นแนวทางในการวิจัยสบู่ดำในอนาคต

คณะผู้วิจัย
รศ. ดร. ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์
ประภัสสร โพธิ์ฐิติรัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
คำนำ	(2)
สารบัญ	(3)
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	4
กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	11
วิธีการดำเนินการวิจัย	12
ผลของการวิจัย	14
สรุปผลการทดลอง	18
ข้อเสนอแนะ	19
เอกสารอ้างอิง	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในแต่ละปีประเทศไทยมีความจำเป็นต้องนำเข้าพลังงานในรูปของน้ำมันปิโตรเลียม คิดเป็นมูลค่าหลายแสนล้านบาท น้ำมันที่ถูกนำเข้ามาจะถูกนำมาใช้ในการดำเนินชีวิตและการประกอบกิจการต่าง ๆ ทั้งในภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรม ภาคการคมนาคม และการขนส่งภายในประเทศ ในช่วงเวลา 30 ปีที่ผ่านมา ราคาของน้ำมันปิโตรเลียมที่นำเข้ามีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ประเทศไทยต้องเสียดุลในการนำเข้าน้ำมันในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก ซึ่งในสมัยก่อนได้เกิดภาวะวิกฤติน้ำมันขาดแคลน ซึ่งในช่วงนั้นรัฐบาลได้มีนโยบายอย่างเป็นรูปธรรมให้ประชาชนมีการประหยัด โดยการปิดไฟ และใช้พลังงานให้น้อยลง ในช่วงเวลานั้นการผลิตน้ำมันและการขนส่งน้ำมันปิโตรเลียมในโลกมีปัญหา จึงเท่ากับว่าไม่สามารถหาซื้อน้ำมันได้ ทั้ง ๆ ที่มีเงินตราที่จะซื้อก็ตาม แต่มาถึงในยุคปัจจุบันนี้ได้เกิดภาวะวิกฤติพลังงานขึ้นมาอีกครั้งหนึ่งซึ่งเป็นปัญหามากที่สุดเท่าที่เคยปรากฏนั้นคือ กลุ่ม OPEC ได้มีการขึ้นราคาน้ำมันอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจึงเท่ากับว่าน้ำมันยังมีการผลิตในปริมาณที่เพียงพออยู่แต่ขายในราคาแพงขึ้น ปัญหาที่เกิดขึ้นก็คือหากต้องการน้ำมันปิโตรเลียมเพื่อนำเข้าในปริมาณเท่าเดิม ก็จะต้องเสียเงินตราเพิ่มขึ้น การซื้อน้ำมันในราคาที่แพงขึ้นนี้จะทำให้มีผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจของชาติ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการดำเนินชีวิต การผลิตในภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม ภาคคมนาคม และขนส่ง จึงต้องทำให้คนไทยทั้งชาติต้องหันกลับมาคิดถึงเรื่องของการกลับมาแก้ปัญหาพลังงานอย่างจริงจัง วิธีการที่ได้ปฏิบัติกันก็คือรัฐบาลได้มีนโยบาลที่มีการประหยัดพลังงานอย่างเป็นรูปธรรม และค้นหาพัฒนาพลังงานทดแทนขึ้น แหล่งของพลังงานทดแทนที่สำคัญที่มีศักยภาพที่สุดในตอนนี้ก็คือ "พลังงานจากพืช" ซึ่งผลิตโดยเกษตรกรไทย พืชที่สามารถนำมาให้เป็นพลังงานทดแทนในรูปของน้ำมันไบโอดีเซลมีหลายชนิด ซึ่งสบู่ดำจัดเป็นพืชที่กำลังได้รับความสนใจจากภาครัฐและเอกชน รวมทั้งเกษตรกรอย่างมาก ในความเป็นจริงแล้วสบู่ดำมิใช่เป็นพืชใหม่ของประเทศไทย โดยสบู่ดำได้ถูกนำมาปลูกในประเทศไทยตั้งแต่ปลายสมัยกรุงศรีอยุธยาด้วยซ้ำไป แต่สบู่ดำเป็นพืชที่ถูกละทิ้งมาช้านาน โดยที่ทั้งภาครัฐและเกษตรกรไม่ได้ให้ความสนใจเลย ส่วนใหญ่ที่ได้ปลูกกันอยู่ก็เพื่อปลูกเป็นรั้วและสบู่ดำได้เป็นแค่เรื่องเคยเล่าในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยได้มีการใช้ภูมิปัญญาไทยนำเมล็ดของสบู่ดำมาสกัดน้ำมันเพื่อจุดไฟให้แสงสว่างเท่านั้น เมื่อสงครามสิ้นสุดลง เรื่องของสบู่ดำก็เป็นแค่ตำนาน ไม่ได้มีการปลูกกันเป็นล่ำเป็นสันตั้งแต่บัดนั้นเป็นต้นมา การใช้น้ำมันจากสบู่ดำจึงยังเป็นเรื่องที่ไม่ได้ถูกนำมาคิด หรือพัฒนากันเลย ทั้งนี้ก็เพราะว่าน้ำมันปิโตรเลียมนำเข้าไม่ได้เป็นวิกฤติทั้งชาวไทยและชาวโลกต้องคำนึงถึงการนำน้ำมันจากสบู่ดำเพื่อให้เป็นพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดแทนได้ถูกหยิบยกขึ้นมาในช่วงนี้อย่างจริงจัง โดยมีทั้งเกษตรกรและผู้ประกอบการจำนวนมากให้ความสนใจ และพร้อมที่จะทำกิจการเกี่ยวกับสบู่ดำและน้ำมันสบู่ดำ แต่ปัญหาก็คือ องค์ความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับสบู่ดำในประเทศไทยยังนับได้ว่ายังมีอยู่น้อยมาก

การใช้น้ำมันจากสบู่ดำเพื่อทำไบโอดีเซลนั้นหากทำได้จะเป็นวิธีการที่สามารถช่วยชาติทั้งทางด้านเศรษฐกิจและความมั่นคง และที่สำคัญก็คือจะเป็นการช่วยเกษตรกรไทยอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ยังเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซล จะสามารถทำให้มลภาวะในอากาศลดลง การปลูกสบู่ดำโดยเกษตรกรไทยยังมีโอกาสที่จะได้รับผลประโยชน์ นอกเหนือจากการนำผลผลิตมาทำน้ำมันไบโอดีเซลแล้ว ยังมีประโยชน์ในการที่จะนำเอากากของสบู่ดำภายหลังจากการสกัดน้ำมันแล้วมาใช้เป็นอาหารสัตว์ หรือทำปุ๋ย และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ อีกมากมายความจำเป็นเร่งด่วนที่สุดที่ต้องทำเกี่ยวกับเรื่องของสบู่ดำเพื่อชาติไทยนั้นก็คือ ความรู้ในการเพาะปลูก การปฏิบัติ การบำรุงรักษา การเก็บเกี่ยว และการแปรรูป รวมทั้งกระบวนการสกัดน้ำมันเพื่อทำน้ำมันไบโอดีเซล มีรายละเอียดมากมาย ซึ่งถึงแม้ว่าดูเผิน ๆ แล้วสบู่ดำเป็นพืชที่ปลูกง่าย ขึ้นได้ในทุกสภาพ แต่ถ้าจะทำการปลูกในเชิงเศรษฐกิจที่ให้ผลตอบแทนในเชิงพาณิชย์อย่างคุ้มค่า จำเป็นจะต้องมีการปฏิบัติอย่างถูกต้อง โดยอาจมีความจำเป็นต้องให้เทคโนโลยีมาปฏิบัติ การปลูกแลผลิตสบู่ดำเพื่อเข้าสู่กระบวนการทำพลังงานทดแทนในรูปของน้ำมันไบโอดีเซลนั้น ถ้าจะให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าและยั่งยืนจำเป็นจะต้องใช้หลักวิชาการอย่างถูกต้อง ดังนั้นคณะผู้วิจัยทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบและการเพิ่มผลผลิตให้กับสบู่ดำ เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพให้กับสบู่ดำพืชพลังงานทดแทนในอนาคตของไทย

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อรวบรวม คัดเลือก และเปรียบเทียบผลผลิตพันธุ์สบู่ดำที่เหมาะสมในพื้นที่เขตลาดกระบัง
2. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของฮอร์โมนที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ
3. เพื่อศึกษาปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสบู่ดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ สายพันธุ์ที่เหมาะสม ชนิดและปริมาณของฮอร์โมนที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสบู่ดำโดยทำการทดลองในแปลงภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

สบู่ดำ (Physic nut) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Jatropha curcas* Linn. เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ไม้ยางพารา Euphorbiaceae เช่นเดียวกับสบู่แดง ปัตตาเวีย ฝิ่นต้นหรือมะละกอฝรั่ง หนุมานนั่งแท่น โป๊ยเซียน มันสำปะหลัง มะยม มะขามป้อม ผักหวานบ้าน ฯลฯ ซึ่งมีความหลากหลายกันค่อนข้างมากในลักษณะต้น ใบ ช่อดอก ผล และเมล็ด สบู่ดำเป็นพืชพื้นเมืองของอเมริกาใต้

สบู่ดำ เป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลาง สูงประมาณ 2-7 เมตร ลำต้นมีลักษณะเกลี้ยงเกลา ใบเรียบมี 4 แฉก คล้ายใบละหุ่ง แต่มีหยักตื้นกว่าใบที่เจริญเติบโตเต็มที่ มีขนาดเท่าฝ่ามือ ลำต้น ใบ ผล และเมล็ด มีสาร hydrocyanic สังเกตได้เมื่อหักลำต้น ส่วนยอดหรือส่วนก้านใบจะมียางสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนมไหลออกมา มีกลิ่นเหม็นเขียว ต้นสบู่ดำออกดอกเป็นช่อกระจุกที่ข้อส่วนปลายของยอด ขนาดดอกเล็กสีเหลืองมีกลิ่นหอมอ่อนๆ มีดอกตัวผู้จำนวนมากและดอกตัวเมียจำนวนน้อยอยู่บนต้นเดียวกัน เมื่อติดผลแล้วมีสีเขียวอ่อนเกลี้ยงเกลาเป็นช่อพวงมีหลายผล เวลาสุกแก่จัดมีสีเหลืองคล้ายลูกจัน รูปผลมีลักษณะทรงกลมขนาดปานกลาง เปลือกหนาปานกลาง มีปลูกทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ผลหนึ่งส่วนมากมี 3 พู โดยแต่ละพูทำหน้าที่ห่อหุ้มเมล็ดไว้ เมล็ดสีดำขนาดเล็กกว่าเมล็ดละหุ่งพันธุ์ลายขาวดำเล็กน้อย สีตรงปลายเมล็ดมีจุดสีขาวเล็กๆ ติดอยู่ เมื่อเก็บไว้นานจุดนี้จะหดตัวเหี่ยวแห้งลง ขนาดของเมล็ดเฉลี่ยความยาว 1.7-1.9 เซนติเมตร หนา 0.8-0.9 เซนติเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ด ประมาณ 69.8 กรัม เมื่อแกะเปลือกนอกสีดำออกจะเห็นเนื้อในสีขาว

สบู่ดำ เป็นชื่อเรียกในภาคกลาง ภาคเหนือเรียกว่า มะหุ่งฮั้ว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า มะเยา หรือ สีหลอด ภาคใต้เรียก มะหงเทศ เมล็ดสบู่ดำมีสารพิษเรียกว่า CURCIN หากบริโภคแล้ว ทำให้เกิดอาการท้องเดินเหมือนสลอด กากสบู่ดำยังมีธาตุอาหารใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ ในชนบทยังใช้สบู่ดำเป็นยาสมุนไพรกลางบ้านโดยใช้ยางจากก้านใบป้ายรักษาโรคปากนกกระจอก ห้ามเลือดและแก้ปวดฟัน รวมทั้งผสมน้ำนมมารดากวาดป้ายลิ้นเด็กที่มีฝ้าขาวหรือคอเป็นตุ่ม และใช้ส่วนของลำต้นมาตัดเป็นท่อนๆ ต้มให้เด็กกินแก้โรคซางหรือตาลขโมย

การปรับปรุงพันธุ์สบู่ดำในประเทศไทย

การปรับปรุงพันธุ์สบู่ดำช่วงปี 2525 – 2534 การปรับปรุงพันธุ์เริ่มจากการรวบรวมพันธุ์จากทุกภาคของประเทศในปี 2525 เป็นการรวบรวมกิ่งสบู่ดำจากภาคเหนือ 13 จังหวัด (ยกเว้นจังหวัดพิจิตร และจังหวัดอุตรดิตถ์ ไม่พบสบู่ดำ) ได้มา 19 ตัวอย่าง แต่ไม่พบรายงานการประเมินผลผลิตของพันธุ์ที่รวบรวมมา ต่อมาในปี 2527 ได้มีการรวบรวมพันธุ์สบู่ดำจากภาคใต้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาประเมินผลผลิตจำนวน 11 พันธุ์ (10 พันธุ์มาจากภาคใต้ 1 พันธุ์มาจากมาเลเซีย) และใช้พันธุ์พื้นเมืองร้อยเอ็ดเป็นพันธุ์ตรวจสอบดำเนินการที่สถานีทดลองพืชไร่ร้อยเอ็ด (ปัจจุบันคือศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิต ร้อยเอ็ด) ปลูกเมื่อเมษายน 2547 ผลผลิตเมล็ดจากปีแรกที่อายุ 9 เดือนพันธุ์จาก อำเภอละงู จังหวัดสตูล ให้ผลผลิตดีที่สุด 102 กิโลกรัมต่อไร่ การประเมินผลผลิตของพันธุ์สบู่ดำอีกการทดลองหนึ่งได้จากพันธุ์ที่เก็บรวบรวมในปี 2528 จากภาคเหนือ 5 จังหวัด และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 17 จังหวัด จำนวน 24 พันธุ์ นำมาศึกษาเบื้องต้นและคัดเลือกนำเข้าประเมินผลผลิตจำนวน 9 พันธุ์ ที่สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดขอนแก่นในปี 2530 – 2532 สบู่ดำให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำพันธุ์จากจังหวัดบุรีรัมย์ให้ผลผลิตสูงสุดรวม 3 ปี ได้ 126 กิโลกรัมต่อไร่

การเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ เนื่องจากสบู่ดำที่สำรวจพบในประเทศไทยมีความแปรปรวนทาง พันธุกรรมต่ำจึงมีความพยายามในการสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมเพื่อเพิ่มผลผลิตสบู่ดำ โดยนำเมล็ดพันธุ์สบู่ดำจากจังหวัดมุกดาหาร ไปฉายรังสีแกมม่าที่อัตรา 0, 2, 4, 6, 10 และ 20kr ปลูกทดลองที่สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดขอนแก่นในปี 2528 พบว่าที่อัตรา 2 kr ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอก 50% เทียบกับความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ฉายรังสี ผลของการคัดเลือกดำเนินมาจนถึงชั่วที่ M4 ได้พันธุ์กลาย 8 สายพันธุ์ นำมาประเมินผลในปี 2533 พบว่าในผลผลิตในปีแรก 12 – 16 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ตรวจสอบซึ่งได้ 10 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากนี้ไม่พบรายงานการปรับปรุงพันธุ์สบู่ดำอีก

การขยายพันธุ์

การขยายพันธุ์ การใช้เมล็ด ควรเก็บฝักที่มีสีเหลืองแก่แกมสีน้ำตาล สามารถเพาะในถุงเพาะหรือกระบะทรายอายุประมาณ 2 เดือน จึงนำไปปลูก ต้นที่ได้จากการเพาะเมล็ดจะให้ผลผลิตได้ประมาณ 8-10 เดือนหลังปลูก การใช้ท่อนพันธุ์ควรใช้ท่อนพันธุ์สีน้ำตาลปนเขียวยาว 45-50 เซนติเมตร จะเริ่มมีดอกและให้ผลผลิตระยะ 6-8 เดือนหลังปลูก

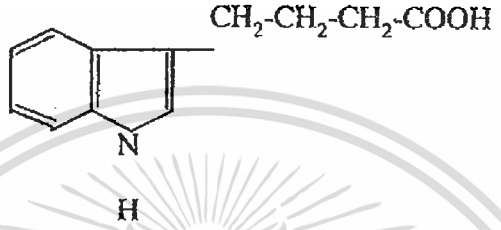
การใช้สารเร่งรากในกิ่งปักชำ

ออกซิน (Auxins) เป็นอินทรีย์สารที่พืชสามารถสร้างขึ้นได้เอง มีคุณสมบัติเป็นสารเร่งการเจริญเติบโต กระตุ้นการขยายขนาดเซลล์ การยืดตัวของเซลล์ กระตุ้นการเกิดราก การเจริญเติบโตในส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยเฉพาะกิ่งปักชำ ออกซินจะเร่งให้เกิดการแบ่งเซลล์และการแปรสภาพของเนื้อเยื่อพาเลนไคมา(parenchyma) ที่อยู่ทางด้านนอกของโพลเอม(phloem) กลุ่มเซลล์พวกนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า Adventitious root primordia ปัจจุบันมีสารสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติคล้ายออกซินมีหลายชนิดที่นิยมใช้ในการเร่งการงอกรากของกิ่งปักชำ (ประสิทธิ์ ชุติชูเดช. 2536 :45 – 49)

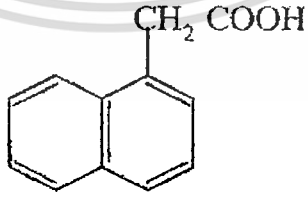
1. **ฮอร์โมนเร่งราก** IBA ฮอร์โมนเร่งราก IBA (Indolebutyric acid) เป็นออกซินสังคราะห์ที่เหมาะสมต่อการเร่งการงอกรากของพืชทั้งกิ่งตอนและกิ่งปักชำ มีสูตรโครงสร้างทางเคมีดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของฮอร์โมน IBA (Salisbury and Ross, 1992 : 361)

IBA เมื่ออยู่ในรูปของสารบริสุทธิ์จะเป็นผลึกสีขาว ละลายได้อีในแอลกอฮอล์ แต่ไม่ละลายน้ำ เมื่ออยู่ในรูปของสารละลายจะสลายตัวได้เร็วมาก ดังนั้นสารที่ผลิตขึ้นเป็นการค้าจึงอยู่ในรูปของผง (Dust) IBA มีค่าความเป็นพิษ LD_{50} 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จึงจัดเป็นสารที่เป็นพิษระดับปานกลาง ปัจจุบันมีการผลิตออกจำหน่ายภายใต้ชื่อการค้าต่าง เช่น เซราดิกซ์ (Seradix) รูท-โกร (Root-gro) ฯลฯ

2. **ฮอร์โมนเร่งราก** NAA สาร NAA (Naphthalene acetic acid) เป็นออกซินที่มีคุณสมบัติเร่งการงอก กระตุ้นการเจริญเติบโตของของพืช ป้องกันการร่วงของผลไม้ เปลี่ยนเพศของเงาะ ใช้ทารอยแผลหลังตัดแต่งกิ่ง มีสูตรโครงสร้างทางเคมีดังนี้



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของฮอร์โมน NAA (Salisbury and Ross, 1992 : 361)

NAA เมื่ออยู่ในรูปของสารบริสุทธิ์จะเป็นผลึกสีขาว ละลายได้อีในแอลกอฮอล์ แต่ไม่ละลายน้ำ) IBA มีค่าความเป็นพิษ LD_{50} 1,000 – 5,900 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จึงจัดเป็นสารที่เป็นพิษน้อย ปัจจุบันมีการผลิตออกจำหน่ายภายใต้ชื่อการค้าต่าง ได้แก่ ไลอะโนฟิกซ์(Lianofix) โกร-พลัส (Gro-Plus) แพนเทอร์ (Panter) ฮันนี่(Honey) ลิควินอกซ์-สตาร์ท(Liquitnox-Strat) ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีใช้สารเร่งการงอกรากในกิ่งปักชำทำได้หลายวิธี แต่ที่นิยมใช้มี 3 วิธี(ปิยะ เฉลิมกลิ่น, 2533)

1. การจุ่มยก (Quick dip method) วิธีนี้ใช้สารที่มีความเข้มข้นสูงประมาณ 500 – 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือมากกว่า
2. การแช่กิ่งในสาร(Prolonged soaking method)ใช้สารความเข้มข้นประมาณ 200 – 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าเป็นกิ่งแก่ หรือไม้เนื้อแข็งจะเพิ่มความเข้มข้นประมาณ 5 เท่า
3. การใช้สารในรูปผงฝุ่น (Powder method) วิธีนี้ใช้สารความเข้มข้นประมาณ 200 – 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าเป็นกิ่งแก่ หรือไม้เนื้อแข็งจะเพิ่มความเข้มข้นประมาณ 5 เท่า

สบู่ดำใช้ทำไบโอดีเซล

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์ (2005) เมื่อเก็บเมล็ดสบู่ดำจากไร่มาแล้วก็สามารถทำการหีบหรือสกัดน้ำมันออกมาได้เลย การหีบนี้ก็ใช้วิธีการอัดด้วยแรงอัด น้ำมันก็จะไหลออกมาโดยที่น้ำมันจะมีสีเป็นสีขาวขุ่น ในทางวิศวกรรมนั้นเขาทดสอบวิเคราะห์แล้วบอกว่า น้ำมันจากบู่ดำมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลที่ขายตามปั๊มน้ำมันทั่วไป แต่จะมีก็แต่มีความหนืดมากกว่า เรื่องการนำน้ำมันพืชมาใส่รถยนต์นั้นความจริงแล้วไม่ใช่เรื่องใหม่ คือในสมัยก่อนมี ด๊อกเตอร์ชาวเยอรมันผู้หนึ่ง ที่มีชื่อว่า Rudolf Diesel เขาเป็นนักค้นคิด เขาคิดเครื่องยนต์ขึ้นมาชนิดหนึ่ง(เป็นคนแรกของโลก)เมื่อปี 2433 เครื่องยนต์ที่เขาคิดนั้นเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้ "น้ำมันจากพืช" เติมลงไป โดยที่น้ำมัน(พืช)ถูกฉีดผ่านเข้าเครื่องฉีด และจุดระเบิดด้วยความร้อนที่เกิดจากการอัดตัวสูงในกระบอกสูบเครื่องยนต์ก็เลยถูกตั้งชื่อตามชื่อของเขานั่นคือ "เครื่องยนต์ดีเซล" พอเขานำเครื่องยนต์ดีเซลแสดงแก่ชาวโลกก็เลยฮือฮากันใหญ่ แต่น่าเสียดายที่ระยะต่อมาโลกเรามีพัฒนาการการเจาะน้ำมัน(ใต้ผิวโลก)มาใช้และมีกระบวนการกลั่นเป็นดีเซลขึ้น เครื่องยนต์ที่ ดร. Rudolf Diesel ค้นคิดก็เลยถูกพัฒนาเป็นแบบใช้น้ำมันดีเซลมาตลอด

องค์ประกอบของเมล็ดสบู่ดำ

กระทรวงพลังงาน (2006) รายงานว่า ระหว่างปี ค.ศ. 1981 – 1984 มีการนำเมล็ดของสบู่ดำจากเมืองต่าง ๆ ในแถบแหลม Verde ในอเมริกาใต้ไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบ พบว่าเมล็ดในของสบู่ดำมี ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และเส้นใยในปริมาณที่แตกต่างกันตามแหล่งที่เก็บตัวอย่างดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้น	3.8 – 7.8	%
เถ้า	3.8 – 6.4	%
โปรตีน	20.2 – 28.4	%
ไขมัน	46.7 – 59.8	%
เส้นใย	0.9 – 4.2	%

ในส่วนของไขมัน มีกรดไขมันที่สำคัญ 4 ชนิด คือ ปาล์มมิติค สเตียริค โอเลอิค และไลโนเลอิค เช่นเดียวกับปาล์มน้ำมัน โดยกรดปาล์มมิติค และสเตียริคมีน้อยเพียง 15.38% และ 6.24% ตามลำดับ ส่วนโอเลอิค และไลโนเลอิค มีค่อนข้างสูงคือ 40.23% และ 36.32% ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณกรดไขมันดังกล่าวอาจแตกต่างกันบ้างเล็กน้อยขึ้นอยู่กับแหล่งที่ปลูก

ในเอกสารเรื่อง "Jatropha curcas L." ข้อมูลโดย James A. Duke ในคู่มือพืชพลังงาน (Handbook of Energy Crops) เผยแพร่เมื่อปี ค.ศ. 1983 ระบุองค์ประกอบทางเคมีของสบู่ดำไว้ว่าเมล็ด 100 กรัม ประกอบด้วย

น้ำ	6.6	กรัม
โปรตีน	18.2	กรัม
ไขมัน	38.0	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	33.5	กรัม
เส้นใย	15.5	กรัม
เถ้า	4.5	กรัม

เนื้อในเมล็ด ประกอบด้วยสารต่าง ๆ คือ ซัลคาโรส (Sucharose) แรฟีโนส (raffinose) สตาคีโอส (stachyose) กลูโคส (glucose) ฟรุคโตส (fructose) กาแลคโตส (galactose) โปรตีน และน้ำมัน ซึ่งในน้ำมันนั้นประกอบด้วยกรด ไลโนเลอิค และโอเลอิค ในปริมาณสูง รวมทั้งกรดปาล์มมิติคและสเตียริค ซึ่งแหล่งข้อมูลทั้งหมดที่กล่าวมานั้นจะเห็นได้ว่ามีความสอดคล้องกันทางด้านองค์ประกอบของเมล็ด

ปริมาณพลังงาน

Gaydou et al. (1982) ได้ทำการเปรียบศักยภาพพืชทดแทนพลังงาน ผลจากการเปรียบเทียบพืชพลังงานแต่ละชนิดพบว่าปาล์มน้ำมันมาเป็นอันดับแรกรองลงมาเป็นสบู่ดำ แต่ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการความชื้นสูงและควรอยู่ในรัศมี 50 กิโลเมตร จากโรงงานจึงจะคุ้มกับค่าขนส่ง อย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยเห็นว่าสบู่ดำเป็นพืชที่เกษตรกรสามารถปลูกเป็นพืชหัวไร่ปลายนาจึงจัดเป็นพืชพลังงานที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรในแถบภาคกลาง ดังแสดงในตารางที่ 1

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบผลผลิต การผลิตน้ำมัน และพลังงานที่ได้จากพืชพลังงานชนิดต่าง ๆ

ชนิดของพืช	Crop production MT/ha	Fuel production /ha	Energetic equivalent kwh/ha
ปาล์มน้ำมัน	18–20	3,600–4,000	33,900–37,700
สบู่ดำ	6–8	2,100–2,800	19,800–26,400
อ้อย	35	2,450	16,000
ละหุ่ง	3–5	1,200–2,000	11,300–18,900
มันสำปะหลัง	6	1,020	6,600

ดินและปุ๋ยสำหรับสบู่ดำ

ความสำคัญของดิน เมื่อพิจารณาจากปัจจัยทางบวกที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชให้ละเอียดจะพบว่ามีเพียงแสงอาทิตย์เท่านั้นที่ไม่มีในดิน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศนั้นส่วนหนึ่งก็มาจากการหายใจของรากพืช จุลินทรีย์ดิน และสัตว์ต่าง ๆ ในดิน ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางบวกซึ่งเป็นหน้าที่โดยตรงของดิน แต่มิได้กล่าวในตอนแรกคือ การเป็นวัสดุปลูกที่ธรรมชาติสร้างขึ้นมาโดยเฉพาะ เพราะดินเป็นวัสดุพรุน ซึ่งจะมีช่องว่างทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ทำให้ต้นไม้หยั่งรากลงไปหาน้ำ และธาตุอาหารพืชที่ละลายอยู่ในน้ำหรือในรูปของไอออนที่เกาะอยู่กับสารคอลลอยด์ดิน แล้วทำหน้าที่พยุงค้ำยันให้ลำต้นพืชตั้งตรงเพื่อว่าใบพืชจะได้มีโอกาสได้รับแสงอาทิตย์ได้เต็มที่เพื่อให้มีโอกาสทำหน้าที่ในขบวนการสังเคราะห์แสงได้อย่างเต็มที่ ที่ดินเป็นวัสดุพรุนในธรรมชาติเพราะดินเกิดจากส่วนผสมของวัตถุต้นกำเนิดซึ่งมาจากหินและแร่ที่มีขนาด 2 มิลลิเมตรหรือเล็กกว่าโดยตรง (ดินบนภูเขา) หรือโดยอ้อม เช่น ดินตะกอนน้ำพา (aluvium) ซึ่งเคยเป็นดินบนของแหล่งต้นน้ำลำธารที่เกิดการชะล้างพังทลายแล้วถูกน้ำพัดพามาตกตะกอนเกิดเป็นดินขึ้นใหม่เมื่อมีการผสมคลุกเคล้ากับอินทรียวัตถุที่เน่าเปื่อยผุพังโดยขบวนการธรรมชาติทำให้เกิดช่องว่างขนาดเล็กและขนาดใหญ่ผันแปรไปตามเนื้อดิน (soil texture) ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ดินเหนียว (clayey soils) เมื่อมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว (clay, อนุภาคขนาดเล็กกว่า 0.002 มิลลิเมตร หรือ 2 ไมครอน) 40% ขึ้นไป ดินร่วน (loamy soils) ซึ่งอาจมีอนุภาคดินเหนียว 0-39% มีอนุภาคทรายแป้ง (silt, อนุภาคขนาด 0.02-0.002 มิลลิเมตร) 0-100% และดินทราย (sandy soils) ซึ่งจะมีอนุภาคทราย (sand, อนุภาคขนาด 2-0.02 มิลลิเมตร มากกกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

70% มีอนุภาคดินเหนียวไม่เกิน 15% และอนุภาคทรายแป้งไม่เกิน 30%) เนื่องจากน้ำและอากาศเป็นของไหล ดังนั้น น้ำและอากาศจะแทรกซึมลงไปในช่องว่างขนาดใหญ่ในดิน (infiltration สำหรับน้ำ) อย่างรวดเร็วด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก (gravitational force) ในกรณีของน้ำ และด้วยแรงแพร่ (diffusion force) ของแก๊สออกซิเจนจากบรรยากาศซึ่งมีความเข้มข้นสูงกว่าในดิน แล้วน้ำจะแทรกซึมเข้าไปอยู่ในช่องว่างขนาดเล็กแล้วถูกช่องว่างขนาดเล็กนี้ดูดซับไว้ด้วยแรงแคปปิลลารี (capillary force) ซึ่งเป็นแรงที่มากกว่าแรงโน้มถ่วงของโลก ดังนั้น องค์ประกอบของดินในเขตร้อนชื้นอย่างบ้านเราจึงมี 4 ส่วน คือ อนินทรียสาร อินทรียสาร น้ำ และอากาศ

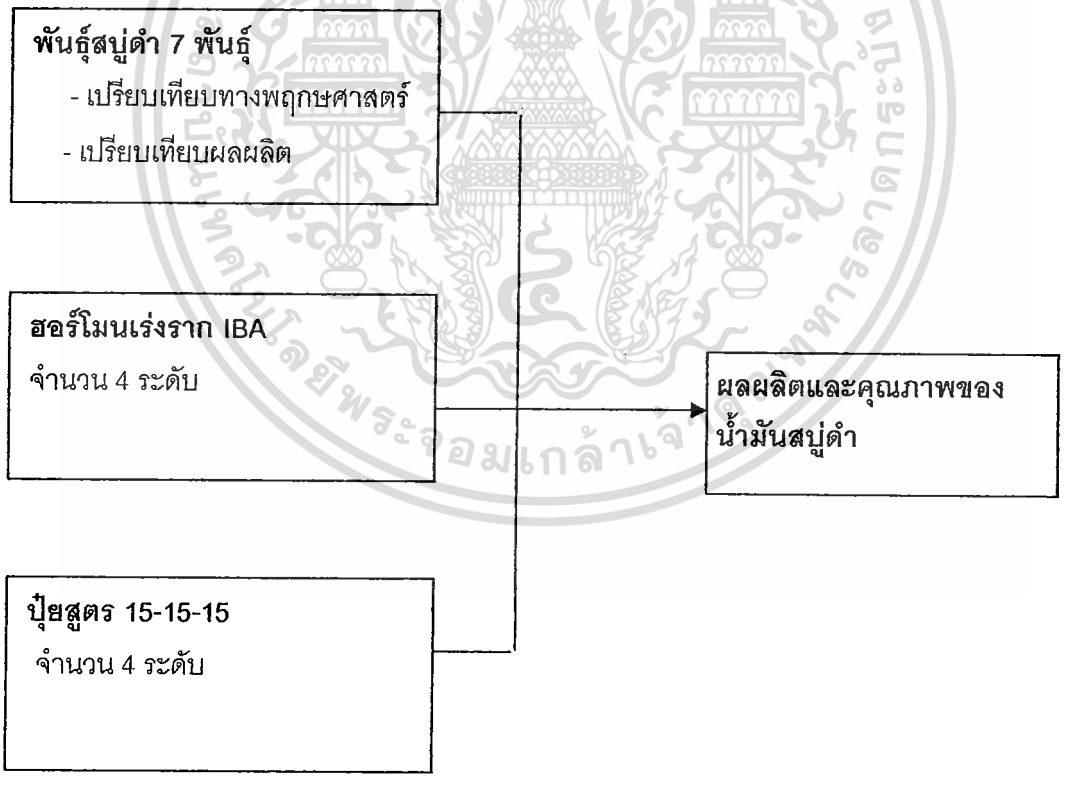
ปุ๋ยและวิธีการใส่ปุ๋ย เป็นที่ยอมรับกันในประเทศที่พัฒนาแล้วที่มีการผลิตสินค้าเกษตรเป็นสินค้าหลักว่า เทคโนโลยีทางการเกษตรที่สามารถลดต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมจนสามารถแข่งขันกับประเทศอื่นได้นั้น จำเป็นต้องเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ด้วย เทคโนโลยีทางการเกษตรสมัยใหม่ทั้ง 5 คือ จะต้องใช้พันธุ์ดี มีการใส่ปุ๋ยเคมีที่มีเนื้อปุ๋ยสูง (high analysis chemical fertilizer) มีการบริหารศัตรูพืชแบบผสมผสาน (integrated pest management) มีการให้น้ำด้วยระบบชลประทานที่เหมาะสม และจะต้องใช้เครื่องทุ่นแรงทางการเกษตร หากยังไม่มีพันธุ์ดีการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมด้านเทคโนโลยีที่เหลือไม่ประสบความสำเร็จแน่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยซึ่งมีการปลุกกระแสว่าปุ๋ยเคมีเป็นสิ่งที่น่าเกลียดน่ากลัวเพราะเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และมนุษย์ ใช้เกษตรอินทรีย์แทน ทั้ง ๆ ที่เกษตรกรไทยมีการใช้ปุ๋ยเคมีน้อยที่สุดในประเทศคู่แข่งทางการเกษตรทั้งหมด กล่าวคือ ประเทศไทยเรามีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และเมื่อรวมทั้ง 3 ธาตุ เพียง 22, 46 และ 32 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ตามลำดับเท่านั้น ในขณะที่ประเทศญี่ปุ่นใช้ 158, 74, 125 และ 357 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ จีนใช้106, 9, 2 และ 117 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ สหรัฐอเมริกาใช้ 55, 11, 25 และ 91 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ยุโรปทั้งทวีปใช้ 103, 29, 50 และ 182 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และที่สูงที่สุดในโลก คือ เนเธอร์แลนด์นั้นใช้สูงถึง 506, 43, 119 และ 726 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

นอกจากนี้จะต้องรู้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของส่วนที่เกี่ยวกับการยังชีพ และส่วนที่เกี่ยวข้องกับสร้างผลผลิตซึ่งจะทราบได้จากทดลองเท่านั้นอีกด้วย แต่เพื่อให้ข้อมูลเบื้องต้นขอให้ใช้ปุ๋ยเคมีสูตรเสมอ เช่น 15-15-15 ซึ่งทำให้แปลงวิจัยคัดเลือกพันธุ์ ต้นที่มีลักษณะดีและให้ผลผลิตน่าพอใจอัตราต้นละ 125 กรัม ร่วมกับปุ๋ยคอก 2.5 กิโลกรัม รองก้นหลุมขนาดกว้าง 50 เซนติเมตรและลึก 50 เซนติเมตร เมื่อปลูกเอาไว้ก่อน สำหรับที่ดินที่เหมาะสมและสามารถให้น้ำได้เป็นครั้งคราว เมื่อแล้งจัด ๆ เทคโนโลยีทางด้านปุ๋ยซึ่งจะต้องขึ้นอยู่กับดินและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ นั้นควรจะได้มีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจัยอย่างละเอียด เมื่อได้พันธุ์ดีแล้ว สิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้คือจะต้องมีการวิเคราะห์ดิน เพื่อประเมินการเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชทุกธาตุ และต้องพิสูจน์ว่าเข้าไปอยู่ในต้นพืชและส่วนของผลผลิตจริงด้วยการวิเคราะห์พืชทางเคมีที่ละเอียดเพื่อประเมินปริมาณสำรองที่มีอยู่ในดินด้วยว่าจะใช้ได้สักกี่ปีโดยยังไม่ต้องมีการหาปุ๋ยธาตุอื่น ๆ มาใส่เพิ่มเติมจากธาตุปุ๋ยหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมด้วย **กากเมล็ดสบู่ดำ**ที่สกัดน้ำมันแล้วซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนสูงเกือบ 4% นั้น ควรจะเป็นแหล่งของไนโตรเจนและธาตุอาหารพืชในดินอื่น ๆ รวมทั้งการช่วยเพิ่มช่องว่างขนาดใหญ่ให้กับดินของอินทรียวัตถุด้วยก็ควรจะต้องมีการวิจัยเพราะน้ำมันที่ตกค้างอยู่ในกากมักจะทำให้เกิดความร้อนจนเป็นอันตรายต่อรากพืชได้ ควรจะต้องมีการหมักให้หมดความร้อนก่อนดีหรือไม่ ก็ควรจะต้องหาคำตอบให้ได้ชัดเจนที่สุด

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 2. กรอบแนวคิดในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบทดลองแท้ (True experimental design) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. **การวางแผนการทดลองปัจจัยที่ 1** พันธุ์และการเปรียบเทียบพันธุ์

การศึกษาครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำโดยทำการเปรียบเทียบพันธุ์ที่เหมาะสมในเขตพื้นที่ลาดกระบัง

1.สายพันธุ์ วัดพยัคฆาราม 1

2. สายพันธุ์ วัดพยัคฆาราม 1

3. สายพันธุ์ ชัยนาท

4. สายพันธุ์ ศวร*

5. สายพันธุ์ ส.มก.

6. สายพันธุ์ ร้อยเอ็ด

7. สายพันธุ์ ยโสธร

ระยะที่ใช้ปลูกคือ 1 x 1 เมตร ขนาดของแต่ละแปลง 4 x 6 เมตร

การเปรียบเทียบผลผลิต

หลังจากปลูกได้ 8 เดือน ทำการเก็บผลผลิตและจะเก็บผลผลิตต่อเนื่องจนต้นสบู่ดำอายุ 1 ปี

2. **การวางแผนการทดลองปัจจัยที่ 2** ทดสอบฮอร์โมนเร่งรากในอัตราส่วนที่เหมาะสม

การศึกษาครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบหลายปัจจัย (Factorial) 3x4 แบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ โดยทดสอบกับต้นสบู่ดำ 3 พันธุ์ กับการใช้ฮอร์โมน IBA 4 ระดับ)

- 0 ppm
- 2000 ppm
- 4000 ppm
- 6000 ppm

วัดการเจริญเติบโตของราก

- นับปริมาณราก
- วัดอัตราการเจริญเติบโตหลังนำไปปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวางแผนการทดลองปัจจัยที่ 3 ปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสม

การศึกษาครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ

โดยทำการทดสอบปริมาณปุ๋ยสูตร 15-15-15 ที่เหมาะสมกับสบู่ดำในเขตพื้นที่ลาดกระบัง

ทำการทดทดสอบให้ปุ๋ย สูตร 15-15-15 ในอัตรา

1. 0 กก./ไร่
2. 20 กก/ไร่
3. 40 กก./ไร่
4. 60 กก.ไร่

- เปรียบเทียบผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการวิจัย

1. การวางแผนการทดลองปัจจัยที่ 1 พันธุ์และการเปรียบเทียบพันธุ์

การศึกษาครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำโดยทำการเปรียบเทียบพันธุ์ 7 พันธุ์ ที่เหมาะสมในเขตพื้นที่ลาดกระบัง

ผลการทดลอง

จากผลของการทดลองเปรียบเทียบพันธุ์สบู่ดำพบว่าสายพันธุ์ ส.มก. ให้ผลิตมากที่สุด 25.66 กก.ต่อไร่ รองลงมาเป็นสายพันธุ์ ชัยนาท ยโสธร ศวร วัดพยัคฆาราม2 วัดพยัคฆาราม 1 และร้อยเอ็ด ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 24.66, 24.33, 23.66, 23.33, 22.33 และ 22.00 กก.ต่อไร่ ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์สบู่ดำ (กก.ต่อไร่)

พันธุ์	ซ้ำ			ผลรวม*
สบู่ดำ	1	2	3	เฉลี่ย
1.สายพันธุ์ วัดพยัคฆาราม 1	22	21	24	22.33bc
2. สายพันธุ์ วัดพยัคฆาราม 2	24	23	23	23.33abc
3. สายพันธุ์ ชัยนาท	24	25	25	24.66ab
4. สายพันธุ์ ศวร**	23	24	24	23.66abc
5. สายพันธุ์ ส.มก.	25	26	26	25.66a
6. สายพันธุ์ ร้อยเอ็ด	21	23	22	22.00c
7. สายพันธุ์ ยโสธร	25	24	24	24.33abc

* ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST ที่ระดับ .01

** พันธุ์ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครราชสีมา

GRAND MEAN = 23.7142857142857

CV = 3.6228 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวางแผนการทดลองปัจจัยที่ 2 ทดสอบฮอร์โมนเร่งรากในอัตราส่วนที่เหมาะสม

การศึกษาครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบหลายปัจจัย (Factorial) 3x4 แบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ โดยทดสอบกับต้นสบู่ดำ 3 พันธุ์ กับการใช้ฮอร์โมน IBA 4 ระดับ)

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนรากที่ได้จากกิ่งปักชำที่เพาะโดยใช้วัสดุทรายผสมแกลบดำอัตราส่วน 1 : 1

ปัจจัยA	ปัจจัยB	ซ้ำ			รวม
พันธุ์	IBA	1	2	3	เฉลี่ย
สายพันธุ์ ส.มก.	0 ppm	4	6	3	4.33
	2000 ppm	5	6	3	4.66
	4000 ppm	6	5	5	5.33
	6000 ppm	5	6	5	5.33
วัดพยัคฆาราม 1	0 ppm	3	6	3	4.00
	2000 ppm	5	4	4	4.33
	4000 ppm	6	4	5	5.00
	6000 ppm	4	6	5	5.00
วัดพยัคฆาราม 2	0 ppm	3	6	3	4.00
	2000 ppm	4	5	5	4.66
	4000 ppm	5	6	5	5.33
	6000 ppm	5	6	6	5.66

Grand Mean = 4.8056 CV = 23.0055 %

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	10.3056	0.9369	0.77	2.25	3.17
A	2	0.8889	0.4444	0.36	3.40	5.61
B	3	8.9722	2.9907	2.45	3.01	4.71
AxB	6	0.4444	0.0741	0.06	2.51	3.67
ERROR	24	29.3333	1.2222			
TOTAL	35	39.6389	1.1325			

ปัจจัย A สายพันธุ์ ส.มก. = 4.92

วัดพยัคฆาราม 1 = 4.58

วัดพยัคฆาราม 2 = 4.92

ปัจจัย B 0 ppm = 4.11

2000 ppm = 4.56

4000 ppm = 5.22

6000 ppm = 5.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบฮอร์โมน IBA ที่ระดับ 0, 2000, 4000 และ 6000 ppm กับสบู่ดำสายพันธุ์ ส.มก. วัดพยัคฆาราม1 และ วัดพยัคฆาราม2 พบว่า สบู่ดำสายพันธุ์ ส.มก.และ วัดพยัคฆาราม2 มีจำนวนราก เฉลี่ย 4.92 ราก จำนวนเท่ากัน ส่วนพันธุ์วัดพยัคฆาราม2 มีจำนวน 4.58 ราก ส่วนปริมาณฮอร์โมนที่ใช้พบว่า ปริมาณฮอร์โมน IBA ที่ระดับ 6000 ppm มีจำนวนรากมากที่สุดเฉลี่ย 5.33 ราก รองลงมาเป็นปริมาณฮอร์โมน 4000, 2000 และ 0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ย 5.22, 4.56 และ 4.11 ราก ตามลำดับ แต่จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3. **การวางแผนการทดลองปัจจัยที่** 3 ปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสม

การศึกษาครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ

โดยทำการทดสอบปริมาณปุ๋ยสูตร 15-15-15 ที่เหมาะสมกับสบู่ดำในเขตพื้นที่ลาดกระบัง

ทำการทดทดสอบให้ปุ๋ย สูตร 15-15-15 ในอัตรา

5. 0 กก./ไร่
6. 20 กก/ไร่
7. 40 กก./ไร่
8. 60 กก.ไร่

ผลการทดลอง

จากกการทดสอบปุ๋ยสูตร 15-15-15 กับสบู่ดำพันธุ์พยัคฆาราม 2 พบว่าการใส่ปุ๋ยที่ระดับ 60 กก./ไร่ สบู่ดำให้ผลผลิตมากที่สุด 25.33 กก./ไร่ รองลงมาเป็นการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 40, 20 และ 0 กก./ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 24.66, 22.33 และ 22.00 กก./ไร่ จากการทดสอบค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ผลผลิต(กก./ไร่ของสบู่ดำพันธุ์พยัคฆาราม 2 (กก.ต่อไร่) ที่ได้รับปุ๋ยสูตร 15-15-15

ปริมาณปุ๋ย กก./ ไร่	ซ้ำ			ผลรวม* เฉลี่ย
	1	2	3	
0 กก./ไร่	23	22	21	22.00c
20 กก./ไร่	22	23	22	22.33bc
40 กก./ไร่	24	26	24	24.66ab
60 กก./ไร่	24	25	27	25.33a

* ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST ที่ระดับ .05

120324
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

การวางแผนการทดลองปัจจัยที่ 1 พันธุ์และการเปรียบเทียบพันธุ์

จากผลของการทดลองเปรียบเทียบพันธุ์สบู่ดำพบว่าสายพันธุ์ ส.มก. ให้ผลิตมากที่สุด 25.66 กก.ต่อไร่ รองลงมาเป็นสายพันธุ์ ชัยนาท ยโสธร พันธ์ศูนย์วิจัยพืชไร่นครราชสีมา วัดพยัคฆารام2 วัดพยัคฆาราม 1และร้อยเอ็ด ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 24.66, 24.33, 23.66, 23.33, 22.33 และ 22.00 กก.ต่อไร่ ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การวางแผนการทดลองปัจจัยที่ 2 ทดสอบฮอร์โมนเร่งรากในอัตราส่วนที่เหมาะสม จากการทดสอบฮอร์โมน IBA ที่ระดับ 0, 2000, 4000 และ 6000 ppm กับสบู่ดำสายพันธุ์ ส.มก. วัดพยัคฆาราม1 และ วัดพยัคฆาราม2 พบว่า สบู่ดำสายพันธุ์ ส.มก.และ วัดพยัคฆาราม2มีจำนวนราก เฉลี่ย 4.92 ราก จำนวนเท่ากัน ส่วนพันธุ์วัดพยัคฆาราม2 มีจำนวน 4.58 ราก ส่วนปริมาณฮอร์โมนที่ใช้พบว่า ปริมาณฮอร์โมน IBA ที่ระดับ 6000 ppm มีจำนวนรากมากที่สุดเฉลี่ย 5.33 ราก รองลงมาเป็นปริมาณฮอร์โมน 4000, 2000 และ 0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ย 5.22, 4.56 และ 4.11 ราก ตามลำดับ

การวางแผนการทดลองปัจจัยที่ 3 ปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสม

จากกการทดสอบปุ๋ยสูตร 15-15-15 กับสบู่ดำพันธุ์พยัคฆาราม 2 พบว่าการใส่ปุ๋ยที่ระดับ 60 กก./ไร่ สบู่ดำให้ผลผลิตมากที่สุด 25.33 กก./ไร่ รองลงมาเป็นการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 40, 20 และ 0 กก./ไร่ ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 24.66, 22.33 และ 22.00 กก./ไร่ จากการทดสอบค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. **ด้านพันธุ์สบู่ดำ** สบู่ดำสายพันธุ์ สมก สายพันธุ์ชัยนาท สายพันธุ์ ศวร เป็นสายพันธุ์ที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตมากกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ แต่การทดลองครั้งนี้ใช้เวลาเก็บผลผลิตเพียงปีแรกปีเดียว ถ้าจะให้ได้ผลแน่นนอนควรเก็บผลผลิตเฉลี่ย 5 ปี อย่างไรก็ตามการเก็บผลิตสบู่ดำแต่ละพันธุ์มีปัญหาเกี่ยวกับผลของสบู่ดำแต่ละช่อดอกจะแก่ไม่พร้อมกัน นอกจากนี้ผลของสบู่ที่อยู่ในช่อดอกเดียวกันยังแก่ไม่พร้อมกันทำให้เสียเวลาในการเก็บเกี่ยวมาก จึงเป็นจุดอ่อนของสบู่ดำเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น ๆ
2. **ด้านฮอร์โมนเร่งราก** พบว่าสบู่ดำแต่ละพันธ์มีการตอบสนองต่อฮอร์โมน IBA ในการงอกรากไม่แตกต่างกัน ส่วนปริมาณฮอร์โมน IBA ที่ใช้ปริมาณฮอร์โมน IBA ที่ระดับ 6000 ppm มีแนวโน้มจำนวนรากมากที่สุดเฉลี่ย 5.33 ราก รองลงมาเป็นปริมาณฮอร์โมน 4000, 2000 และ 0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ย 5.22, 4.56 และ 4.11 ราก แต่จากการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้ฮอร์โมน IBA
3. **ปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสม** จากการทดสอบปุ๋ยสูตร 15-15-15 กับสบู่ดำพันธุ์พยัคฆภูมิ ราม 2 พบว่าการใส่ปุ๋ยที่ระดับ 40 ถึง 60 กก./ไร่ เนื่องจากการใส่ปุ๋ยระดับดังกล่าวสบู่ดำให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2544. **ข้อมูลเบื้องต้นสบู่ดำ** . สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. เอกสารโรเนียว 4 หน้า

กระทรวงพลังงาน,2006.**สบู่ดำกับน้ำมันดีเซล**.http://www.kasetcity.com/Thaibioenergy/Story/QAview.sp?id=31

กิตติเดช โพธิ์นิยม. 2548. **การพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดและบีบน้ำมันสบู่ดำ.** ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน, นครปฐม

คณะกรรมาธิการ. 2545. พลังงานทดแทนเอธานอลและไบโอดีเซล. สภาผู้แทนราษฎร, กรุงเทพฯ

ชำนาญ ฉัตรแก้ว. 2534. **การปรับปรุงพันธุ์พืชชั้นสูง.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 207 หน้า.

ชำนาญ ฉัตรแก้ว. 2547. **"สบู่ดำ" พลังงานชีวภาพทางเลือกราคาถูกในอนาคต.** วารสารวิทยาศาสตร์ มีนาคม – เมษายน 2547: 72 – 73.

ชำนาญ ฉัตรแก้ว. 2547. **โครงการปลูกสวนป่า "สบู่ดำ" เพื่อพัฒนาพลังงานทดแทน โครงการเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ 72 พรรษา.** วารสารวิทยาศาสตร์ ประจำเดือน มีนาคม – เมษายน 2547: 74 – 75.

ชำนาญ ฉัตรแก้ว และคณะ. 2549. **สบู่ดำ พืชพลังงาน.** ห้างหุ้นส่วนจำกัดฟันนี่พับบลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ.119 หน้า.

ดาเรศน์ กิตติโยภาส. 2548. **สถานภาพปัจจุบันสบู่ดำ.** เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาจัดทำแผนและวิจัยส่งเสริมการปลูกสบู่ดำเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน. 6 พฤษภาคม 2548.

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์, 2005. สบู่ดำ พืชเพื่อชาติและเกษตรกรไทย. http://www.kasetcity.com/Worldag/ view.asp?id=292

มนตรี ทวาโรจน์. 2538. **การศึกษาเปรียบเทียบการใช้แอลกอฮอล์ผสมน้ำมันดีเซลและน้ำมันมะพร้าวผสมน้ำมันก๊าดเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระพีพันธ์ ภาสบุตร, สุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์, ไพจิตร จันทรวงศ์, วีระศักดิ์ อนัมบุตร, มาลี ประภาวัต, วิไล กาญจนภูมิ และอรวรรณ หวังดีธรรม. 2525. **ผลการวิจัยค้นคว้าการใช้น้ำมันสบู่ดำเป็นพลังงานทดแทนเครื่องยนต์ดีเซล และผลการศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์–เคมีของน้ำมันสบู่ดำเพื่อใช้เป็นพลังงาน**. กองเกษตรเคมี และกองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร. เอกสารโรเนียว 43 หน้า.

วัฒนา เสถียรสวัสดิ์, ศรีวนา นิมูลชาติ และเรณู เอี่ยมธนาภรณ์. 2526. **การเตรียมน้ำมันสบู่ดำสำหรับใช้เป็น เชื้อเพลิงทดแทนน้ำทันดีเซล**. รายงานการวิจัย ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิชัย กนกพิทยาทร และอุดมชัย จินะดิษฐ์. 2549. **การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลเล็กที่ใช้น้ำมันสบู่ดำเป็นเชื้อเพลิง**. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา

วิมลรัตน์ ศุกรินทร์ นาค โพธิแท่น และมณเฑียร โสมภีร์. 2530. **การศึกษาอิทธิพลของการปลูกด้วยเมล็ดและท่อนพันธุ์ขนาดต่าง ๆ กันที่มีผลต่อผลผลิตของสบู่ดำ**. หน้า 67-80 ใน รายงานผลการวิจัยศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ปี 2529 พืชเศรษฐกิจ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น, ขอนแก่น

วรรณวิภา พ่วงเจริญ. 2546. **การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐกิจของการผลิตน้ำมันสบู่ดำเพื่อเป็น พลังงานเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล**. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมศักดิ์ เพียบพร้อม. 2531. **การจัดการฟาร์มประยุกต์**. ภาควิชาเศรษฐศาสตร์, คณะเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2547. **72 พรรษา มหาราชินี ธนาคารสมองร่วมพัฒนาประเทศ**. บริษัท เพชรรุ่งเรืองการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ

สุรพงษ์ เจริญรัถ. 2548. **เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษในการประชุมเสนอกิจกรรมวิจัยสบู่ดำกรมวิชาการเกษตร**. 29 มิถุนายน 2548 ห้องประชุม 107 สถาบันวิจัยพืชไร่ กรุงเทพฯ.

Agaceta, L.M., Dumag, P.U., and Batolos, J.A. 1981. Studies on the control of snail vectors of fascioliasis: Molluscicidal activity of some indigenous plants. **In: Bureau of Animal Industry**, Manila, Philippines, NSDB Technology Journal: Abstracts on Tropical Agriculture 7. 38008; 6: 2: 30–34.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Agriculture Handbook . 1960. **Index of plant diseases in the United States.** USGPO. Washington.

Bassam, N.E.I. 1998. **Energy plant species.** Their use and impact on environment and development. Pub. by Jame's & James (Science Publisher) Ltd, 35-37 William Rd London. NW 1, 3ER, UK.

Gaydou, A.M., Menet, L., Ravelojaona, G., and Geneste, P. 1982. Vegetable energy Sources in Madagascar: ethyl alcohol and oil seeds (French). **Oleagineux 37(3)**:135–141.

Henning, R.K. 1995. **Combating desertification: fuel oil from jatropha plants in Africa. Information packer from the GTZ Projet Pourghere**, Bamako, Mali.

Holm, L.G., Pancho, J.V., Herberger, J.P., and Plucknett, D.L. 1979. **A geographical atlas of world weeds**. John Wiley & Sons, New York.

Joker, D. and J. Jepen. 2003. *Jatropha curcas* **L. Seed Leaflet No. 83**. Danida Forest Seed Center, Denmark. 2 pages.

List, P.H. and Horhammer, L. 1969–1979. **Hager's handbuch der pharmazeutischen praxis. vols 2–6.** Springer-Verlag, Berlin.

Little, E.L., Jr., Woodbury, R.O.,and Wadsworth, F.H. 1974. **Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands, vol. 2. Ag. Handbook 449.** USDA, Washington, DC.

Perry, L.M. 1980. Medicinal plants of east and southeast Asia. MIT Press, Cambridge.

Salisbury, F., B. and Ross, C., W, 1992, **Plant Physiology**. 4th ed. California: Wadsworth

Tewari, J.P. and Shukla, I.K. 1982. Inhibition of infectivity of 2 strains of watermelon mosaic virus by latex of some angiosperms. **Geobios. Jodhpur, India. 9(3)**:124–126.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้