



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ปริญญา

ปฐพีวิทยา สาขา ปฐพีวิทยา
ปฐพีวิทยา ภาควิชา

เรื่อง ความแม่นยำของคำแนะนำปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อผลผลิตอ้อยและความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบกับปริมาณไนโตรเจนในใบของอ้อยปลูกในชุดดินกำแพงเพชร

The Accuracy of Chemical Fertilizer Recommendation Following Soil Analysis on Yield of Sugar Cane and Relationship Between SPAD – reading with Nitrogen Contents in Sugar Cane Leaf in Kamphaeng Phet Soil Series

นามผู้วิจัย นางสาวสุชัญญา เจริญเส็ง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ศุภชัย อ่ำคา, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยสิทธิ์ ทองจู, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จันทามาศ ร่มแก้ว, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ความแม่นยำของคำแนะนำปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อผลผลิตอ้อยและความสัมพันธ์
ระหว่างค่าความเขียวใบกับปริมาณไนโตรเจนในใบของอ้อยปลูกในชุดดินกำแพงเพชร

The Accuracy of Chemical Fertilizer Recommendation Following Soil Analysis on Yield of
Sugar Cane and Relationship Between SPAD – reading with Nitrogen Contents in Sugar Cane
Leaf in Kamphaeng Phet Soil Series

โดย

นางสาวสุชัญญา เจริญเส็ง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อขอความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

พ.ศ. 2553

สิงสิงห์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุชัยญา เจริญเส็ง 2553: ความแม่นยำของคำแนะนำปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อผลผลิตอ้อย และความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบกับปริมาณไนโตรเจนในใบของอ้อยปลูกในชุดดิน
กำแพงเพชร ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา) สาขาวิชาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ศุภชัย อ่ำคา, Ph.D. 74 หน้า

การศึกษาความแม่นยำของคำแนะนำปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อผลผลิต คุณภาพอ้อย และ
ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบกับปริมาณไนโตรเจนในใบของอ้อยวัดด้วยเครื่องมือ SPAD – 502 โดย
ใช้อ้อยพันธุ์ LK 92-11 ปลูกข้ามแล้ง (ธันวาคม 2550 – ธันวาคม 2551) และพันธุ์ K 99-72 ซึ่งปลูกต้นฝน
(พฤษภาคม 2551 – เมษายน 2552) ในชุดดินกำแพงเพชรในพื้นที่เกษตรน้ำฝนที่ อ.เก้าเลี้ยว จ.นครสวรรค์ โดยวาง
แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ประกอบด้วย 5 คำรับทดลอง คือ 1) คำรับควบคุม
(control) 2) คำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินทางเคมีตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (DOA) ส่วน
คำรับทดลองที่ 3 4 และ 5 เป็นการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินโดยคำนวณประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยในโตรเจนของพืช
เท่ากับ 100, 50 และ 25% (1N, 2N และ 4N) ตามลำดับ ทำการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ ผลการทดลอง พบว่า วิธีการ
จัดการปุ๋ยเคมีทั้ง 5 วิธีการ ทำให้ผลผลิตอ้อยสดมีความแตกต่างกันทางสถิติจากคำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย แต่ไม่มีความ
แตกต่างกันทางสถิติในคำรับที่มีการใส่ปุ๋ยระหว่างการใส่ปุ๋ยคำแนะนำที่ให้ไว้โดยกรมวิชาการกับการใส่ปุ๋ยโดย
พิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดินทั้งอ้อยปลูกข้ามแล้งและต้นฝน ผลผลิตอ้อยสดของอ้อยปลูกข้ามแล้งในทุกคำรับ
ทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยมีค่าสูงกว่าผลผลิตที่ตั้งเป้าหมายไว้ (25 ตัน/ไร่) โดยคำรับที่มีการใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน
โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 100 % (1N) ให้ผลผลิตสูงสุดคือ 26.80 ตัน/ไร่ ผลผลิต
เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ยเท่ากับ 23.67 เปอร์เซ็นต์ และในคำรับที่มีการใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความ
เป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 25 % (4N) ทำให้อ้อยได้ผลผลิตเมื่อเทียบผลผลิตเป้าหมายคิดเป็นร้อยละ
102.68 หรือสูงกว่าผลผลิตที่ตั้งเป้าหมาย 2.68-7.2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในแปลงอ้อยปลูกต้นฝนในคำรับที่มีการใส่ปุ๋ย
ตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 50 % (2N) ให้ผลผลิตสูงสุดคือ
19.47 ตัน/ไร่ มีผลผลิตเพิ่มขึ้นจากแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยคิดเป็นร้อยละ 9.94 และมีความแม่นยำเปรียบเทียบกับผลผลิต
เป้าหมายที่ตั้งไว้คิดเป็นร้อยละ 77.68 ผลผลิตอ้อยสดในทุกคำรับการทดลองมีค่าต่ำกว่าผลผลิตที่ตั้งเป้าหมายไว้
ความคลาดเคลื่อนของผลผลิตที่เกี่ยวเกี่ยวได้ต่ำกว่ากับผลผลิตที่ตั้งเป้าหมายไว้ประมาณร้อยละ 22.12-29.16 แต่ไม่
พบความแตกต่างทางสถิติของค่า CCS ของแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยและแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย และค่า CCS มีแนวโน้มลดลง
เมื่อมีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้น ค่าความเขียวใบที่วัดด้วย SPAD meter มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่าง
มีนัยสำคัญกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในใบอ้อย ($r^2 = 0.91$) และค่าความเขียวใบที่วัดได้ 34 ขึ้นไปสามารถใช้
เป็นดัชนีบ่งบอกว่าอ้อย มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพียงพอต่อการเจริญเติบโต

Suchanya Jaroenseng 2010: The Accuracy of Chemical Fertilizer Recommendation Following Soil Analysis on Yield of Sugar Cane and Relationship Between SPAD-reading with Nitrogen Contents in Sugar Cane Leaf in Kamphaeng Phet Soil Series. Master of Science (Soil Science), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Suphachai Amkha, Ph.D. 74 pages.

The study on the accuracy of chemical fertilizer management following soil analysis on yield of sugar cane and relationship between SPAD – reading with nitrogen contents in sugar cane leaf plant in Kamphaeng Phet (Kp: Oxyaquic (Ultic) Haplustalfs) soil series. Sugar cane LK 92-11 variety was cultivated in dry season (December 2007 - December 2008). Whereas K 99-72 variety was cultivated in rainy season (May 2008 - April 2009) in rain-fed area at Koaleaw district in Nakhon Sawan Province. The experiment in completely randomized block design (RCBD) had 5 treatments as followed by Control (no fertilizer), Chemical fertilizers application based on soil analysis as recommended by Department of Agriculture (DOA) and Chemical fertilizer based on quantities of applied nitrogen and estimated uptake of 100, 50, 25% (1N, 2N and 4N) respectively with 4 replications. The results showed that the all chemical fertilizers management were significantly affected on millable cane yield both in dry season and rainy season plots compare with control. Millable cane yield in treatments that apply fertilizer more than target yield (25 ton/rai) in dry season plot. In addition, 1N treatment was maximum yield (26.80 ton/rai). Millable cane yield was increased from treatments of control about 23.67 % and 4N treatments has the most accuracy was similar to with target yield (102.68 percent). The deviation of yield compare with target yield and that range was plus between 2.68-7.2 %. In plot of rainy season 2N treatments was maximum yield (19.47.80 ton/rai). Millable cane yield was increased from treatments of control about 9.94 % and has the most accuracy been similar to with target yield (77.68 %). The deviation of yield compare with target yield and that range was subtracted between 22.12-29.16 %. Millable cane yield in 5 treatments were lower than target yield in wet season. However, no significant of cane quality especially commercial cane sugar (CCS) in both fertilizer and control and also decreased when increased of nitrogen rate. We found relationship between SPAD reading and nitrogen content in sugarcane leaf. correlation of leaf nitrogen content was linearly correlated with SPAD values with highly significant. The correlation equation was as $y = -11026 + 0.0768x$, $r^2 = 0.91$ and chlorophyll meter readings above 34 SPAD unit for sugarcane leaf were considered sufficient nitrogen concentration.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ศุภชัย อ่ำคา ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนการให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของวิทยานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยสิทธิ์ ทองจู ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ ร่มแก้ว กรรมการที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย มาลา ประธานการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร. ขงยุทธ โอสถสภา ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก รวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และรองศาสตราจารย์ สุรเดช จินตกานนท์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ บริษัท น้ำตาลรวมผลอุตสาหกรรม นครสวรรค์ จำกัด ซึ่งมีคุณศิริพร รัตนศักดิ์ภักดี และคุณพิวัฒน์ เกตุยิม เป็นแกนหลัก ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย ที่ให้การสนับสนุนด้านการเงินในการทำ การทดลองภายใต้โครงการวิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล

ขอกราบขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ดินและพืช

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณตา คุณยายและน้องสาวที่ให้กำลังใจตลอดเวลา รวมทั้ง พี่ๆ น้องๆ และเพื่อนๆ ร่วมสถาบันทุกคนที่ให้การช่วยเหลือ ให้กำลังใจ ชี้แนะ และสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สุชัญญา เจริญเส็ง

กันยายน 2553

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	22
อุปกรณ์	22
วิธีการ	24
ผลและวิจารณ์	33
สรุปและข้อเสนอแนะ	52
สรุป	52
ข้อเสนอแนะ	53
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	54
ภาคผนวก	65
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	74

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การใช้ปุ๋ยตามลักษณะเนื้อดินเป็นหลัก	14
2	การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน	15
3	ผลการวิเคราะห์สมบัติพื้นฐานบางประการของชุดดินกำแพงเพชรที่ระดับชั้นไถพรวน (0 – 25 เซนติเมตร)	25
4	อัตราปุ๋ยที่ใช้ในแปลงทดลอง (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O กก./ไร่)	28
5	ผลผลิตอ้อยสด เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของผลผลิตอ้อยสดและความแม่นยำของการจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อผลผลิตอ้อย ในแปลงอ้อยปลูกข้ามแล้ง พันธุ์ LK 92-11	34
6	ผลผลิตอ้อยสด เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของผลผลิตอ้อยสดและความแม่นยำของการจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อผลผลิตอ้อย ในแปลงอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72	35
7	องค์ประกอบอื่นๆของผลผลิตของแปลงอ้อยปลูกข้ามแล้ง พันธุ์ LK 92-11	38
8	องค์ประกอบอื่นๆของผลผลิตของแปลงอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72	38
9	ผลผลิตน้ำตาล ของแปลงอ้อยปลูกทั้งข้ามแล้งและต้นฝน	43
ตารางผนวกที่		
1	คุณภาพผลผลิตของแปลงอ้อยปลูกข้ามแล้ง พันธุ์ K 92-11	66
2	คุณภาพของผลผลิตของแปลงอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72	67
3	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งในน้ำหนักสดในส่วนต่างๆ ที่อายุเก็บเกี่ยวของอ้อยปลูกข้ามแล้ง พันธุ์ LK 92-11	68
4	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งในน้ำหนักสดในส่วนต่างๆ ที่อายุเก็บเกี่ยวของอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72	69
5	น้ำหนักแห้งในส่วนต่างๆ ของอ้อย ที่อายุเก็บเกี่ยว	70

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
6	ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในใบที่เป็นดัชนี (index leaf) ที่อายุการเจริญเติบโตต่างๆ ของอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72	71
7	ความเขียวใบอ้อยที่อายุต่างๆ ของอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72	72
8	ความต้องการน้ำของอ้อยในแต่ละช่วงระยะการเจริญเติบโต	73
9	ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบดัชนีของพืชบางชนิดที่ถือว่าต่ำ เพียงพอและสูง	73

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเก็บใบอ้อยที่ตำแหน่งคอบสูงสุด (A) (top visible dewlap) ที่อ้อยอายุ 2-8 เดือน แปลงอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72	29
2	ปริมาณการกระจายตัวของน้ำฝนในแต่ละเดือนและช่วงระยะเวลาเติบโตของอ้อยปลูกข้ามแล้ง (B) และอ้อยปลูกต้นฝน (C) บริเวณแปลงทดลอง	39
3	คุณภาพผลผลิตของแปลงอ้อยปลูกข้ามแล้ง พันธุ์ LK 92-11	40
4	คุณภาพของผลผลิตของแปลงอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72	41
5	ปริมาณแป้งในน้ำอ้อยของทั้งแปลงอ้อยปลูกข้ามแล้งและต้นฝน	41
6	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งในน้ำหนักสดในส่วนต่างๆที่อายุเก็บเกี่ยวของอ้อยปลูกข้ามแล้ง พันธุ์ LK 92-11	44
7	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งในน้ำหนักสดในส่วนต่างๆที่อายุเก็บเกี่ยวของอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72	45
8	ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในใบที่เป็นดัชนี (index leaf) ที่อายุการเจริญเติบโตต่างๆ ของอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72	46
9	ความเกี่ยวใบอ้อยที่อายุต่างๆของอ้อยพันธุ์ K99-72 อ้อยปลูกต้นฝน	48
10	ความสัมพันธ์ระหว่างเข้มข้นของไนโตรเจนในใบอ้อยกับค่าความเกี่ยวใบอ้อยที่อายุต่างๆ ของอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72	50

ความแม่นยำของคำแนะนำปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อผลผลิตอ้อยและ
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบกับปริมาณไนโตรเจนในใบของอ้อยปลูกใน
ชุดดินกำแพงเพชร

**The Accuracy of Chemical Fertilizer Recommendation Following Soil Analysis on
Yield of Sugar Cane and Relationship Between SPAD – Reading with Nitrogen
Contents in Sugar Cane Leaf Planted in Kamphaeng Phet Soil Series**

คำนำ

ในปี 2552 ประเทศไทยมีการส่งออกสินค้าทั้งสิ้น 5,194,588.6 ล้านบาท ในมูลค่าการส่งออกเป็นสินค้าอุตสาหกรรมเกษตร 384,298.1 ล้านบาทหรือคิดเป็น 7.39 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมด โดยน้ำตาลและผลิตภัณฑ์มีมูลค่าการส่งออกรวม 63,018.93 ล้านบาทคิดเป็น 16.40 เปอร์เซ็นต์ของสินค้าอุตสาหกรรมเกษตร และจากข้อมูลการส่งออกสินค้าไทยปี 2550 – 2552 มีมูลค่าการส่งออกน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ในแต่ละปีเรียงเป็นลำดับ คือ 45,062.80 49,338.84 และ 63,018.93 ล้านบาทตามลำดับ (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2552) แสดงให้เห็นว่าการส่งออกน้ำตาลและผลิตภัณฑ์เป็นสินค้าที่สร้างรายได้อย่างมหาศาลให้แก่ประเทศและมีแนวโน้มอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นทุกปี

ในปีการผลิต 2552/53 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยทั้งสิ้น 6.543 ล้านไร่ ผลิ้อ้อยได้ 74.192 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 11.35 ตันต่อไร่ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2551/52 คิดเป็นร้อยละ 4 ร้อยละ 6 และร้อยละ 2 ตามลำดับ เนื่องจากราคาอ้อยขึ้นต้นปีที่ผ่านมาสูงถึงตันละ 830 บาท ณ ระดับความหวานที่ 10 CCS จึงจูงใจให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้น (ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2553) ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผู้ผลิตอ้อยที่สำคัญของโลกในปีการเพาะปลูกเดียวกัน พบว่า ประเทศโคลัมเบียมีพื้นที่ปลูก 2.813 ล้านไร่ ผลิ้อ้อยได้ 40 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 14.2 ตันต่อไร่ หรือในประเทศออสเตรเลียพื้นที่ปลูก 2.625 ล้านไร่ ผลิ้อ้อยได้ 36 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 13.7 ตันต่อไร่ (องค์การอาหารและเกษตรแห่งประชาชาติ, 2551) จะเห็นว่าผลผลิตต่อไร่ของไทยยังต่ำและยังมีโอกาสในการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตได้อีก ดังนั้นการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ให้มีคุณภาพที่ดีเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้ต้นทุนการผลิตของชาวไร่อ้อยของไทยอยู่ในระดับที่สามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยให้เทียบเท่าคู่แข่งคือ 13-14 ตันต่อไร่ในพื้นที่เพาะปลูกเดิมก็จะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตอย่างไรก็ตามพื้นที่ปลูกอ้อยส่วนใหญ่ของประเทศไทยส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตที่ต้องอาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ทำให้การเพิ่มผลผลิตอ้อยต้องอาศัยพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและการจัดการด้านดินและ

ปุ๋ยให้เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของอ้อยจะเป็นแนวทางหนึ่งในการลดต้นทุนการผลิต เนื่องจากดินที่เหมาะสมจะทำให้การใช้ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพขึ้น และลดการใช้ปุ๋ยในปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการของอ้อยจะถูกชะล้างลงสู่บ่อ คลอง และแหล่งน้ำใต้ดินอันจะก่อให้เกิดมลภาวะอย่างรุนแรง

ปัจจุบันคำแนะนำปุ๋ยส่วนใหญ่ สำหรับพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยที่เผยแพร่ให้เกษตรกรและผู้สนใจ เป็นการแนะนำการใช้ปุ๋ยอย่างกว้างๆ อัตราการใช้ปุ๋ยและสูตรปุ๋ยไม่เฉพาะเจาะจงสำหรับดินแต่ละชนิดหรือสำหรับพืชแต่ละชนิด แนวคิดในการให้คำแนะนำปุ๋ยสำหรับพืชนั้นว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในการลดต้นทุนการผลิตพืชของเกษตรกร ซึ่งมีทั้งการใช้เทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศศาสตร์ที่ทำงานในระบบอินเทอร์เน็ต (web based GIS) การใช้แบบจำลองการปลูกพืชแบบต่างๆ (crop simulation) แนวทางหนึ่งที่เป็นนิยมนคือ การใช้ปุ๋ยโดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ดิน ซึ่งสามารถทราบผลการวิเคราะห์ดินได้อย่างรวดเร็ว จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเคมี หรือการใช้ชุดทดสอบดินภาคสนาม (NPK test kit) ซึ่งเมื่อนำมาพิจารณาตามเกณฑ์ความต้องการธาตุอาหารของพืช จากหน่วยงานทางราชการ เช่น กรมพัฒนาที่ดิน หรือใช้เกณฑ์ของกรมวิชาการตามเอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548 “คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ” จะทำให้ทราบถึงปริมาณธาตุอาหารหลักในรูปไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ให้แก่เกษตรกรทั่วไปเพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อปุ๋ย หรือผสมปุ๋ยใช้เองและเพื่อเป็นการประยุกต์ใช้แนวทางการให้คำแนะนำสำหรับการผลิตอ้อยจึงนำแนวคิดดังกล่าวมาใช้ในการคำนวณปริมาณธาตุปุ๋ยสำหรับอ้อยปลูกข้ามแล้งและอ้อยปลูกต้นฝน ในชุดดินกำแพงเพชร โดยตั้งเป้าหมายของผลผลิตไว้ที่ 25 ตันต่อไร่ เพื่อมุ่งหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพโดยการศึกษาความแม่นยำของระบบคำแนะนำปุ๋ยอ้อยเพื่อพัฒนาระบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพอ้อยที่พิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการและมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อเยื่อใบกับความเข้มข้นสีใบจากเครื่องวัด คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ซึ่งสามารถใช้ตรวจสอบสถานะไนโตรเจนในพืชและใส่ปุ๋ยได้ตรงกับความต้องการของพืช

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความแม่นยำของคำแนะนำการใส่ปุ๋ยอ้อยตามค่าการวิเคราะห์เพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยปลูกทั้งข้ามแล้งและอ้อยปลูกต้นฝน
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของอัตราปุ๋ยตามคำแนะนำต่อผลผลิต และคุณภาพของอ้อยทั้งที่ปลูกข้ามแล้ง และปลูกต้นฝน
3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบอ้อยกับค่าความเขียวใบอ้อยที่อายุต่างๆของอ้อยปลูกต้นฝน

การตรวจเอกสาร

อ้อย (sugar cane) เป็นพืชที่อยู่ใน genus *Saccharum*, tribe Andropogoneae, family Gramineae มี 6 ชนิด ได้แก่ *Saccharum officinarum*, *S. sinense*, *S. barberi* และ *S. edule* ซึ่งเป็นอ้อยปลูก ส่วนอ้อย *S. robustum* และ *S. spontaneum* เป็นอ้อยป่า ที่มีความสำคัญในด้านการปรับปรุงพันธุ์ อ้อย *S. officinarum* เป็นที่รู้จักกันในชื่อ noble cane มีปริมาณน้ำตาลสูง ลำยาว ใบกว้าง ปริมาณเส้นใยต่ำ มีการปลูกเป็นการค้าไปทั่วโลก ส่วน *S. sinense* และ *S. barberi* พบในแถบอินเดียและจีน ในบางประเทศมีการใช้ช่อดอกของอ้อย *S. edule* เป็นอาหาร (Jackson, 2005)

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

1.1 ราก

มีระบบรากฝอย (fibrous root system) แผ่กระจายออกโดยรอบลำต้นในรัศมีประมาณ 50-100 เซนติเมตร ลึก 100-150 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม (เกษม, 2542) บริเวณข้อและลำต้นใต้ดินจะปรากฏปุ่มรากที่จะเกิดเป็นรากของต้นอ้อย ส่วนตาของลำต้นใต้ดินจะเจริญเติบโตและโผล่พ้นเหนือดินเป็นหน่อชุดที่ 2 และหน่อชุดที่ 3 ซึ่งเกิดจากตาของหน่อชุดที่ 2 ตามลำดับ รากของหน่ออ้อยเหล่านี้จะเจริญขึ้นมาทดแทนรากของท่อนพันธุ์ (ประเสริฐ, 2542) รากนี้มีขนาดใหญ่ อวบ สีขาว ไม่มีแขนงและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่ออายุมากขึ้น (เกษม, 2542)

1.2 ลำต้น

อ้อยสามารถขยายพันธุ์ได้โดยใช้ส่วนของลำต้น (cutting, sett หรือ seed cane) ลำต้นอ้อยมีอยู่ 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่อยู่ใต้ดินและเหนือดิน ส่วนที่อยู่ใต้ดินเรียกว่า ตอหรือเหง้า ส่วนที่อยู่เหนือดินมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เป็นส่วนรองรับใบและช่อดอก ลำต้นประกอบด้วยข้อและปล้องจำนวนมาก จำนวนข้อและปล้องจะแตกต่างกันตามพันธุ์ อายุ สภาพดินและอากาศ อ้อยแต่ละพันธุ์มีรูปร่างปล้องและการจัดเรียงตัวแตกต่างกัน สีของลำต้นโดยทั่วไปมีตั้งแต่สีเขียวอ่อนจนถึงสีม่วงแก่เกือบดำขึ้นอยู่กับรงควัตถุที่เป็นพื้นฐาน 2 ชนิด คือ คลอโรฟิลล์และแอนโทไซยานิน (เกษม, 2542) เมื่อตัดลำต้นออกตามขวางจะปรากฏส่วนที่แตกต่างกัน ส่วนที่อยู่นอกสุดซึ่งมีความแข็งมาก เรียกว่า เปลือก ถัดเข้าไปซึ่งนิ่มกว่า เรียกว่าเนื้ออ้อย ประกอบด้วยเซลล์ที่ทำหน้าที่เก็บน้ำตาล คาร์บอนใน (parenchyma หรือ storage cells) และเยื่อใยไฟเบอร์ (fiber) ซึ่งมีลิกนิน (lignin) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ความแข็งหรือความนิ่มของเนื้ออ้อยขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของไฟเบอร์ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม (เกษม, 2542)

1.3 ใบ

ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ส่วนหลัก คือ กาบใบ และแผ่นใบ กาบใบไม่มีเส้นกลางใบ มักมีสีเขียวอ่อนหรือสีม่วงแดง สีของแผ่นใบมีสีเขียวแกมเหลืองจนถึงสีเขียวเข้ม ขอบแผ่นใบมีลักษณะเป็นฟันเลื่อยเล็ก รอยต่อระหว่างกาบใบและแผ่นใบด้านในมีลิ้นใบ (ligule) และมีหูใบ (auricle) ขึ้นแหลมออกมาเหนือส่วนของกาบใบกับแผ่นใบที่มีพื้นที่คล้ายสามเหลี่ยมทั้งสองด้านเรียกว่า dewlap การเรียงตัวของใบจะเกิดการเรียงสลับกันบนลำต้น หรือเวียนรอบลำต้น (ประเสริฐ, 2542)

1.4 ดอก

ช่อดอกย่อยเรียกว่า arrow หรือ tassel เป็นแบบ panicle เกิดที่ปลายยอดของลำต้น ลักษณะช่อดอกมีแกนกลาง ก้านแขนงรากแตกออกมาจากแกนกลาง และก้านแขนงที่สองแตกออกจากก้านแขนงแรก ก้านแขนงที่สองนี้เป็นตำแหน่งของกลุ่มดอกย่อย (spikelet) ที่เกิดเป็นคู่ประกอบด้วยกลุ่มดอกมีก้าน และกลุ่มดอกไม่มีก้าน ขณะที่กลุ่มดอกบานเต็มที่พื้นฐานของกลุ่มดอกจะมีขนยาวสีขาว (bristle หรือ callus hair) ภายในกลุ่มดอกทั้งสองแบบประกอบไปด้วยดอกย่อย (flore) 2 ดอก อับเกสรจะแตกออกมีละอองเกสรตัวผู้สีเหลือง (ประเสริฐ, 2542)

1.5 เมล็ด

เมล็ดย่อยเป็นผลชนิด caryopsis คล้ายเมล็ดข้าว แต่มีขนาดเล็กกว่า มักติดแน่นอยู่กับส่วนของดอก มีชื่อเรียกเฉพาะว่า fuzz หรือ fluff (เกษม, 2542)

2. ระยะเวลาเจริญเติบโต

อ้อยมีระยะเวลาเจริญเติบโตแต่ละระยะปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตแตกต่างกัน แบ่งได้เป็น 4 ระยะ ดังนี้ (ประเสริฐ, 2542)

2.1 ระยะงอก (germination phase) เริ่มตั้งแต่จนถึงหน่อพ้นผิวดิน ใช้เวลา 2 – 3 สัปดาห์ ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการงอก เช่น มีแสงแดดพอประมาณ ได้รับน้ำแต่บ่อยครั้ง ได้รับปุ๋ยพอประมาณ โดยเฉพาะไนโตรเจนและโพแทสเซียม นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของท่อนพันธุ์ ระยะงอกเป็นตัวกำหนดจำนวนกอต่อไร่ ถ้าความงอกดีก็จะมีจำนวนกอต่อไร่มาก ซึ่งมีผลต่อผลผลิตอ้อยเมื่อเก็บเกี่ยว

2.2 ระยะแตกกอ (tillering phase) เมื่ออ้อยอายุประมาณ 2–4 เดือน จะมีการแตกกอที่เกิดจากตาอ้อยที่อยู่บริเวณลำต้นใต้ดิน การเจริญเติบโตระยะนี้ต้องการแสงแดดจัด อุณหภูมิสูง ต้องการน้ำกว่าระยะงอก และต้องการปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากขึ้น ดังนั้นการใส่ปุ๋ยแต่งหน้าในช่วงนี้

2.3 ระยะย่างปล้อง (cane elongation phase) เริ่มเมื่ออ้อยอายุ 3-4 เดือนต่อเนื่องมาจากระยะแตกกอ อ้อยในระยะนี้ต้องการแสงแดดจัดเพื่อการสังเคราะห์แสงให้ได้มากขึ้น อุณหภูมิสูง มีความต้องการน้ำมากกว่าระยะอื่นๆ และต้องการปุ๋ยมากที่สุด การขาดน้ำและปุ๋ยในระยะนี้จะทำให้ปล้องสั้น น้ำหนักต่อลำอ้อยลดลง ทำให้ผลผลิตทั้งหมดลดลงด้วย

2.4 ระยะแก่และสุก (maturity and ripening) เป็นระยะที่มีการเจริญเติบโตช้ามาก ปล้องที่อยู่ส่วนยอดของลำต้นจะสั้นลง ใบมีสีเขียวอมเหลือง ปริมาณน้ำตาลที่สังเคราะห์ได้จะถูกเก็บสะสมไว้ในลำต้น ระยะนี้ต้องการแสงแดดจัดเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงหรือสร้างน้ำตาลสะสมในลำต้นและต้องการอุณหภูมิต่ำ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการเคลื่อนย้ายน้ำตาลจากใบไปยังลำต้น ในระยะนี้มีการสะสมน้ำตาลสูงสุด โดยการสะสมจะเริ่มจากโคนสู่ปลาย

3. ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องต่อการเจริญเติบโตของอ้อย

3.1 ดิน

3.1.1 ลักษณะทางกายภาพ

ก. สภาพพื้นที่ สภาพพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกอ้อยควรเป็นพื้นที่ราบเรียบความลาดชันของพื้นที่น้อยกว่า 3 % (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2526; Bakker, 1999) แต่พื้นที่ที่มีความลาดชันสูงถึง 10 % ยังมีความเหมาะสมในการปลูกอ้อย ถ้าทำการไถพรวนตามแนวระดับและมีระบบการให้น้ำที่เหมาะสม (Blackburn, 1984) ควรเป็นพื้นที่ที่น้ำไม่ท่วมขัง โดยทั่วไปอ้อยสามารถทนทานต่อสภาพน้ำท่วมหรือน้ำขังได้เล็กน้อยแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ระยะการเจริญเติบโตปริมาณและคุณภาพของน้ำ (เกษม และคณะ, 2521)

ข. เนื้อดินและโครงสร้างของดิน อ้อยสามารถปลูกได้ในเนื้อดินทุกประเภทเนื้อดินที่มีความเหมาะสมในการปลูกอ้อยควรเป็นดังต่อไปนี้ คือ ดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam) และดินร่วนเหนียว (clay loam) (Blackburn, 1984; Hunsigi, 1993) ส่วนโครงสร้างของดินควรมีโครงสร้างดี มีลักษณะเป็นแบบก้อนกลม (granular structure) ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการไถพรวน (เกษม, 2542) ดินที่มีความร่วนซุยจะมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง แต่ในปัจจุบันมี

การนำเครื่องจักรกลการเกษตรเข้ามาใช้กันมากหากใช้โดยไม่คำนึงถึงน้ำหนักดินและความชื้นของดินก็จะทำให้ประสบปัญหาโครงสร้างดินที่อัดแน่นเป็นแผ่น (Hunsigi, 1993) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ไม่พึงประสงค์ทางการเกษตร

ค. ความลึกของดิน ต้องเป็นดินที่มีความลึกอย่างน้อย 50 ซม. และควรปราศจากชั้นดานในชั้นดินล่าง (Husz, 1972) แต่ Blackburn (1984) รวมทั้งบัณฑิตและคำธณ (2542) ให้ความเห็นว่าความลึกที่เหมาะสมควรมากกว่า 100 ซม. และควรเป็นดินที่มีการระบายน้ำดีเพราะอ้อยเป็นพืชอายุยืนและรากหยั่งลึก

ง. ความชื้นในดิน การที่อ้อยจะเจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอได้นั้น อ้อยจะต้องได้รับน้ำแต่ช่วงการเจริญเติบโตอย่างเพียงพอ คือ ดินจะต้องมีความชื้นที่เป็นประโยชน์ (available water) อยู่ระหว่าง 50-100 % ถ้าความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำกว่า 50 % อ้อยจะขาดน้ำ ทำให้อ้อยเจริญเติบโตไม่ดี ผลผลิตลดลง (อรรถสิทธิ์, 2541) และยังพบว่าความชื้นในดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะเป็นตัวกำหนดปริมาณซูโครสในต้นอ้อย (Bakker, 1999)

จ. ความหนาแน่นรวมของดิน ดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อยควรมีความหนาแน่นรวมไม่เกิน 1.4 กรัม/ลบ.ซม. (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2544; Babu, 1979) แต่ Hunsigi (1993) รายงานว่าดินที่มีความเหมาะสมกับการปลูกอ้อยมากที่สุดควรมีค่าความหนาแน่นรวมในชั้นดินบน 1.5 กรัม/ลบ.ซม. ส่วนในชั้นดินล่างควรมีค่าความหนาแน่นรวม 1.6 กรัม/ลบ.ซม. ซึ่งจะให้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพ

3.1.2 ลักษณะทางเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ก. ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ดินที่ใช้ปลูกอ้อยส่วนใหญ่จะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.0-6.5 (ธวัช, 2543) Blackburn (1984) กล่าวว่าอ้อยสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ pH 6.5 Husz (1972) รายงานว่าอ้อยสามารถเจริญเติบโตได้ตั้งแต่ค่า pH 4.0 - 8.5 ในขณะที่ บัณฑิตและคำธณ (2542) กล่าวว่าช่วง pH ระหว่าง 5.6 - 7.3 เหมาะสมที่สุดสำหรับอ้อย

ข. ปริมาณอินทรีย์วัตถุ อินทรีย์วัตถุในดินมีอิทธิพลต่อการดูดซับธาตุอาหารช่วยเพิ่มความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน และยังสัมพันธ์กับความสามารถในการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนให้กับพืช โดยทั่วไปดินที่ใช้ปลูกอ้อยควรมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในช่วง 1.5 - 4.5 % (ธวัช, 2543; Hunsigi, 1993)

ค. ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกอ้อยควรมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมากกว่า 15 me / ดิน 100 กรัม (Blackburn, 1984; บัณฑิตและคำธณ, 2542)

ง. ความเค็มของดิน ความเค็มของดินจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพ น้ำตาลในอ้อย (Alexander, 1973) ระดับความเค็มของดินที่เหมาะสมกับการปลูกอ้อยควรมีค่าการนำไฟฟ้า (ECe) น้อยกว่า 2.5 เดซิซีเมน / เมตร (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2544) และ Hunsigi (1993) ยังพบว่า การเพิ่มขึ้นของระดับความเค็มของดินจะมีผลกระทบต่อค่าความต่างศักย์น้ำรวมในดิน (total water potential) ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการดูดน้ำและธาตุอาหารของพืช ทิวา (2542) รายงานว่าค่าความเค็มมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยของลักษณะต่างๆ ของอ้อย เช่น ความสูงเมื่ออ้อยตอ 1 อายุ 10 เดือน น้ำหนักลำ ที่เข้าหีบได้ต่อกอ จำนวนปล้องต่อลำ เปอร์เซ็นต์บrikซ์ เปอร์เซ็นต์โพส ซีซีเอส ปริมาณคลอโรฟิลล์และอัตราการสังเคราะห์แสง โดยระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้นทำให้ลักษณะต่างๆ ค่อยลง

จ. ธาตุอาหารในดิน อ้อยก็เหมือนพืชทั่วไปที่ต้องการธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและสะสมน้ำตาล การนำผลผลิตอ้อยออกจากแปลงปลูกมีส่วนสำคัญในการลดความอุดมสมบูรณ์ของดินลงไปเป็นอย่างมาก สำหรับกลุ่มมหาธาตุแล้ว โปแทสเซียมจะถูกเคลื่อนย้ายติดไปกับลำอ้อยมากที่สุด ในขณะที่กลุ่มจุลธาตุ ธาตุเหล็กจะเป็นธาตุที่สูญเสียมากที่สุด (สุรเดช และคณะ, 2542) ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแทสเซียม เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและทำให้อ้อยมีผลผลิตสูง แต่ในดินโดยทั่วไปอ้อยที่ปลูกมักจะแสดงอาการขาดธาตุทั้งสามให้เห็นอยู่เสมอ (ชวัช, 2543) Burnes (1974) รายงานว่าเมื่อนำผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ 50 ตันออกไปจากแปลงจะทำให้สูญเสียปริมาณธาตุไนโตรเจน 30-40 กก. ธาตุฟอสฟอรัสในรูป P_2O_5 22.7-27.2 กก. ธาตุโปแทสเซียมในรูป K_2O 68 กก. นอกจากนี้ Zende (1990) ได้กล่าวทำนองเดียวกันว่าปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปพร้อมกันผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ 1 ตันมีดังนี้ ปริมาณธาตุไนโตรเจน 0.56-1.2 กก. ธาตุฟอสฟอรัสในรูป P_2O_5 0.38-0.82 กก. ธาตุโปแทสเซียมในรูป K_2O 1.0-2.5 กก. ส่วนธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน รวมทั้งธาตุอาหารเสริม (จุลธาตุ) ได้แก่ สังกะสี โบรอน ทองแดง โมลิบดีนัม เป็นต้น มีรายงานว่าอ้อยจะแสดงอาการขาดเฉพาะบางท้องที่เท่านั้น ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมเหล่านี้มีความสำคัญในการช่วยการเจริญเติบโตของอ้อยถ้าขาดอาจทำให้อ้อยเจริญเติบโตไม่ปกติ (ชวัช, 2543; Blackburn, 1984)

3.2 น้ำ

อ้อยต้องการน้ำตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวไม่น้อยกว่า 1,000 มิลลิเมตร (ประเสริฐ, 2542) บันจิตและคำธม (2542) กล่าวว่าพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกอ้อยควรมีปริมาณน้ำฝน 1,600 - 2,500 มิลลิเมตรต่อปี แต่ Hunsigi (1993) รายงานว่า อ้อยสามารถเจริญเติบโตได้ในบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 500 - 2,500 มิลลิเมตรต่อปี โดยในบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยและไม่แน่นอน อ้อยต้องได้รับน้ำอย่างเพียงพอ น้ำที่ได้มาจากแหล่งน้ำชลประทานและน้ำฝนก็ได้ แต่ในสภาพความเป็นจริง พื้นที่ปลูกอ้อยของเกษตรกรส่วนใหญ่มักจะอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก สำหรับความต้องการน้ำของอ้อยนั้นจะปริมาณมากหรือน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระยะการเจริญเติบโตอ้อยที่เริ่มงอกใหม่จะต้องการน้ำปริมาณ

น้อยมาก แต่เมื่ออ้อยเจริญเติบโตมากขึ้นก็ต้องการน้ำปริมาณมากขึ้น ดังนั้นการปลูกอ้อยในเขตอาศัยน้ำฝนควรจัดการช่วงเวลาในการปลูกอ้อยให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำฝน (ประเสริฐ, 2542)

3.3 แสงแดด

อ้อยเป็นพืชที่ต้องการแสงแดดมาก ในสภาพที่มีปริมาณแสงแดดและความยาวของช่วงแสงมาก จะทำให้อ้อยเจริญเติบโตได้ดี โดยเฉพาะระยะที่อ้อยกำลังแตกกอและระยะอย่างปล้อง(ประเสริฐ, 2542) การสร้างและสะสมน้ำตาลมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณหรือความเข้มของแสงแดด (เกษม, 2542) ซึ่งจะมีผลให้ผลผลิตและคุณภาพของอ้อยสูง โดยทั่วไปในประเทศไทยจะมีแสงแดดเพียงพอกับความ ต้องการของอ้อย แต่จะแตกต่างกันบ้างในเรื่องปริมาณเมฆหมอกและจำนวนชั่วโมงที่มีแสงแดดในแต่ละ วัน (ประเสริฐ, 2542; Bakker, 1999)

3.4 อุณหภูมิ

อ้อยต้องการอุณหภูมิ 30 – 35 องศาเซลเซียส ในช่วงตั้งแต่ปลูกจนถึงระยะอย่างปล้องอุณหภูมิมีผล ต่อการงอก ความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางลำของอ้อย (ประเสริฐ, 2542; Bakker,1999; Hunsigi, 1993) บัณฑิตและคำรณ (2542) กล่าวว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการปลูกอ้อยควรมีอุณหภูมิเฉลี่ย 24 - 27 องศาเซลเซียส เกษม (2542 ก) รายงานว่า ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 15 - 16 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 38 องศา เซลเซียส อ้อยจะมีการเจริญเติบโตช้ามาก Dillewijn (1952) พบว่าอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เป็น อุณหภูมิที่อ้อยจะหยุดชะงักการเจริญเติบโต ถึงแม้ว่าที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส อ้อยบางพันธุ์อาจงอก ได้ โดยที่อุณหภูมิที่เหมาะสมในช่วงการเจริญเติบโตอาจแตกต่างกันตามพันธุ์อ้อย (เกษม, 2542 ก) แต่เมื่อ อ้อยเข้าสู่ระยะสุกแก่ (อายุมากกว่า 7 เดือน) อ้อยจะต้องการอุณหภูมิต่ำประมาณ 18 - 24 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 4-6 สัปดาห์ เพื่อเป็นการสะสมน้ำตาล และเพิ่มความหวาน ซึ่งเกิดจากการที่อุณหภูมิ ตอนกลางคืนต่ำจะช่วยทำให้การเคลื่อนย้ายน้ำตาลจากใบสู่ลำต้นได้ดีขึ้น (ประเสริฐ, 2542)

3.5 ลม

ลมมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่ออ้อย โดยมีอิทธิพลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงและการ เคลื่อนย้ายสารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงไปส่วนต่างๆของพืช (Hunsigi, 1993) ช่วยพาความชื้น ความ ร้อนหรือเย็น และคาร์บอนไดออกไซด์เข้าหรือออกจากแปลง ซึ่งจะมีผลกับอ้อยในทางลบหรือทางบวก แล้วแต่กรณี ลมพัดอ่อนๆจะช่วยเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้แก่อ้อยทำให้กระบวนการสังเคราะห์ แสงเพิ่มขึ้น อ้อยมีการคายน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อมีลมพัดแรงขึ้น การคายน้ำเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติทำให้การ เจริญเติบโตลดลง (เกษม, 2542 ก; Humbert, 1963) ในทางกลับกันในช่วงสุกแก่จะทำให้อ้อยหวานยิ่งขึ้น เนื่องจากการสูญเสียน้ำจากลำต้น (เกษม, 2542 ก)

3.6 พันธุ์อ้อย

พันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์ชอบพื้นที่และภูมิอากาศที่แตกต่างกันไป ทำให้มีความสามารถในการงอก การเจริญเติบโตและแตกกอได้ไม่เหมือนกัน (กองแผนงาน, 2521) นอกจากนี้โรคและแมลงในท้องถิ่นก็เป็นตัวจำกัดการแพร่กระจายของพันธุ์อ้อยด้วย พันธุ์อ้อยที่เหมาะสมนั้นควรเป็นพันธุ์ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ แยกกอดี ทนทานต่อโรคและแมลง ทนสนองต่อน้ำและปุ๋ยดี และช่วงปลายฤดูหิบน้ำหนักและความหวานไม่ลดลง (ชวัช, 2543)

4. อิทธิพลของธาตุไนโตรเจนที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพของอ้อย

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยทั่วไปเป็นธาตุอาหารตัวแรกที่จำกัดผลผลิตของพืช (ชวัช, 2543) ดังนั้นจึงเป็นธาตุที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตและคุณภาพของอ้อยเป็นอย่างมาก ไนโตรเจนจะใช้คาร์โบไฮเดรตในการสร้างโปรตีนและจำเป็นสำหรับการสร้างโพรโทพลาสซึมและเซลล์ใหม่ ในระยะแตกหน่อจะช่วยสร้างเซลล์ใหม่อย่างรวดเร็ว (Bakker, 1999) โดยปกติเมื่อเพิ่มปริมาณไนโตรเจนจนถึงระดับที่เพียงพอให้แก่พืช จะเพิ่มปริมาณโปรตีน การเจริญของใบดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index: LAI) และการสังเคราะห์แสงสุทธิของพืชเพิ่มขึ้นด้วย และหากการเพิ่มดัชนีพื้นที่ใบสอดคล้องกับการสังเคราะห์แสงสุทธิที่เพิ่มขึ้นแล้วการเจริญของพืชส่วนที่อยู่เหนือดินจะมากกว่าส่วนที่อยู่ใต้ดินหรือราก (ยงยุทธ, 2543)

ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนที่พบในส่วนต่างๆ ของอ้อยเท่าที่มีรายงานไว้ เช่น อ้อยพันธุ์เวสต้า มีดังนี้ คือในอ้อยปลูกจะพบว่าในส่วนของยอดอ้อยที่อยู่เหนือจุดหักธรรมชาติมีความเข้มข้นมากที่สุดคือ 1.12 % รองลงมาเป็นส่วนเสขเหลืออื่นๆ ที่อยู่ต่ำกว่าจุดหักธรรมชาติลงมาคือ 0.66 % และในลำอ้อยมีความเข้มข้นต่ำที่สุดคือ 0.20 % สำหรับในอ้อยต่อ 1 พบว่าส่วนของยอดอ้อยที่อยู่เหนือจุดหักธรรมชาติมีความเข้มข้นมากที่สุดคือ 0.74 % รองลงมาเป็นส่วนเสขเหลืออื่นๆ ที่อยู่ต่ำกว่าจุดหักธรรมชาติลงมาคือ 0.35 % และในลำอ้อยมีความเข้มข้นต่ำที่สุดคือ 0.12 % (สุรเดช และคณะ, 2542) ความสัมพันธ์ระหว่างระดับไนโตรเจนกับคาร์โบไฮเดรตมีความสำคัญอย่างมากสำหรับพืชที่ให้ผลผลิตเป็นน้ำตาล เช่น อ้อย มีผู้พบว่าเปอร์เซ็นต์ซูโครสในต้นซูการ์บีทจะลดลงเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณสูง โดยปกติแล้วปริมาณการผลิตน้ำตาลของพืชจะสูงที่สุดเมื่อระดับของไนโตรเจนค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการให้ปุ๋ยไนโตรเจนมีความสำคัญแก่พืชที่ให้น้ำตาล (ยงยุทธ, 2543) และ Keating *et al.* (1997) กล่าวว่า การเลือกใช้อัตราปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุดเท่าใดนั้นจะขึ้นอยู่กับอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในขณะนั้นๆ

4.1 อิทธิพลของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของอ้อย

อ้อยที่กำลังเจริญเติบโตจะต้องได้รับไนโตรเจนอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากปุ๋ยไนโตรเจนมีผลโดยตรงต่อการแตกกอและพัฒนาลำอ้อย (ประพันธ์ และคณะ, 2545 ข) ธวัช (2543) พบว่าในระยะสัปดาห์แรกๆ ของการเจริญเติบโต อ้อยจะดูดธาตุไนโตรเจนในปริมาณมากกว่าที่ควรใช้จริง ความเข้มข้นของไนโตรเจนในอ้อยทั้งในส่วนบนดินและใต้ดินเพิ่มขึ้นถึงขีดสูงสุดเมื่ออ้อยอายุ 1 เดือน หลังจากนั้นจะลดลง ดังนั้นในระยะที่อ้อยอายุ 1 เดือน ในดินจึงควรมีธาตุไนโตรเจนอย่างเพียงพอับความต้องการ

Mohan-Rao and Narasimham (1952) พบว่าอ้อยต้องการธาตุไนโตรเจนมากที่สุดเมื่อมีอายุ 2.5-5 เดือน และเมื่ออ้อยอายุ 4 เดือนไปแล้วอ้อยจะเข้าสู่ระยะย่างปล้อง จะมีการยึดปล้อง และสร้างใบใหม่ในระยะนี้จะมีการเจริญเติบโตรวดเร็วมากจึงต้องการน้ำและธาตุไนโตรเจนมาก (ถวิล, 2522)

เมื่ออ้อยโตเต็มที่ คือ อายุประมาณ 8 เดือนจะเข้าระยะสุกแก่ อ้อยจะหยุดการเจริญเติบโตและเริ่มสะสมน้ำตาลในปล้อง (ถวิล, 2522) ถ้าอ้อยได้รับไนโตรเจนมากเกินไปในช่วงนี้จะมีผลทำให้น้ำตาลซูโครสในน้ำอ้อยลดลง อ้อยจะดูดน้ำมากลำต้นอวบ อ้อยแก่ช้าและคุณภาพจะลดลง (Dillewijn, 1952)

อรรถสิทธิ์ และคณะ (2538) ศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตในอัตรา 50, 100, 150 และ 200 กก./ไร่ ตามลำดับในอ้อยพันธุ์อุ้มทอง 2 มีผลทำให้จำนวนปล้องต่อลำ และขนาดของลำอ้อยเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น

รุจิกร (2538) รายงานว่า ในชุดดินกำแพงแสนที่ใช้ปลูกอ้อยพันธุ์ กพส 85-11-2 และพันธุ์ กพส 85-1-56 การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างกันไม่มีผลทำให้ความสูงของอ้อยระหว่างเดือนที่ 3-8 แตกต่างกันทางสถิติ

Abd-El-Latif *et al.* (1999) รายงานว่า อิทธิพลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำ แต่จะมีผลต่อความยาวลำทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยต่อ

4.2 อิทธิพลของธาตุไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของอ้อย

อรรถสิทธิ์ และคณะ (2538) พบว่า การเพิ่มปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตในอัตรา 50, 100, 150 และ 200 กก./ไร่ ตามลำดับในอ้อยพันธุ์อุ้มทอง 2 ทำให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นเป็นสมการเส้นตรงโดยอ้อยปลูกมีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสูงกว่าอ้อยต่อ 1 แต่อัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่แตกต่างกันไม่ทำให้คุณภาพของอ้อยแตกต่างกันทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1

รุจิกร (2538) พบว่าการใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตรา 40 กก. N/ไร่ ในอ้อยปลูกพันธุ์ กพส 85-11-2 ให้น้ำหนักผลผลิตสูงสุด 20.047 ตันต่อไร่ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับอัตราต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง ในขณะที่อ้อยพันธุ์ กพส 85-1-56 ให้น้ำหนักผลผลิตอ้อยสูงสุด 16.25 ตันต่อไร่ แตกต่างกันทางสถิติกับปุ๋ยในโตรเจนในอัตราต่างๆ ที่ใช้ และยังพบว่า ผลผลิตของอ้อยทั้งสองพันธุ์ไม่มีสหสัมพันธ์กับความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในเนื้อเยื่อดัชนี (index tissue) ที่อายุต่างๆ กันแต่อย่างใด ส่วนคุณภาพของอ้อยพบว่า การใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตราต่างๆ ไม่มีผลทำให้คุณภาพอ้อยแตกต่างกันทางสถิติ แต่อัตราปุ๋ยในโตรเจนที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ค่า CCS ลดลง

ประพันธ์ และคณะ (2545ข) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตรา 12 กก. N/ไร่ มีผลทำให้ผลผลิตอ้อยสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยในโตรเจน แต่ไม่มีความแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตรา 24 และ 36 กก. N/ไร่ และในด้านคุณภาพความหวานของอ้อยอัตราปุ๋ยในโตรเจนไม่มีผลต่อคุณภาพความหวานของอ้อยทั้งในอ้อยปลูกและอ้อยต่อ

Muchow *et al.* (1996) ศึกษาการใช้ปุ๋ยในโตรเจนในอัตรา 56, 107 และ 268 N/เฮกตาร์ของอ้อยปลูกพันธุ์ Q 117 พบว่าการใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตราเพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นเป็นดังนี้คือ 163, 173 และ 191 ตัน/เฮกตาร์ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านคุณภาพของอ้อย อัตราปุ๋ยในโตรเจนที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่า CCS ลดลงและแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่า CCS ที่ได้เป็นดังนี้คือ 16.1, 14.9 และ 13.1 % ตามลำดับ สำหรับอ้อยต่อ 1 การใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตรา 0, 55 และ 774 N/เฮกตาร์ พบว่าการใช้ในอัตราที่เพิ่มสูงขึ้นจะทำให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มสูงขึ้นด้วย และแตกต่างกันทางสถิติ โดยได้ผลผลิตเป็น 73, 118 และ 167 N/เฮกตาร์ ในด้านคุณภาพของอ้อยการใช้ปุ๋ยในโตรเจนอัตรา 774 กก./เฮกตาร์ ทำให้อ้อยมีค่า CCS ต่ำที่สุด คือ 13.3% เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตรา 0 และ 55 N/เฮกตาร์ซึ่งมีค่า CCS 17.3 และ 17.8% ตามลำดับ

Abd-Latif *et al.* (1999) ทำการศึกษาในอ้อยพันธุ์ F 153 โดยการใช้ปุ๋ยในโตรเจนอัตรา 63, 75.6, 88.2 และ 100.8 กก. N/เฮกตาร์ พบว่าการใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตรา 88.20 กก. N/เฮกตาร์ทำให้ผลผลิตอ้อยและน้ำตาลเพิ่มขึ้นและแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการให้ปุ๋ยอัตรา 63 และ 75.6 กก. N/เฮกตาร์

Pandey and Shukla (2000) ศึกษาอิทธิพลของอัตราปุ๋ยในโตรเจนพบว่า การใช้ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้น ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและแตกต่างทางสถิติ โดยเมื่อเพิ่มปุ๋ยในโตรเจนจาก 112.5 เป็น 187.5 N/เฮกตาร์ ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 14.7 เปอร์เซ็นต์ แต่ในด้านคุณภาพอ้อยกลับไม่พบความแตกต่างทางสถิติของค่า CCS เมื่อใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่ต่างกัน

Choudhary and Sinha (2001) ศึกษาอิทธิพลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนพบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 100, 150 และ 200 N/เฮกตาร์ ทำให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 14.8, 25.0 และ 25.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 50 N/เฮกตาร์

เมทินีและกมุท (2552) ทำการศึกษาอัตราปุ๋ยต่อผลผลิตของอ้อยพันธุ์ LK92-11 โดยใช้ตำรับปุ๋ย 3 ตำรับ คือ 5 -1 -10 (T1), 10 -2 -20 (T2) และ 15 -3 -30 (T3) ของ $N-P_2O_5-K_2O$ กก./ไร่ ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าตำรับทดลองอัตราปุ๋ยที่แตกต่างกันทำให้ผลผลิตอ้อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยในตำรับ T3 ทำให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ 25.74 ตัน/ไร่ ให้ปุ๋ยตำรับ T2 และ T1 ให้ผลผลิต 25.01 และ 22.51 ตัน/ไร่ ตามลำดับ

5. การใช้ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน

การพิจารณาผลการวิเคราะห์ดินเป็นแนวทางในการใช้ปุ๋ยอ้อย ได้รับความนิยมนในแหล่งปลูกอ้อยของหลายประเทศ (Perez *et al.*, 2003) ดินที่ใช้เพาะปลูกในประเทศไทยมีมากกว่า 200 ชนิด แต่ละชนิดมีศักยภาพแตกต่างกันไป ข้อมูลชนิดดินจึงไม่ควรเปลี่ยนแปลง ซึ่งแตกต่างจากความอุดมสมบูรณ์ดินที่ผันแปรไปตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนั้นควรนำข้อมูลชนิดดินและข้อมูล N-P-K ในดินมาประกอบการตัดสินใจใช้ปุ๋ยเคมีให้มีประสิทธิภาพขึ้น เรียกว่า การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (ทัศนีย์และประทีป, 2551) การให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมกับดินและชนิดของพืชที่ปลูก ตลอดจนการให้คำแนะนำการปรับปรุงแก้ไขสภาพทางเคมีและฟิสิกส์บางประการ อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ดินจะถูกนำมาใช้เป็นหลักในการให้คำแนะนำจะต้องหรือเหมาะสมสำหรับดินหรือพืชที่ปลูก ณ แห่งใดแห่งหนึ่งที่น่ามาทดสอบ จะขึ้นกับปัจจัยหลายๆอย่างรวมทั้งประสบการณ์ของผู้ให้คำแนะนำซึ่งต้องเข้าใจความหมายของค่าวิเคราะห์ดินและขณะเดียวกันก็คุ้นเคยเป็นอย่างดีกับสภาพท้องถิ่นที่ไร่นา ตลอดจนชนิดและคุณสมบัติของพืชที่เกษตรกรปลูก การให้คำแนะนำจะต้องปรับอัตราปุ๋ยไปตามความเหมาะสมที่ผู้ให้คำแนะนำเห็นว่าจะเป็นผลดีที่สุดต่อเกษตรกรในแง่เศรษฐกิจ และเป็นการปฏิบัติที่ควรจะเป็นไปได้จริง ๆ ในสภาพปัจจุบันของแต่ละท้องถิ่น ดังนั้นในแง่ของการให้คำแนะนำแม้ดินที่ทดสอบจะมีค่าวิเคราะห์ที่เหมือนกันและแปลความหมายได้ว่ามีระดับธาตุอาหารที่เท่ากัน การให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยแก่เกษตรกรในท้องถิ่น ๆ ที่แตกต่างกัน หรือปลูกพืชต่างชนิดกันก็จะแตกต่างกันได้เป็นอย่างมาก (สรสิทธิ์และคณะ, 2527)

5.1 คำแนะนำที่จัดทำโดยกรมวิชาการเกษตร

เป็นการรวบรวมมาจากการทดลองในแปลงภายใต้สภาพแวดล้อมต่างๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อหาความสัมพันธ์กันระหว่างค่าที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนของแต่ละแปลงทดลองกับชุด

ข้อมูลต่างๆที่กล่าวแล้วในเบื้องต้น นำมาจัดทำเป็นคำแนะนำที่ระบุทั้งชนิดและอัตราปุ๋ย โดยอยู่บนพื้นฐานที่สามารถเพิ่มผลผลิตให้เป็น 90 เปอร์เซ็นต์ ของศักยภาพในการให้ผลผลิตได้สูงสุดของแต่ละชนิดพืช โดยที่ปัจจัยอื่นๆที่กระทบต่อการให้ผลผลิตพืชอยู่ในระดับที่เป็นปกติ ซึ่งการแนะนำอัตราปุ๋ยได้แบ่งเป็น 2 กลุ่มดังนี้

5.1.1 ใช้ข้อมูลเนื้อดินเป็นหลัก จะพิจารณาจากลักษณะเนื้อดินเมื่อทราบชนิดเนื้อดิน อัตราปุ๋ยที่สอดคล้องกับลักษณะเนื้อดินเป็นดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การใช้ปุ๋ยตามลักษณะเนื้อดินเป็นหลัก

เนื้อดิน	ปริมาณธาตุอาหารที่แนะนำ (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O กก./ไร่)	
	อ้อยปลูก	อ้อยต่อ
ดินทราย	12 - 6 - 12	18 - 9 - 18
ดินร่วนทราย	12 - 6 - 12	18 - 9 - 18
ดินเหนียว	12 - 6 - 12	24 - 12 - 24
ดินร่วนเหนียว	12 - 6 - 12	24 - 12 - 24

5.1.2 ใช้ข้อมูลการวิเคราะห์ปริมาณ จะพิจารณาจากปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ค่าฟอสฟอรัสที่สกัดได้จากดินโดยสารละลายสกัด Bray II และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้จากการใช้สารละลาย 1 N Ammonium acetate ที่ pH 7 เป็นสารละลายสกัด อัตราปุ๋ยที่สอดคล้องกับค่าวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

ตารางที่ 2 การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

รายการวิเคราะห์	อัตราปุ๋ยที่ใส่	
	อ้อยปลูก	อ้อยตอ
1) อินทรีย์วัตถุ (%)		
< 1.0	ปุ๋ย N 12 กก./ไร่	ปุ๋ย N 18 กก./ไร่
1.0 - 2.0	ปุ๋ย N 12 กก./ไร่	ปุ๋ย N 18 กก./ไร่
> 2.0	ปุ๋ย N 6 กก./ไร่	ปุ๋ย N 12 กก./ไร่
2) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P, มก./กก.)		
< 15	ปุ๋ย P ₂ O ₅ 6 กก./ไร่	ปุ๋ย P ₂ O ₅ 9 กก./ไร่
15 - 30	ปุ๋ย P ₂ O ₅ 6 กก./ไร่	ปุ๋ย P ₂ O ₅ 9 กก./ไร่
> 30	ปุ๋ย P ₂ O ₅ 3 กก./ไร่	ปุ๋ย P ₂ O ₅ 6 กก./ไร่
3) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K, มก./กก.)		
< 60	ปุ๋ย K ₂ O 12 กก./ไร่	ปุ๋ย K ₂ O 18 กก./ไร่
60 - 90	ปุ๋ย K ₂ O 12 กก./ไร่	ปุ๋ย K ₂ O 18 กก./ไร่
> 90	ปุ๋ย K ₂ O 6 กก./ไร่	ปุ๋ย K ₂ O 12 กก./ไร่

5.2 คำแนะนำโดยพิจารณาจากผลต่างระหว่างปริมาณที่คาดว่าพืชสามารถใช้ประโยชน์ได้จากดินกับปริมาณที่พืชต้องใช้จริงทั้งหมดตลอดฤดูกาลของการปลูกพืชแต่ละครั้ง

เป็นแนวคิดของนักวิชาการบางส่วนของภาควิชาปฐพีวิทยา (สุรเดช,2550) โดยมีหลักการที่สำคัญคือ

5.2.1. กำหนดหาปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ในดิน (utilizable N) กำหนดจากค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ร่วมกับค่าความหนาแน่นรวมของดิน ที่ความลึกของการไถพรวนจริงในการเตรียมแปลงปลูก ซึ่งจากทฤษฎีทราบกันแล้วว่า อินทรีย์วัตถุ จะมีไนโตรเจนทั้งหมดประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ และไนโตรเจนจำนวนดังกล่าวนี้จะแปรสภาพมาเป็นไนโตรเจนอยู่ที่พืชใช้ได้นั้นจะมีสัมพันธ์กับเนื้อดินดังรายละเอียดต่อไปนี้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

ดินเนื้อหยาบ	= 4 - 6 %	เฉลี่ย	5 % (ต่อปี)
ดินเนื้อปานกลาง	= 1.5 - 3 %	เฉลี่ย	2.25 % (ต่อปี)
ดินเนื้อละเอียด	= 1.25 - 2.5 %	เฉลี่ย	1.875 % (ต่อปี)

5.2.2 คำนวณหาปริมาณปุ๋ยฟอสเฟตที่ต้องใส่ เป็นการนำเอาสมการ Bray –Mitscherlich มาใช้ในการคำนวณ ซึ่งสมการดังกล่าวเป็นดังนี้

$$\log (A-Y) = \log A - c_1 b - cX \text{ (สุทิน, 2543)}$$

ในเมื่อ

A = ผลผลิตสัมพัทธ์ตามศักยภาพของพืชที่ให้ได้สูงที่สุด (100%)

Y = ผลผลิตสัมพัทธ์ที่คาดว่าจะได้รับจากการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่คำนวณได้ (%)

b = ค่า avail.P ที่ได้จากการสกัดดินด้วยสารละลายสกัด Bray II (มก./กก.)

X = ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูป P_2O_5 กก./ไร่ ที่ต้องใส่

c = ค่าคงที่สำหรับอ้อยที่กรมวิชาการเกษตรให้ไว้คือ 0.0547

c_1 = ค่าคงที่สำหรับอ้อยที่กรมวิชาการเกษตรรายงานไว้คือ 0.0596

5.2.3 คำนวณหาปริมาณ โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ Utilizable K กำหนดให้ร้อยละ 80 เปอร์เซ็นต์ของที่วัดได้ เป็นปริมาณโปแทสเซียมที่พืชสามารถใช้ได้ตลอดอายุการเก็บเกี่ยวในแต่ละครั้ง และนำไปคำนวณเป็นปริมาณทั้งหมดในพื้นที่ 1 ไร่ตามค่าความหนาแน่นของดินที่ระดับความลึกของชั้นไทรพรวน ค่าที่ได้จะเป็นปริมาณโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ทั้งหมดที่มีในดินนั้น เปลี่ยนหน่วยเป็น K_2O เพื่อสอดคล้องกับหน่วยของโปแทสเซียมในปุ๋ยเคมี

5.3 การพัฒนาระบบให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตอ้อยโดยใช้แบบจำลองการเติบโตของพืช (crop simulation model)

5.3.1 CaneFert 1

เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณชนิดและอัตราการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมในแปลงปลูกอ้อย ซึ่งใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ระดับธาตุอาหารที่มีอยู่เดิมในดินมาคำนวณร่วมกับแบบจำลองการเติบโตของอ้อย (cane simulation model) ประกอบกับข้อมูลชนิดของดินซึ่งจำแนกตาม คุณลักษณะจำเพาะของดินในแต่ละพื้นที่ปลูก ทำให้โปรแกรมนี้สามารถประยุกต์ใช้กับพื้นที่ปลูกอ้อยได้ทั่ว (ปรีชาและคณะ, 2546)

อุดมและคณะ (2550) ศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยกับอ้อยพันธุ์ 94-2-200 ปลูกฤดูฝนในชุดดินสติก มีการเพิ่ม-ลดระดับของปุ๋ยไนโตรเจนและโปแทสเซียมอัตราปุ๋ย 8 อัตรา จากคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินและระบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน Canefert 1.0 (ปรีชาและคณะ, 2546) คือ 1) 0-0-0 2) 0-15-19 3) 9-15-19 4) 18-15-19 (คำแนะนำ) 5) 27-15-19 6) 18-15-9.5 7) 18-15-28.5 ผล

การทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยที่ไม่มีไนโตรเจนให้ผลผลิต 5.6 ตัน/ไร่ ไม่แตกต่างกับที่ไม่ใส่ปุ๋ยอะไรเลย ได้ผลผลิต 5.8 ตัน/ไร่ การเพิ่มอัตราไนโตรเจนเป็น 9, 18 และ 27 กก./ไร่ เพิ่มผลผลิตร้อยละ 50, 69 และ 90 ตามลำดับ และผลผลิตน้ำตาลเพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยที่ไม่มีไนโตรเจนได้ผลผลิตน้ำตาล 0.9469 ตัน/ไร่ และไม่มี การตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียม การใส่หรือไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมไม่เพิ่มผลผลิต และคุณภาพความหวาน แต่การเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมมีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลในลำ อ้อยเพิ่มขึ้น ผลการทดลองในอ้อยต่อก็เป็นไปในทำนองเดียวกันกับอ้อยปลูก

5.3.2 ระบบคำแนะนำธาตุอาหาร เฉพาะพื้นที่ สำหรับอ้อย (SimCane)

เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนาบน MS Access 2003 สามารถเปิดเรียกใช้งานได้ด้วย MS Access รุ่น 2003 ขึ้นไป มีคำแนะนำธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่สำหรับอ้อยในพื้นที่ 18 จังหวัด มีระบบ คำนวณการผสมปุ๋ยจากแม่ปุ๋ยหลัก เพื่อให้ได้ปุ๋ยผสมตามสูตรที่ต้องการ(ทัศนีย์และคณะ, 2552)

อุดมและคณะ (2550) ศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียมในชุดดินยโสธรและชุดดิน โคราช อ้อยปลูกข้ามแล้งพันธุ์ 94-2-200 โดยแปรผันอัตราของโพแทสเซียมจากคำแนะนำตามค่า วิเคราะห์ดิน อัตรา 0, 12, 24, 36 และ 48 กก./ไร่ ผลการทดลองในชุดดินยโสธรอ้อยปลูกพบว่า ไม่มี ความแตกต่างของผลผลิตระหว่างอัตราปุ๋ยโพแทสเซียม การใส่หรือไม่ใส่ปุ๋ยไม่มีผลต่อ

คุณภาพความหวาน มีค่า CCS ในชุดดินโคราชก็ให้ผลเช่นเดียวกันคือไม่มีการ ตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยโพแทสเซียม แต่การใส่ปุ๋ยที่มีโพแทสเซียมทำให้ค่า CCS เพิ่มขึ้นในอ้อยต่อ ให้ผลเช่นเดียวกับอ้อยปลูก

นาคยาและอรุณสิทธิ์ (2552) ทำการศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในอ้อย ต่อ 1 หลังเก็บเกี่ยวอ้อยปลูกของโรงงานน้ำตาลบ้านไร่ อัตรา 24-4-16 ของ $N-P_2O_5-K_2O$ กก./ไร่ ผลการ ทดลองในอ้อยปลูก พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินได้ผลผลิตน้ำหนกอ้อยและคุณภาพความ หวานสูงกว่าวิธีของเกษตรกร ซึ่งใช้ปุ๋ยยูเรียเพียงอย่างเดียวที่อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ โดยเฉพาะในดินที่มี ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีความจำเป็นจะต้องใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจน เพื่อให้เกิดความ สมดุลของธาตุอาหาร แต่การเพิ่มอัตราปุ๋ยเป็น 2 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินถึงแม้จะมีผลผลิตเพิ่มแต่ไม่ แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับอ้อยที่ใส่ปุ๋ย 1 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ย ไนโตรเจนอย่างเดียวยังคงให้ผลผลิตอ้อยสูงกว่าอ้อยต่อที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย

6. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียว (SPAD – value) ใบบอกปริมาณไนโตรเจนในใบ

ค่าความเขียวของใบ (SPAD – value) ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณของคลอโรฟิลล์ในใบพืช (Kariya et al., 1982) วัดโดยใช้เครื่อง Chlorophyll meter หรือ (SPAD - 502) ได้รับการพัฒนาโดยหน่วย Soil-Plant Analyses Development (SPAD) ของบริษัท มินอลต้า เป็นเครื่องมือใช้งานง่ายสะดวกรวดเร็ว และไม่ทำความเสียหายให้แก่พืชที่ปลูก SPAD รุ่น 502 วัดค่าการดูดกลืนแสงของใบที่การส่งผ่าน 2 ช่วง คือคลื่นแสงสีแดง (600-700 nm) และ near – infrared เครื่องจะคำนวณและแสดงค่าออกมาเป็นตัวเลข (SPAD value) ที่เป็นสัดส่วนกับปริมาณคลอโรฟิลล์ที่แสดงอยู่ในใบพืช (Minolta Camera Co. Ltd., 1989)

คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) เป็นรงควัตถุสีเขียวที่พบมากในพืช มีหลายชนิด ได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ บี ซี และ ดี ทำหน้าที่สำคัญในการดูดแสงและกระตุ้นปฏิกิริยาแสงในกระบวนการสังเคราะห์แสง (สมบุญ, 2548) คลอโรฟิลล์เป็นสารที่ละลายได้ดีในอะซีโตนและแอลกอฮอล์ โครงสร้างอาจแบ่งได้เป็นสองส่วน คือ ส่วนหัว และส่วนหาง โดยที่ส่วนหัวของคลอโรฟิลล์มีลักษณะเป็นวงแหวนไพโรล (pyrole ring) ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ 4 วง และมีธาตุแมกนีเซียมอยู่ตรงกลางโดยทำพันธะกับไนโตรเจน ส่วนหัวนี้มีขนาดประมาณ 1.5x1.5 นาโนเมตร ส่วนหางของคลอโรฟิลล์มีลักษณะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ 20 อะตอม มีความยาวประมาณ 2 นาโนเมตร คลอโรฟิลล์ดูดกลืนแสงได้ดีในช่วงคลื่นของแสงสีฟ้าและสีแดง แต่ดูดกลืนช่วงแสงสีเหลืองและเขียวได้น้อย ดังนั้นเมื่อได้รับแสงจะดูดกลืนแสงสีฟ้าและสีแดงไว้ ส่วนแสงสีเขียวที่ไม่ได้ดูดกลืนจึงสะท้อนออกมา ทำให้เห็นคลอโรฟิลล์มีสีเขียว (ภาคภูมิ, 2550)

คลอโรฟิลล์เอ ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) ดูดแสงได้ดีที่สุดที่มีความยาวช่วงคลื่นซึ่งมีศูนย์กลางปฏิกิริยาที่ 680 และ 700 นาโนเมตรเรียก P_{680} และ P_{700} ตามลำดับ (ศรีสม, 2549)

คลอโรฟิลล์บี ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$) สามารถดูดแสงได้ดีในหลายความยาวคลื่น ได้แก่ 480, 640 และ 650 นาโนเมตร

ส่วนคลอโรฟิลล์ซีสามารถดูดแสงที่มีความยาวคลื่น 645 นาโนเมตรได้ดีที่สุด

ในพืชชั้นสูงจะพบคลอโรฟิลล์เอและบีมาก ส่วนในพืชชั้นต่ำจะพบคลอโรฟิลล์ชนิดอื่นๆและรงควัตถุ เช่น แคโรทีนอยด์ ไฟโคไซยานิน และไฟโคอิทรินอยู่มาก (สมบุญ, 2548)

Peterson และคณะ (1993) กล่าวว่า การสร้างคลอโรฟิลล์ขึ้นกับปริมาณธาตุไนโตรเจนที่มีอยู่ในพืชนั้น ค่าความเข้มของสีเขียวที่วัดได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบ

ในทุกุกระยะการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตามพบว่ายังมีหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์กับความเข้มของ สีใบที่วัดได้ โดยเฉพาะความแตกต่างทางด้านพันธุกรรม และอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และแสงแดด SPAD – meter จึงมีความเป็นไปได้ในการใช้ตรวจสอบภาวะที่ขาดแคลนไนโตรเจน โดยวัดเป็นกรัมไนโตรเจนต่อพื้นที่ใบ (ตารางเมตร) โดยปกติทั่วไปจะวัดเป็น กรัมไนโตรเจนต่อน้ำหนักใบ (กิโลกรัม) ค่า SPAD – value จะบ่งชี้ถึงการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์และความเข้มข้นของไนโตรเจน การลดลงนี้สามารถบอกถึงการขาดแคลนไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินได้ (Minolta Camera Co. Ltd., 1989) นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่า SPAD – meter สามารถใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนได้ (Peterson *et al.*, 1993 ; Smeal and Zhang , 1994 ; Balasubramnian *et al.*, 2000)

Neilsen *et al.* (1995 a) ศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์และไนโตรเจนในใบแอปเปิ้ล โดยปลูกในสภาพแปลงปลูกที่มีการให้ปุ๋ยไนโตรเจน 3 อัตรา ร่วมกับปุ๋ยแคลเซียมในเตรท ที่ให้ทางระบบน้ำ เมื่อทำการวัดด้วยเครื่องมือ SPAD- 502 พบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์และไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับค่าที่วัดได้จากเครื่องมือ SPAD- 502

Neilsen *et al.* (1995 b) ทำการทดลองโดยใช้แคลเซียมในเตรทโดยให้ทางระบบน้ำกับต้นแอปเปิ้ล 4 พันธุ์ที่ปลูกใน ไลซิมิเตอร์ (lysimeter) พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์และปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของปุ๋ยที่ได้รับในทุกพันธุ์ ค่าที่ตรวจวัดได้สอดคล้องกับค่าที่วัดได้ด้วยเครื่อง SPAD- 502 แต่การเปลี่ยนแปลงระดับธาตุอาหารในพืชขึ้นอยู่กับการเจริญในรอบปีของพืชด้วย

Sibley *et al.* (1996) ศึกษาการวัดระดับไนโตรเจนที่ใบด้วยเครื่อง SPAD-502 และการสกัดคลอโรฟิลล์กับการคัดเลือกต้นเมเปิ้ลพบว่าค่าที่อ่านได้ด้วยเครื่อง SPAD-502 และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกัน แต่พบความแตกต่างในบางพันธุ์

Wu Feibo *et al.* (1998) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่อง SPAD-502 และลักษณะทางสรีระหรือลักษณะเฉพาะผลผลิตของฝ้ายในช่วงฤดูสั้น พบว่า ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า SPAD กับปริมาณของทั้งไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์ ซึ่งในแต่ละระยะการเจริญเติบโต มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไนโตรเจนและค่า SPAD มีความชันมากเมื่อแสดงเป็นไนโตรเจนต่อพื้นที่ต่อน้ำหนักแห้ง ความสัมพันธ์เป็นเส้นโค้ง พบว่าระหว่างค่า SPAD ที่ระยะต่างๆระดับความเข้มข้นการสังเคราะห์แสง ผลผลิตฝ้าย และจำนวนสมอทั้งหมดต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิตินอกจากนี้ ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า SPAD และระดับปุ๋ยไนโตรเจนมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) SPAD – meter สามารถใช้ตัดสินความต้องการไนโตรเจนของฝ้ายในช่วงฤดูสั้นก่อนระยะสมอเปิด จุดความเขียวใบวิกฤตสำหรับผลิตผลฝ้ายสูงที่สุดคือ 32.4, 33.1 35.0 และ 43.55 ที่ระยะดอกดอก ดอกบาน สร้างสมอ

ก่อนสมอเปิดและสมอเปิดตามลำดับ สามารถให้ผลผลิตได้ถึง 24.2–25.0 กก./เฮกเตอร์ ควบคู่ไปกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเมื่อค่า SPAD ลดลงต่ำกว่าจุดความเขียวใบวิกฤต

Mahmoud M. Shaahan *et al.* (1999) ศึกษาการทำนายสถานะของธาตุไนโตรเจน ธาตุแมกนีเซียมและเหล็ก โดยการใช้เครื่องมือตรวจสอบ (Hydro N-Tester) ในไม้ผล คือ มะม่วง ส้มแมนดาริน องุ่นและฝรั่งในเมือง Ismailia และ Sharkia ประเทศอียิปต์ พบว่าเครื่องมือนี้สามารถใช้ทำนายทั้งคลอโรฟิลล์และสถานะไนโตรเจนในใบของไม้ผลได้สะดวกและรวดเร็ว ค่าไนโตรเจนที่พอเพียงสำหรับการเจริญเติบโตคือ 110 - 610 สำหรับมะม่วง 735 - 820 สำหรับส้มแมนดาริน 249 - 332 สำหรับฝรั่งและ 285 - 345 สำหรับองุ่น หากค่าที่อ่านต่ำกว่านี้จะถือว่าอยู่ในช่วงภาวะขาดแคลน เครื่องทดสอบยังสามารถประเมินสถานะของแมกนีเซียมสำหรับผลไม้บางชนิด การวัดของสถานะของเหล็กโดยใช้ N-Tester ไม่สามารถวัดได้ภายใต้สภาวะจำกัด

Berg and Perkins (2004) ทำการประเมินค่าของคลอโรฟิลล์มิเตอร์เพื่อคาดคะเนคลอโรฟิลล์และปริมาณไนโตรเจนในใบเมเปิ้ล (*Acer saccharum Marsh.*) โดยทดสอบความสัมพันธ์กันที่ระหว่างค่าดัชนีของปริมาณคลอโรฟิลล์ (CCI) และสามารถแยกคลอโรฟิลล์มิเตอร์เพื่อคาดคะเนคลอโรฟิลล์ (CHL) และไนโตรเจน (N) ในตัวอย่างต่างชนิดกัน ผลการทดสอบความสัมพันธ์พบว่าระหว่าง CCI และ CHL ($P \leq 0.001$, $r^2 = 76\%$) และ CCI และ N ($P \leq 0.001$, $r^2 = 64\%$) จากข้อมูลนี้บ่งบอกว่าคลอโรฟิลล์มิเตอร์ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับคาดคะเน ความสัมพันธ์ของคลอโรฟิลล์และปริมาณไนโตรเจนในใบเมเปิ้ล

Alena Torres Netto *et al.* (2005) ศึกษาความสัมพันธ์กันระหว่างรงควัตถุสำหรับสังเคราะห์แสงที่แยกใน dimethylsulfoxide (DMSO) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและ คลอโรฟิลล์ เอ fluorescence กับค่า SPAD ที่อ่านได้ในใบกาแฟ ทำการเปรียบเทียบวิธีดั้งเดิมซึ่งเป็นการทำลายพืชกับการใช้เครื่อง SPAD-502 โดยพบว่าเครื่อง SPAD - 502 สามารถใช้ได้รวดเร็วและประหยัดกว่าวิธีเดิม ค่า SPAD ที่อ่านได้ต่ำกว่า 40 จะแสดงว่าเกิดความเสียหายกับกระบวนการสังเคราะห์แสง เครื่อง SPAD - 502 สามารถใช้คาดคะเนรงควัตถุในการสังเคราะห์แสง และไนโตรเจนทั้งหมดในกาแฟ

Jianliang Huang *et al.* (2008) การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบตอบสนองต่อไนโตรเจนและประสิทธิภาพการนำไปใช้ของปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวพันธุ์ Shanyou63 (SY63) และ Liangyoupeijiu (LYP9) ด้วยการใช้เครื่องวัดคลอโรฟิลล์ (SPAD) กำหนดของอัตราไนโตรเจนที่ดีที่สุดสำหรับข้าวที่แน่นอน ภายใต้อัตราของปุ๋ยไนโตรเจนช่วงกว้างๆ โดยมีดำรับการทดลองที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน วิธีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนในเวลาที่กำหนดแน่นอน (Fixed-time adjustable-dose N management : FTNM) วิธีการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนตามเวลาจริง (Real-time N management : RTNM) ผลการทดลองพบว่า ข้าวทั้งสองพันธุ์ต้องการปุ๋ยไนโตรเจนทั้งหมดอัตราน้อยที่สุด 120–150 kg N/ ha⁻¹ สำหรับ

ผลผลิตเมล็ดที่สูงที่สุด เมื่อใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไป (195–275 kg N ha⁻¹) ผลผลิตเมล็ดของ LYP9 สูงกว่า SY63 13%

กึ่งแก้วและคณะ (2551) รายงานว่า ระดับของสีใบข้าวในกลุ่มพันธุ์ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงที่เกษตรกรนิยมปลูกในปัจจุบัน มีความแตกต่างกันเล็กน้อยตามพันธุ์ข้าว และกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย สีใบข้าวทุกพันธุ์จะเขียวเข้มขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น การใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำให้ผลผลิตข้าวในระดับเดียวกันกับวิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าความเข้มของ สีใบ ที่มีค่าความเข้มมากกว่าหรือเท่ากับ 2.0 และ 3.0 แต่บางฤดู ค่าความเข้มของสีใบ ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 2.0 อาจได้ผลผลิตน้อยกว่าอีก 2 วิธีที่กล่าวมา และเมื่อวัดค่าสีใบที่มีความเข้มมากกว่าหรือเท่ากับ 4.0 ทำให้ผลผลิตลดลง ในฤดูนาปรัง ข้าวทุกพันธุ์จะมีความเข้มของสีใบเฉลี่ยสูงกว่าฤดูนาปี พันธุ์ชัชนาท1 และ พันธุ์ปทุมธานี 1 มีค่าความเข้มของสีใบต่ำกว่า พันธุ์พิษณุโลก 2 และพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่มีค่าความเข้มของสีใบในระดับเดียวกัน

สัตถาภูมิและจักริ (2552) ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อหาความสัมพันธ์ของค่าคลอโรฟิลล์ในใบข้าวกับค่าเฉลี่ยสีในใบข้าว โดยใช้กรรมวิธีการถดถอยแบบเชิงเส้น (Linear Regression) ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าเทคนิคที่นำเสนอแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยสีภาพถ่ายใบข้าวและค่าที่อ่านได้จาก Chlorophyll meter (SPAD) มีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้น โดยเทคนิคนี้ให้ค่าความถูกต้องประมาณ 95% เมื่อเทียบกับค่าคลอโรฟิลล์จริงที่วัดได้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พันธุ์อ้อย

ใช้อ้อย 2 พันธุ์คือพันธุ์ LK 92 – 11 ปลูกในแปลงอ้อยข้ามแล้ง และพันธุ์ K99-72 ใช้เป็นพันธุ์ทดสอบในแปลงอ้อยปลูกต้นฝน ทั้งสองพันธุ์มีลักษณะทางการเกษตรดังนี้ คือ

ลักษณะทางการเกษตรของอ้อยพันธุ์ LK 92 – 11 เป็นพันธุ์ที่ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ K 84-200 เป็นพันธุ์แม่และมีพันธุ์อี่เหี่ยวแดงเป็นพันธุ์พ่อ ใบกว้างใหญ่ ยาวปานกลาง สีเส้นกลางใบขาว-เขียว ใบมีลักษณะโค้งมากมีใบมากและไม่ทิ้งใบ ปล้องขนาดปานกลาง มีจำนวนลำต่อกอมาก ให้ผลผลิตอ้อยต่อไร่ประมาณ 15-19 ตัน คุณภาพความหวาน ค่า CCS ประมาณ 13 อายุการเก็บเกี่ยว 11-12 เดือน ต้านทานโรคเหี่ยวเน่าแดง แต่พบว่ามีการทำลายของโรคกอตะไคร้ แส้ดำและโรคใบจุดเหลืองปานกลางในอ้อยอายุ 10 เดือนขึ้นไป นอกจากนี้ยังพบการทำลายของหนอนเจาะยอดอ้อย หนอนกอสีขาว หนอนกอลายจุดเล็กและไรแดง แต่อยู่ในระดับไม่รุนแรง (0.33-9.96%) เป็นอ้อยที่แมลงหิวข้าวไม่ชอบทำลาย (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายศูนย์อ้อยภาคเหนือ, 2551)

ลักษณะทางการเกษตรของอ้อยพันธุ์ K 99 – 72 เป็นพันธุ์ที่ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ K 84-200 เป็นพันธุ์แม่และมีพันธุ์อี่เหี่ยวเป็นพันธุ์พ่อ ใบมีสีเขียวปนเหลือง ใบใหญ่โค้งกลางใบ กาบใบร่วงหลุดง่าย เนื้อใ้สดัน แตกกอปานกลางประมาณ 6 – 8 ลำ ให้ผลผลิตต่อไร่ประมาณ 16 – 20 ตัน คุณภาพความหวาน ค่า CCS 11-14 การเจริญเติบโตเร็วปานกลางหักล้มปานกลาง ออกดอกเล็กน้อย การไว้ตอดี ดินที่เหมาะสม คือดินร่วน ดินร่วนทราย มีการระบายน้ำดี ต้านทานปานกลางต่อโรคเหี่ยวเน่าแดง โรคกอตะไคร้ โรคแส้ดำ โรคใบจุดเหลือง มีความต้านทานปานกลางต่อหนอนเจาะลำต้นและแมลงหิวข้าว (ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายภาคกลางอ้อย, 2551)

2. แปลงทดลอง

แปลงอ้อยในพื้นที่เกษตรน้ำฝนจำนวน 2 แปลงทดลอง บริเวณ บ้านดงบ้านโพธิ์ ต.หัวดง อ.เก้าเลี้ยว จ.นครสวรรค์ เป็นชุดดินกำแพงเพชร (Kp: Oxyaquic (Ultic) Haplustalfs)

แปลงที่ 1 เป็นแปลงทดลองอ้อยปลูกข้ามแล้งมีพิกัดแปลง คือ UTM 1757856 N 617826

E zone 47

MSL 27 m พื้นที่แปลงทดลองมีขนาดแปลงประมาณ 2 ไร่ (3,234 ตารางเมตร : กว้าง x ยาว เท่ากับ 66 x 49 เมตร)

แปลงที่ 2 เป็นแปลงทดลองอ้อยปลูกต้นฝนมีพิกัดแปลง UTM 1757841 N 617729 E zone 47 MSL 27 พื้นที่แปลงมีขนาดแปลงประมาณ 3 ไร่ (6264 ตารางเมตร : กว้าง x ยาว เท่ากับ 72 x 87 เมตร)

3. ปุ๋ยเคมี

ใช้ปุ๋ยเชิงเดี่ยว (single fertilizer) ต่างๆ ดังนี้ คือ

ปุ๋ยไนโตรเจน ใช้ปุ๋ยยูเรีย (46 – 0 – 0)

ปุ๋ยโพแทช ใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0 – 0 – 60)

4. อุปกรณ์อื่นๆ

4.1 ไม้มตรวัดความสูง Chlorophyll Meter Model SPAD – 502 บริษัท KONIKA MINOLTA วัดค่าความเขียวใบอ้อย ตลับเมตรสำหรับวัดความยาวลำอ้อยที่เก็บเกี่ยว เวอร์เนียดิจิตอล Model 6 Inch บริษัท KEIBA เพื่อวัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อยที่เก็บเกี่ยว และตาชั่งขนาด 60 กก.

4.2 อุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชในห้องปฏิบัติการ

วิธีการ

1. การเตรียมแปลง

สุ่มเก็บตัวอย่างดินแบบ composite sample ในระดับความลึกชั้นไถพรวน 0 - 25 ซม. (สุทศ, 2544) มาทำการวิเคราะห์สมบัติบางประการเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดอัตราของปุ๋ยเคมีที่ต้องใส่ในแต่ละแปลงย่อย ผลการวิเคราะห์ดินได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 โดยพื้นที่ที่ 1 อ้อยปลูกข้ามแล้ง แบ่งเป็นแปลงย่อยจำนวน 20 แปลง แต่ละแปลงย่อยมีขนาด 10 x 12 ตารางเมตร ไถที่ความลึกเฉลี่ย เท่ากับ 25 เซนติเมตร ตลอดทั้งแปลง และซักร่องปลูกโดยให้ระยะระหว่างร่องเท่ากับ 1.5 เมตร โดยแบ่งเป็น 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 5 คำรับการทดลองและในแต่ละซ้ำแปลงห่างกัน 3 เมตร โดยพื้นที่ที่ 2 อ้อยปลูกต้นฝน แบ่งเป็นแปลงย่อยจำนวน 25 แปลง แต่ละแปลงย่อยมีขนาด 12 x 15 ตารางเมตร โดยแบ่งเป็น 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 5 คำรับการทดลอง ทำการไถและซักร่องเช่นเดียวกับแปลงข้ามแล้ง

2. การปลูกและดูแลรักษา

พื้นที่ที่ 1 ปลูกเป็นอ้อยข้ามแล้ง ปลูกแล้วเสร็จเมื่อวันที่ 6 ธันวาคม 2550 ใช้พันธุ์ LK92-11 โดยมีระยะปลูก คือ 1.5 x 0.5 ตารางเมตร ในขณะที่เตรียมดินแปลงปลูก เนื่องจาก ดินมีความเป็นกรด จึงปรับปรุงดินโดยการใส่ปูนโดโลไมท์ ที่อัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ หว่านทั่วทั้งพื้นที่แปลงทดลอง แล้วพรวนคลุกอย่างทั่วถึงก่อนการปลูกอ้อย วางท่อนพันธุ์อ้อยก้นร่องแล้วจึงทำการกลบดินตามวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติทั่วไป

พื้นที่ที่ 2 ปลูกเป็นอ้อยต้นฝน ปลูกแล้วเสร็จเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2551 ใช้พันธุ์ K99-72 โดยมีระยะปลูก คือ 1.5 x 0.5 ตารางเมตรก่อนการวางท่อนพันธุ์อ้อยมีการใส่เชื้อราเขียว (*Metarhizium anisopliae*) ที่ก้นร่องเพื่อป้องกันด้วงหนวดยาว จากนั้นจึงพรวนดินกลบ

มีการนิยามกำจัดวัชพืชตามความจำเป็น ร่วมกับการกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องจักรกลและแรงงานคนตามความเหมาะสม

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์สมบัติพื้นฐานบางประการของชุดดินกำแพงเพชรที่ความลึกระดับชั้นไทรพรวน (0 – 25 เซนติเมตร)

สมบัติพื้นฐาน	ผลการวิเคราะห์	
	แปลงปลูกอ้อย ข้ามแล้ง	แปลงปลูกอ้อย ต้นฝน
ความเป็นกรดหรือด่างของดิน (1:1)	5.06	5.62
อินทรียวัตถุ (%)	1.68	1.90
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg) (Bray II)	109.6	249.22
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/kg) (1 N NH ₄ OAc pH 7.0)	116.5	144.8
สภาพการนำไฟฟ้า (dS/m)	0.49	0.32
ความจุความชื้นสนาม (% โดยน้ำหนัก)	28.52	31.2
ความชื้นจุดเหี่ยวถาวร (% โดยน้ำหนัก)	13.51	11.1
เนื้อดิน (Hydrometer method)	Loam	Sandy clay loam

3. การใส่ปุ๋ย

เมื่อนำผลการวิเคราะห์ดินเบื้องต้น (ตารางที่ 3) มาใช้ในการกำหนดการใส่ปุ๋ย จึงมีการใส่ปุ๋ยเพียงธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม เท่านั้น โดยมีวิธีการใส่โดยแบ่งการใส่ออกเป็น 2 ครั้ง ที่อายุอ้อยประมาณ 2 – 2 1/2 เดือนในอัตรา 1/3 ของทั้งหมด และที่อายุ 4-5 เดือนหลังปลูกในอัตราส่วนเหลือทั้งหมด 2/3 ของทั้งหมดโดยในแปลงทดลองอ้อยปลูกข้ามแล้งใส่แรกเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2551 และใส่ครั้งที่สองเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2551 และแปลงทดลองอ้อยปลูกต้นฝนใส่ครั้งแรกวันที่ 24 กรกฎาคม 2551 และครั้งที่สองเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2551 โดยก่อนการใส่ปุ๋ยจะมีการใส่เชื้อราเขียว (*Metarhizium anisopliae*) ทุกครั้งเพื่อป้องกันด้วงหนวดยาว โดยการโรยข้างแถวปลูกแล้วพรวนดินกลบ

3.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design มี 5 ดำรับการทดลองดังนี้คือ

- ดำรับการทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Control)
- ดำรับการทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยตามค่าคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตร (DOA)
- ดำรับการทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 100 % (1N)
- ดำรับการทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 50 % (2N)
- ดำรับการทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 25 % (4N)

โดยดำรับการทดลองที่ 3 4 และ 5 ปริมาณของปุ๋ยใส่ตามผลการคำนวณปริมาณไนโตรเจน และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ (utilizable N and K) ส่วนปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสคำนวณโดยใช้สมการของ Bray-Mitscherlich equation โดยใช้ค่าของ c และ c_1 ที่รายงานไว้โดยกรมวิชาการเกษตรสำหรับอ้อย คือ 0.0547 และ 0.0596 ตามลำดับ

ในดำรับการทดลองที่ 4 (2N) จะมีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทชในอัตราเดียวกันกับดำรับการทดลองที่ 3 แต่เพิ่มอัตราของปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 2 เท่า (เนื่องจากกำหนดให้ประสิทธิภาพของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน มีเพียง 50 %)

ในดำรับการทดลองที่ 5 (4N) จะมีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทชในอัตราเดียวกันกับดำรับการทดลองที่ 3 แต่เพิ่มอัตราของปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 4 เท่า (เนื่องจากกำหนดให้ประสิทธิภาพของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 25%)

วิธีการคำนวณหาปริมาณของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ก) จำนวนหาน้ำหนักดิน 1 ไร่ชั้นไถพรวน = $40 \times 40 \times 25 \times 10^{-2} \times \rho_b \times 10^3$ ก.ก./ไร่
- ข) ปริมาณธาตุปุ๋ยในส่วนเหนือดินทั้งหมดที่ทำให้ผลิตอ้อยส่งโรงงาน 25 ตัน/ไร่ เท่ากับ 21.98 ก.ก. N/ไร่, 6.16 ก.ก. P ไร่ และ 68.26 ก.ก. K /ไร่ (สุรเดช และคณะ, 2542)

ค) ปริมาณปุ๋ย N ที่ต้องใส่ มีหลักการคำนวณ ดังนี้

$$\text{OM. ในดิน} = (\% \text{OM}) \times \text{น้ำหนักดิน 1 ไร่} \times \text{ชั้นไถพรวน} \times 10^{-2} = X_1 \text{ ก.ก./ไร่}$$

$$N \text{ ในดิน} = 5 \times X_1 \times 10^{-2} = Y_1 \text{ ก.ก./ไร่}$$

$$\text{Utilizable N} = A \times Y_1 \times 10^{-2} = Z_1 \text{ ก.ก./ไร่}$$

$$\text{ดังนั้น ต้องใส่ปุ๋ย N เพิ่มเติม} = 21.98 - Z_1 \text{ ก.ก./ไร่}$$

หมายเหตุ A เป็นปริมาณการปลดปล่อย N ออกมาในรูปที่เป็นประโยชน์ ซึ่งขึ้นกับชนิดดิน ดังนี้

$$\text{ดินเนื้อหยาบ} = 4 - 6 \% \quad \text{เฉลี่ย} \quad 5 \% \quad (\text{ต่อปี})$$

$$\text{ดินเนื้อปานกลาง} = 1.5 - 3 \% \quad \text{เฉลี่ย} \quad 2.25 \% \quad (\text{ต่อปี})$$

$$\text{ดินเนื้อละเอียด} = 1.25 - 2.5 \% \quad \text{เฉลี่ย} \quad 1.875 \% \quad (\text{ต่อปี})$$

(คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา : บทปฏิบัติการที่ 8 วิชาปฐพีวิทยาเบื้องต้น, 2548)

ง) ปริมาณปุ๋ย P_2O_5 ที่ต้องใส่ มีหลักการคำนวณ ดังนี้

$$\log (A - Y) = \log A - c_1 b - cX$$

$$\log (100 - 80) = \log 100 - (0.0596 \times \text{Avail. P}) - 0.0547X$$

$$\text{ดังนั้น} \quad X = \frac{2 - (0.0596 \times \text{Avail. P}) - \log 20}{0.0547}$$

$$= Y \text{ ก.ก. } P_2O_5 / \text{ไร่}$$

$$\text{ดังนั้น ต้องใส่ปุ๋ย P เพิ่มเติม} = 6.16 - Y \text{ ก.ก./ไร่}$$

หมายเหตุ ถ้าค่าที่คำนวณได้ติดลบ แสดงว่าไม่ต้องใส่ปุ๋ย P เพิ่มเติมเนื่องจากดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากพอแล้ว

จ) ปริมาณปุ๋ย K ที่ต้องใส่

$$\text{Utilizable K} = \text{exch. K} \times \text{น้ำหนักดิน 1 ไร่} \times \text{ชั้นไถพรวน} \times 10^{-8} \times 80$$

$$= M$$

$$\text{ดังนั้น ต้องใส่เพิ่ม} = 68.26 - M \text{ ก.ก. K / ไร่}$$

หมายเหตุ ถ้าค่าที่คำนวณได้ติดลบ แสดงว่าไม่ต้องใส่ปุ๋ย K เพิ่มเติมเนื่องจากดินมีปริมาณโพแทสเซียมเพียงพอแล้ว

ตารางที่ 4 อัตราปุ๋ยที่ใช้ในแปลงทดลอง (N-P₂O₅-K₂O ก.ก./ไร่)

คำรับ	แปลงอ้อยปลูกข้ามแล้ง	แปลงอ้อยปลูกต้นฝน
Control	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0
DOA	12 - 0 - 8	12 - 0 - 0
1N	10 - 0 - 14	9 - 0 - 0
2N	20 - 0 - 14	18 - 0 - 0
4N	40 - 0 - 14	36 - 0 - 0

4. การบันทึกผล

4.1 การเจริญเติบโตของอ้อย เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของอ้อยในแปลงทดลองอ้อยปลูกต้นฝน ตั้งแต่อ้อยอายุ 2 เดือนถึงอายุ 8 เดือน

4.1.1 ความงอก ตรวจสอบความงอก 2 ครั้ง ทุกแปลงตรวจสอบความงอกที่อายุ 45 วันและ 60 วันหลังปลูก โดยตรวจสอบทุกแถวของแต่ละแปลงย่อย แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอกจากสูตร

$$\% \text{ ความงอก} = \frac{\text{จำนวนท่อนพันธุ์ที่งอกทั้งหมดในแต่ละแปลงย่อย} \times 100}{\text{จำนวนท่อนพันธุ์ทั้งหมดในแต่ละแปลงย่อย}}$$

4.1.2 ค่าความเขียวใบ (SPAD-reading) สุ่มต้นที่ใช้เป็นตัวแทน 8 ต้นของแต่ละแปลงย่อย เก็บข้อมูลเมื่ออ้อยอายุตั้งแต่ 3 เดือนจนถึงอายุ 8 เดือน เก็บใบอ้อยที่ตำแหน่งคอบใบสูงสุด (top visible dewlap) เพื่อวัดค่าความเขียวของใบอ้อยดังกล่าว โดยตัดใบให้มีขนาดประมาณ 20 เซนติเมตรตามวิธีการของ Evan (1965) และ Gosnell and Long (1971) ที่อ้างโดย Reuter *et al.* (1997) วัดให้กระจายทั่วใบจำนวน 6 จุด จากนั้นนำมาวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมด (Wood, 1990)



ภาพที่ 1 การเก็บใบอ้อยที่ตำแหน่งคอบสูงสุด (A) (top visible dewlap) ที่อ้อยอายุ 2-8 เดือน แปลงอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72

4.2. การเก็บเกี่ยวผลผลิต

เมื่ออ้อยมีอายุพร้อมเก็บเกี่ยวแล้ว (อ้อยปลูกข้ามแล้งมีอายุ 12 เดือน อ้อยปลูกข้ามแล้งมีอายุ 11 เดือน) ก่อนการเก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อย สุ่มคัดเลือกอ้อยที่เป็นตัวแทนของแต่ละแปลงย่อย แปลงที่ 1 อ้อยปลูกข้ามแล้ง สุ่มคัดเลือกอ้อยจำนวน 9 ลำ แบ่งอ้อยออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 6 ลำ (กลุ่มที่ 1) และ 3 ลำ (กลุ่มที่ 2) ส่วนในแปลงที่ 2 อ้อยปลูกต้นฝน สุ่มคัดเลือกอ้อยจำนวน 8 ลำ แบ่งอ้อยออกเป็น 2 กลุ่มเช่นกันกลุ่มละ 5 ลำ (กลุ่มที่ 1) และ 3 ลำ (กลุ่มที่ 2)

โดยกลุ่มที่ 1 ตัดยอดที่จุดหักธรรมชาติ (natural break point) รวมทั้งนำกาบใบที่อยู่บริเวณลำต้น (remaining leaves) ออก นำลำอ้อยมาชั่งน้ำหนักสด แล้วจึงนำไปวิเคราะห์คุณภาพของอ้อย

สำหรับอ้อยกลุ่มที่ 2 ตัดยอดที่จุดหักธรรมชาติ รวมทั้งนำใบและกาบใบทั้งหมดออกแล้ววัดความยาวลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลาง และบันทึกน้ำหนักอ้อย แล้วจึงนำลำอ้อยมาตัดเป็น 3 ส่วนเท่ากัน คือส่วนโคน กลาง และปลาย ตัดเฉพาะส่วนลำอ้อยและข้อให้มีความหนาประมาณ 1 เซนติเมตร จากบริเวณตรงกลางของแต่ละส่วนที่แบ่งไว้ บันทึกน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณทั้งหมดของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

4.2.1 ผลผลิตอ้อยต่อไร่ ชั่งน้ำหนักอ้อยสดในแต่ละแปลงย่อยที่เก็บเกี่ยวหลังจากตัดยอดที่ระดับจุดหักธรรมชาติ ซึ่งตัดใบและกาบใบออกแล้ว รวมกับน้ำหนักอ้อยจำนวน 9 ลำ ที่สุ่มเลือกเป็นตัวอย่าง แล้วคำนวณเป็นผลผลิตอ้อยต่อไร่

4.2.2 จำนวนลำต่อไร่ นับจำนวนลำที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยรวมกับอ้อยที่สุ่มเลือกเป็นตัวอย่าง แล้วคำนวณเป็นจำนวนลำต่อไร่

4.2.3 ความยาวลำ วัดความยาวของลำอ้อยที่สุ่มเป็นตัวอย่างจำนวน 3 ลำในแต่ละแปลงย่อย โดยวัดจากโคนถึงจุดหักธรรมชาติ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

4.2.4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ ใช้เวอร์เนียสประเภทดิจิตอลวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล้องที่อยู่กึ่งกลางลำจากลำที่สุ่มเป็นตัวอย่างจำนวน 3 ลำในแต่ละแปลงย่อย แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยหาค่าเฉลี่ย

4.2.5 น้ำหนักอ้อยต่อลำ สามารถคำนวณได้จากการชั่งน้ำหนักสดอ้อยที่สุ่มเป็นตัวอย่างหารด้วยจำนวนลำในแต่ละแปลงย่อย แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

4.3 การเพิ่มขึ้นของผลผลิต สามารถคำนวณได้จากน้ำหนักผลผลิตอ้อยสดในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยและน้ำหนักผลผลิตอ้อยสดในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย โดยใช้สมการ

$$\text{การเพิ่มขึ้น (\%)} = \frac{100 \times \text{ผลผลิตที่ได้ในตำรับที่ใส่ปุ๋ย (ตัน/ไร่)}}{\text{ผลผลิตที่ได้ในตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย (ตัน/ไร่)}}$$

4.4 ความแม่นยำ สามารถคำนวณได้จากน้ำหนักผลผลิตอ้อยสดที่ได้และผลผลิตเป้าหมายที่ตั้งไว้โดยใช้สมการ

$$\text{ความแม่นยำ (\%)} = \frac{100 \times \text{ผลผลิตอ้อยสดที่ได้ (ตัน/ไร่)}}{\text{ผลผลิตเป้าหมาย (25) (ตัน/ไร่)}}$$

4.5 คลาดเคลื่อนของผลผลิต สามารถคำนวณจากความแม่นยำของผลผลิตที่ได้หักลบกับความแม่นยำ 100 %

$$\text{ความคลาดเคลื่อน (\%)} = \text{ความแม่นยำ (\%)} \text{ของผลผลิตที่ได้} - 100$$

5. การวิเคราะห์พีช

5.1 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในเศษเหลืออ้อย เก็บตัวอย่างจาก อ้อยกลุ่มที่ 2 ซึ่งทำการตัดยอดที่จุดหักธรรมชาติ รวมทั้งนำใบและกาบใบอิงทั้งหมดออกแล้วทำการสับให้ละเอียด คลุกเคล้าให้ทั่วแล้วสุ่มเก็บตัวอย่างออกมาส่วนหนึ่ง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในเศษเหลืออ้อย (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

5.2 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในลำอ้อย วิเคราะห์จากตัวอย่างชิ้นอ้อย ของแต่ละแปลงย่อยที่ได้จากลำอ้อยที่สุ่มเลือกเป็นตัวอย่าง (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

6. การวิเคราะห์คุณภาพอ้อย

นำตัวอย่างลำอ้อยที่ได้จากการสุ่มเลือกเป็นตัวอย่างของแต่ละแปลงย่อยในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างก่อนการเก็บเกี่ยว กลุ่มที่ 1 ส่งไปวิเคราะห์ค่าบริกซ์ (Brix) ค่าโพล (Pol) ค่าความบริสุทธิ์ (Purity) ค่าไฟเบอร์ (Fiber) และความเข้มข้นแป้งในน้ำอ้อย (%) เพื่อนำไปคำนวณค่า CCS (Commercial Cane Sugar) โดยสมการดังแสดง (Meade and Chen, 1977; อ้างอิงโดย Hunsigi, 1993)

$$CCS = 3/2 P (1-(F+5/100))-B/2 (1-(F+3)/100)$$

เมื่อ P = ค่าเปอร์เซ็นต์โพลในน้ำอ้อยที่หีบออกมาครั้งแรก

B = ค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในน้ำอ้อย

F = ค่าเปอร์เซ็นต์ไฟเบอร์ในอ้อย

ผลผลิตน้ำตาลต่อไร่ คำนวณจากค่า CCS ของอ้อยและน้ำหนักของอ้อยสดของแต่ละแปลงย่อย โดยใช้สมการ

$$\text{ผลผลิตน้ำตาล (ตัน/ไร่)} = \frac{CCS \times \text{ผลผลิตอ้อยสด (ตัน/ไร่)}}{100}$$

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่บันทึกได้แต่ละชุดนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F – value พร้อมทั้งค่าสถิติสำหรับเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละดำรับทดลองตามวิธีของ DMRT (Duncan’s multiple range test) และหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวใบกับปริมาณไนโตรเจนในพืชโดยใช้วิธี Linear regression

8. สถานที่ทำการทดลอง

8.1 แปลงทดลองกองวิชาการของบริษัท รวมผลอุตสาหกรรม นครสวรรค์ จำกัด บริเวณ บ.ดงบ้านโพธิ์ ต.หัวดง อ.เก้าเลี้ยว จ.นครสวรรค์

8.2 ห้องปฏิบัติการทางเคมี ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

8.3 ห้องปฏิบัติการทางเคมี บริษัท รวมผลอุตสาหกรรม จำกัด เพื่อการวิเคราะห์คุณภาพของผลผลิต

9. ระยะเวลาทำการทดลอง

9.1 พื้นที่ที่ 1 อ้อยปลูกข้ามแล้ง : ธันวาคม 2550 ถึง ธันวาคม 2551 (อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน)

9.2 พื้นที่ที่ 2 อ้อยปลูกต้นฝน : พฤษภาคม 2551 ถึงเมษายน 2552 (อายุเก็บเกี่ยว 11 เดือน)

ผลและวิจารณ์

1. ความแม่นยำของการจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อผลผลิตอ้อย

1.1 ผลผลิตอ้อยสดส่งโรงงาน

จากการศึกษาความแม่นยำของการจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อผลผลิตอ้อย พบว่า ในแปลงอ้อยปลูกข้ามแล้งวิธีการจัดการปุ๋ยเคมีทั้ง 5 วิธีการ ทำให้ผลผลิตอ้อยสดมีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยกับตำรับไม่ใส่ปุ๋ย แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างตำรับที่มีการใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 5) โดยตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 100 % (1N) ให้ผลผลิตและการเพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ยสูงสุด รองลงมาคือตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 50 % (2N) ตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตร (DOA) และตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 25 % (4N) ตามลำดับและตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย (control) ให้ผลผลิตและการเพิ่มขึ้นต่ำที่สุด นอกจากนี้ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยมีผลผลิตสูงกว่าผลผลิตที่ตั้งเป้าหมายไว้ (25 ตัน/ไร่) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน ประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 25 % (4N) มีความแม่นยำใกล้เคียงกับเป้าหมายผลผลิตที่ตั้งไว้มากที่สุดคือ 102.68 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตร (DOA) ตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 50 % (2N) ตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 100 % (1N) คือ 104.92, 105.08, 107.2 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย (Control) มีความแม่นยำน้อยที่สุดคือ และ 86.68 เปอร์เซ็นต์

ส่วนในแปลงอ้อยปลูกต้นฝน พบว่า ในตำรับที่ให้ผลผลิตและการเพิ่มขึ้นสูงสุดคือตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 50 % (2N) รองลงมาคือตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 25 % (4N) ตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการ (DOA) และตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 100 % (1N) ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตอ้อยสดในตำรับไม่ใส่ปุ๋ย (Control) แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตอ้อยสดในทุกตำรับทดลองมีค่าต่ำกว่าผลผลิตที่ตั้งเป้าหมายไว้ (25 ตัน/ไร่) ทั้งสิ้น เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความ

แม่นยำในตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 50 % (2N) ใกล้เคียงกับเป้าหมายผลผลิตที่ตั้งไว้มากที่สุดคือ 77.88 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือในตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 25 % (4N) ตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าคำแนะนำการใส่ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตร (DOA) และตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 100 % (1N) คือเพิ่มขึ้น 95.45 91.55 และ 90.45 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และในตำรับ ไม่ใส่ปุ๋ย (control) มีค่าความแม่นยำต่ำที่สุดคือ 88.55 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 ผลผลิตอ้อยสด เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของผลผลิตอ้อยสดและความแม่นยำของการจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อผลผลิตอ้อย ในแปลงอ้อยปลูกข้ามแล้ง พันธุ์ LK 92-11

ตำรับการทดลอง	ผลผลิตอ้อยสด(ตันต่อไร่)	เปอร์เซ็นต์การเพิ่ม(%)	เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ(%)
Control	21.67 b	-	86.68
DOA	26.23 a	21.04	104.92
1N	26.80 a	23.67	107.20
2N	26.27 a	21.23	105.08
4N	25.67 a	11.46	102.68
F-test	*	-	-
%C.V.	11.35	-	-

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % โดยวิธีของ DMRT

ตารางที่ 6 ผลผลิตอ้อยสด เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของผลผลิตอ้อยสดและความแม่นยำของการจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อผลผลิตอ้อย ในแปลงอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72

ตัวรับการทดลอง	ผลผลิตอ้อยสด (ตันต่อไร่)	เปอร์เซ็นต์การเพิ่ม (%)	เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ (%)
Control	17.71 c	-	70.84
DOA	18.31 ab	3.39	73.24
1N	18.09 bc	2.15	72.36
2N	19.47 a	9.94	77.88
4N	19.09 a	7.79	76.36
F-test	*	-	-
%C.V.	6.21	-	-

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 %
ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % โดยวิธีของ DMRT

ข้อมูลการทดลองนี้แสดงให้เห็นชัดเจนว่า ผลผลิตอ้อยสดของทั้งสองแปลงที่ได้ในดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอัตราที่แนะนำไว้โดยกรมวิชาการเกษตรไม่แตกต่างจากอัตราที่พิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดิน แต่การใส่ปุ๋ยอัตราที่พิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดินใช้ปุ๋ยในปริมาณน้อยกว่าแต่สามารถให้ผลผลิตได้ใกล้เคียงกันหรือสูงกว่า เนื่องจากในดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอัตราที่แนะนำไว้โดยกรมวิชาการเกษตรที่ใช้ในการทดลองเป็นการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่ได้ โดยคำแนะนำที่ให้ไว้จะมีการแบ่งออกเป็นช่วงกว้างๆคือ ต่ำ ปานกลางและสูง โดยบางพื้นที่มีปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมากยังต้องใส่ปุ๋ย 2 ชนิดนี้ตามคำแนะนำ ซึ่งหากใส่ปุ๋ยมากเกินไปความต้องการของพืชแล้วยังเกิดการสูญเสียปุ๋ยโดยฟอสฟอรัสจะมีเพียง 10-30 % เท่านั้นที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่วนที่เหลืออีก 70 ถึง 90 % ถูกตรึงอยู่ในดินหรือถูกจุลินทรีย์ดินนำไปใช้ประโยชน์ ส่วนโพแทสเซียมมักถูกชะละลายและติดไปกับมวลดินที่กร่อน (ยงยุทธและคณะ, 2551) และเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตให้สูงขึ้นด้วย แต่การใส่ปุ๋ยอัตราที่พิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดินเป็นการนำค่าที่วิเคราะห์ได้มากำหนดเป็นปริมาณปุ๋ยที่ต้องใส่และตรงตามที่พืชต้องการจึงให้ผลผลิตสูงและความแม่นยำใกล้เคียงกับผลผลิตเป้าหมายที่ตั้งไว้

โดยในแปลงอ้อยปลูกข้ามแล้งมีความคลาดเคลื่อนของผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้เมื่อเทียบกับผลผลิตที่ตั้งเป้าหมายไว้มีค่าเป็นบวกระหว่าง 2.68 – 7.20 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังเห็นได้ก็กว่าหากใช้ที่อัตราสูงมากๆ อาจชักนำให้ผลผลิตมีแนวโน้มลดลงได้อีกด้วย เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ย

และผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเกิดจากอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน ทำให้ผลผลิตของอ้อยสูงขึ้น เนื่องจากดินในแปลงนี้มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนในดินมีปริมาณปานกลาง กล่าวคือเมื่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น จะทำให้ผลผลิตอ้อยสดเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ สุภฤกษ์ (2547) ที่พบว่าอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นจากอัตรา 8 กก.N/ไร่ ไปเป็น 20 กก.N/ไร่ และ 50 กก.N/ไร่ มีอิทธิพลให้ผลผลิตอ้อยสดในแปลงอ้อยปลูกข้ามแล้งและต้นฝนเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด โดยมีค่าเพิ่มขึ้น 10-14 เปอร์เซ็นต์ และ 11-24 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และยังสอดคล้องกับรายงานของ Choudhary and Sinha (2001) พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 100 150 และ 200 กก.N/เฮกตาร์ (16 24 และ 32 กก.N/ไร่) ทำให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 14.8 25.0 และ 25.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 50 กก.N/เฮกตาร์ (8 กก.N/ไร่) นอกจากนี้ความต้องการไนโตรเจนของพืช และปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ที่มีในดิน มีความเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อม (Hunsigi, 1993) โดยเฉพาะดินที่มีความชื้นอย่างเพียงพอ ไนโตรเจนสามารถช่วยกระตุ้นและเพิ่มการเจริญเติบโตแก่อ้อย ทำให้อ้อยแตกกอมากขึ้นและควบคุมการสร้างน้ำตาลของอ้อย (จักรินทร์, 2533)

แต่ผลผลิตอ้อยสดในทุกตำรับทดลองของแปลงอ้อยปลูกต้นฝน มีค่าต่ำกว่าผลผลิตที่ตั้งเป้าหมายไว้ (25 ตัน/ไร่) ซึ่งความคลาดเคลื่อนของผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้เมื่อเทียบกับผลผลิตที่ตั้งเป้าหมายไว้มีค่าเป็นลบอยู่ระหว่าง 22.12 – 29.16 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นเพราะพื้นที่แปลงทดลองเป็นพื้นที่เกษตรน้ำฝนตามที่เฉลิมพลและคณะ (ม.ป.ป.) รายงานไว้ว่าในช่วงระยะย่างปล้อง (171-295 วัน) อ้อยมีความต้องการน้ำประมาณ 625 มม. ดังที่แสดงในตารางภาคผนวกที่ 8 แต่ในพื้นที่แปลงได้รับน้ำในปริมาณเพียง 49.80 มม. (ภาพที่ 1) ซึ่งไม่เพียงพอกับความต้องการของอ้อยในช่วงระยะนั้น รวมทั้งอ้อยเมื่ออายุมากกว่า 4 เดือนเริ่มย่างปล้อง มีการขยายยึดปล้องสร้างใบใหม่ การเจริญเติบโตในช่วงนี้รวดเร็วมาก จึงต้องการน้ำและธาตุไนโตรเจนมาก (ถวิล, 2523) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของเจษฎาและคณะ (2553) ทำการศึกษาการใช้น้ำของอ้อย พบว่า การผลิตอ้อยพันธุ์ K95-84 ใช้น้ำเมื่อเทียบต่อผลผลิตของอ้อยคือ 120 ลูกบาศก์เมตรน้ำ/ตันอ้อย (75 มิลลิเมตรน้ำ/ตันอ้อย) ใกล้เคียงกันทั้งอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1 ใกล้เคียงกันกับที่ศึกษาไว้ในพันธุ์ K84-200 (วรสิทธิ์, 2547) ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 125 ลูกบาศก์เมตรน้ำ/ตันอ้อย อ้อยใช้น้ำในช่วงต้นของการเจริญ อายุ 1-2 เดือน และใช้น้ำมากที่สุดในช่วงย่างปล้องซึ่งมีอายุ 4-6 เดือน (เฉลี่ยประมาณ 8 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/วัน) หลังจากนั้นการใช้น้ำจะค่อยลดลงทีละน้อยจนถึงเก็บเกี่ยว นอกจากนี้อายุการเก็บเกี่ยวซึ่งในขณะที่ทำการเก็บเกี่ยวอ้อยมีอายุการเก็บเกี่ยวที่ประมาณ 11 เดือนและลักษณะพันธุ์ของอ้อย (K 99-72 ให้ผลผลิต 16-20 ตันต่อไร่) ซึ่งพันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์ชอบพื้นที่และภูมิอากาศที่แตกต่างกันไป ทำให้มีความสามารถในการงอกเจริญเติบโตและแตกกอได้ไม่เหมือนกัน (กองแผนงาน, 2521) จึงส่งผลให้ผลผลิตต่ำไม่เป็นตามเป้าหมายที่กำหนด

ข้อสังเกตอีกประการคือ ผลผลิตในตำรับที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยของทั้งสองแปลงมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูงกว่าค่าเฉลี่ยของทั้งประเทศ (11 ตัน/ไร่) อาจเนื่องมาจากพื้นที่ที่ทดลองทั้งสองแปลงเป็นแปลงที่ทำการปลูกอ้อยมาเป็นเวลานาน จากค่าวิเคราะห์ดินที่ได้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ในระดับปานกลาง ได้รับน้ำในปริมาณที่พอเพียงตามที่อ้อยต้องการเนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตอ้อยและพันธุ์อ้อยที่สามารถให้ผลผลิตสูงทนต่อโรคและแมลง จึงทำให้ได้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ

1.2 องค์ประกอบผลผลิต

องค์ประกอบผลผลิตอื่นๆ ของอ้อยแปลงข้ามแล้ง ซึ่งได้แก่ จำนวนลำ/แปลง ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และน้ำหนักอ้อยสด/ลำ พบว่า วิธีการจัดการปุ๋ยเคมีทั้ง 5 วิธีการ ทำให้ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำและปริมาณเศษเหลืออ้อยมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณการเป็นประโยชน์ได้ของไนโตรเจนเท่ากับ 50 % (2N) มีความยาวลำและเส้นผ่านศูนย์กลางลำสูงสุด ในขณะที่ตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 100 % (1N) มีปริมาณเศษเหลือสูงสุด ส่วนข้อมูลจำนวนลำ/แปลงและน้ำหนักอ้อยสด/ลำ ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ(ตารางที่ 7) ส่วนผลผลิตอื่นๆของอ้อยแปลงปลูกต้นฝน ซึ่งได้แก่ จำนวนลำ/แปลง ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และน้ำหนักอ้อยสด/ลำ พบว่า วิธีการจัดการปุ๋ยเคมีทั้ง 5 วิธีการ ไม่ทำให้องค์ประกอบของผลผลิตอื่นๆของอ้อยแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8)

การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้น ทำให้อ้อยมีขนาดลำใหญ่และความสูงเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของปราณี (2548) พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนจาก 8 กก.N./ไร่ เป็น 20 กก.N./ไร่ มีผลทำให้ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำมีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับองค์ประกอบของผลผลิตอื่นๆในแปลงของต้นฝนที่พบว่า วิธีการจัดการปุ๋ยเคมีทั้ง 5 วิธีการโดยประมาณการเป็นประโยชน์ได้ของไนโตรเจนที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อองค์ประกอบของผลผลิตอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ สุรเดช และคณะ (2544, 2545) อาจเนื่องมาจากในพื้นที่แปลงที่ได้รับน้ำในปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการของอ้อยในช่วงระยะนั้น สำหรับเศษเหลือที่คั่งค้างในแปลง (trash) ก็บ่งชี้ถึงความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างตำรับทดลองทั้ง 5 ว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกับน้ำหนักลำอ้อยสด เช่นเดียวกับการทดลองของอุดมลักษณ์ (2547) พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 50 กก. N/ไร่ ให้น้ำหนักเศษเหลือสูงสุด ในขณะที่อัตรา 8 กก. N/ไร่ ให้น้ำหนักใบส่วนที่เหลือต่ำสุด

ตารางที่ 7 องค์ประกอบผลผลิตของแปลงอ้อยปลูกข้ามแล้ง พันธุ์ LK 92-11

ตำรับการทดลอง	จำนวนลำ/ไร่	ความยาวลำ (ชม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ชม.)	น้ำหนักอ้อยสด (กก./ลำ.)	เศษเหลืออ้อย (ตัน/ไร่)
Control	13267	306.28 b	2.80 c	2.36	5.26 b
DOA	13757	327.83 ab	2.86 bc	2.56	6.28 a
1N	14073	344.04 a	3.03 abc	2.57	6.67 a
2N	12687	345.39 a	3.14 a	2.80	6.61 a
4N	14650	296.59 b	3.07 ab	2.43	6.48 a
F-test	ns	*	*	ns	*
%C.V.	11.57	14.88	12.07	21.05	13.02

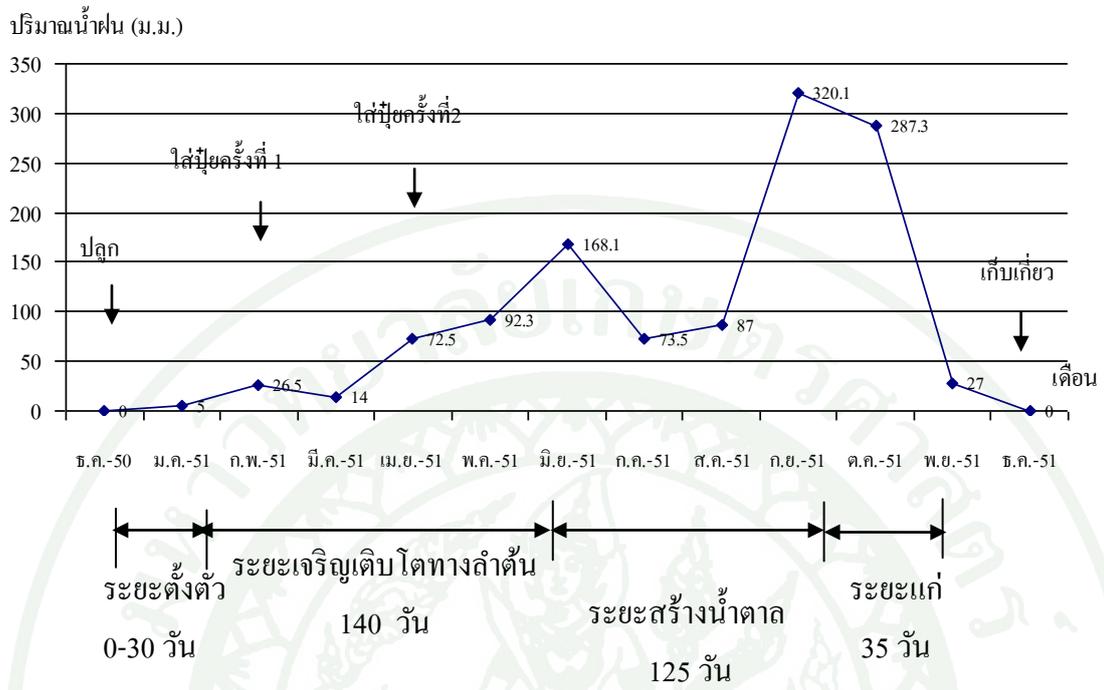
หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 %
ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % โดยวิธีของ DMRT

ตารางที่ 8 องค์ประกอบผลผลิตของแปลงอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72

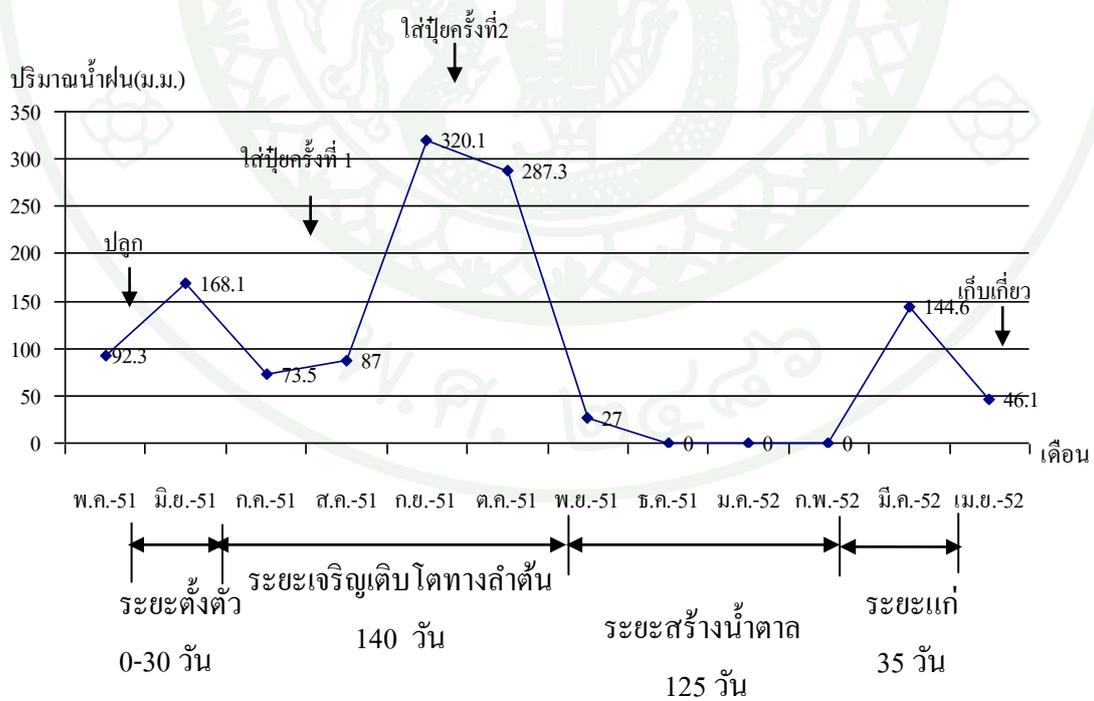
ตำรับการทดลอง	จำนวนลำ/ไร่	ความยาวลำ (ชม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ชม.)	น้ำหนักอ้อยสด (กก./ลำ.)	เศษเหลืออ้อย (ตัน/ไร่)
Control	9710	203.68	3.12	2.15	5.92
DOA	10453	269.53	2.98	2.37	5.34
1N	10208	246.00	3.06	2.11	6.25
2N	10919	269.40	3.10	2.22	5.94
4N	13901	242.01	3.20	2.23	5.83
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
%C.V.	20.18	22.96	7.85	12.62	0.59

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 %

(B)



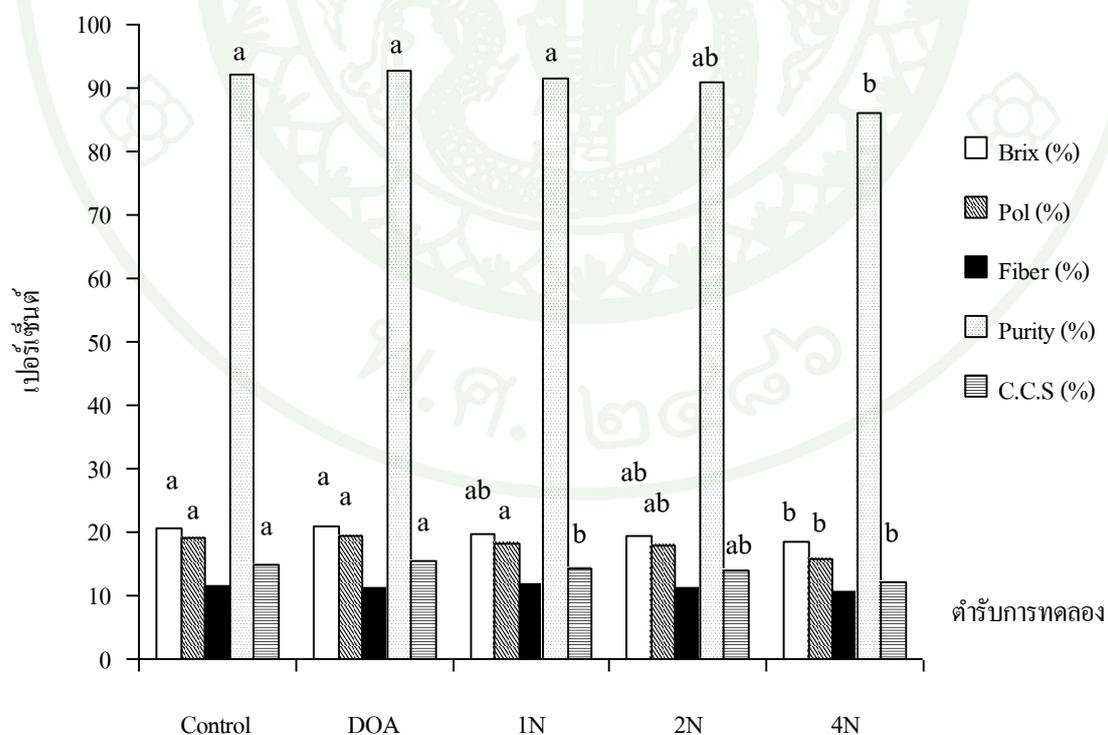
(C)



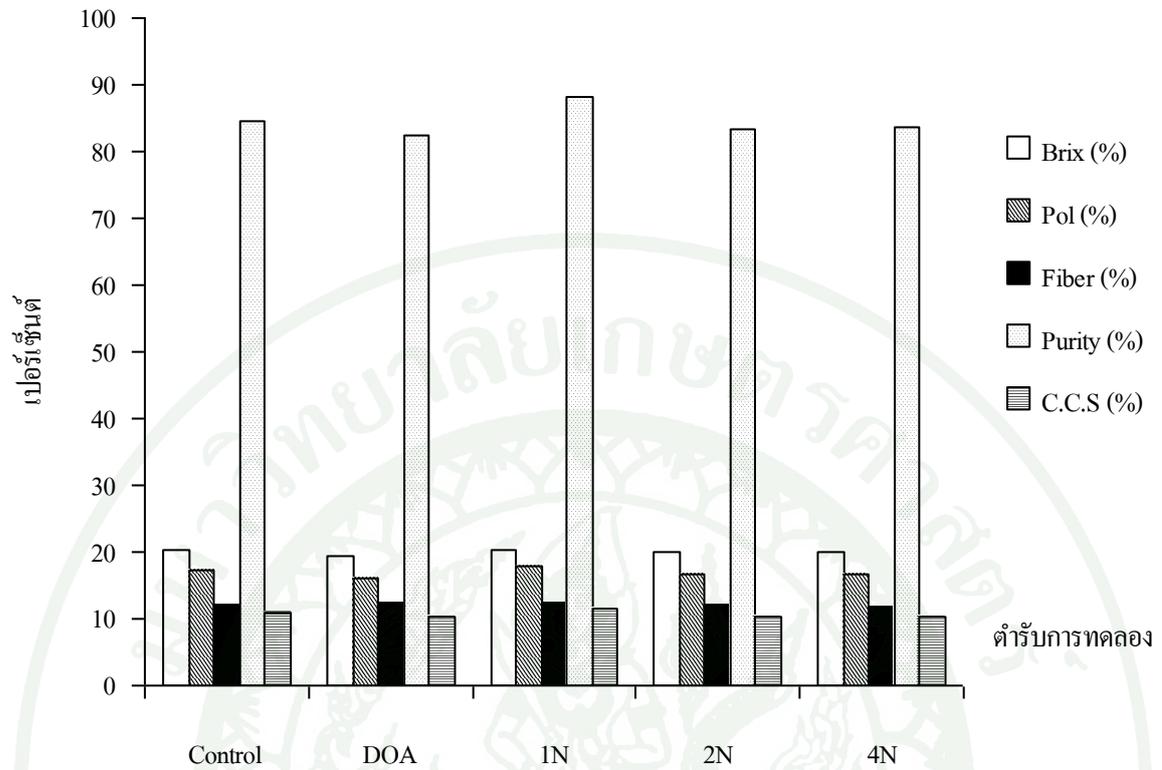
ภาพที่ 2 ปริมาณการกระจายตัวของน้ำฝนในแต่ละเดือนและช่วงระยะการเติบโตของอ้อยปลูกข้ามแล้ง (B) และอ้อยปลูกต้นฝน (C) บริเวณแปลงทดลอง

1.3 คุณภาพของผลผลิต

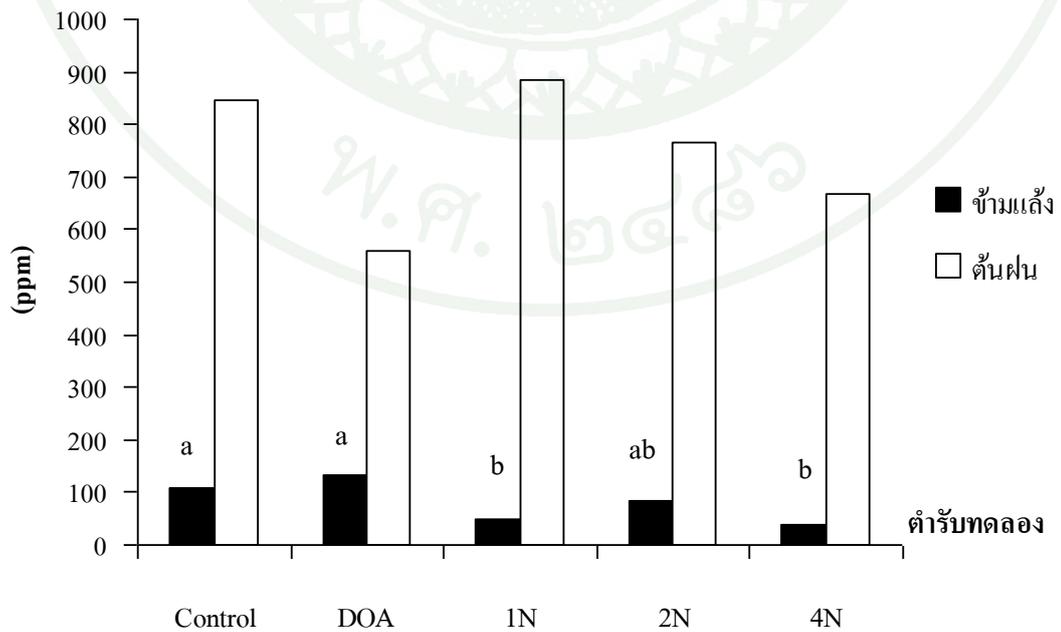
วิธีการจัดการปุ๋ยเคมีทั้ง 5 วิธีการ ทำให้คุณภาพของผลผลิตของอ้อยปลูกข้ามแล้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกตัวรับการทดลอง โดยในตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตร (DOA) มีค่า Brix, Pol, Purity, CCS และปริมาณแป้งในน้ำอ้อยมีค่าสูงสุดคือ 20.76, 19.28, 92.86, 15.31เปอร์เซ็นต์และ 134.00 ppm ตามลำดับ (ภาพที่ 2 และ 4) ส่วนในตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 25 % (4N) มีค่าน้อยที่สุดคือ 18.43, 15.90, 86.04, 12.15 เปอร์เซ็นต์และ 38.75 ppm ตามลำดับ ในขณะที่ค่า Fiber พบว่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 10.73 - 11.74 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แปลงอ้อยปลูกต้นฝน ค่า Brix, Pol, fiber, Purity, CCS และปริมาณแป้งในน้ำอ้อยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกตัวรับการทดลอง (ภาพที่ 3 และ 4) โดยมีค่าเฉลี่ยค่า Brix อยู่ระหว่าง 19.49 - 20.44 เปอร์เซ็นต์ ค่า Pol อยู่ระหว่าง 16.04 - 17.95 เปอร์เซ็นต์ ค่า fiber อยู่ระหว่าง 11.96 - 12.42 เปอร์เซ็นต์ ค่า Purity อยู่ระหว่าง 82.32 - 88.18 เปอร์เซ็นต์ ค่า CCS อยู่ระหว่าง 10.21 - 11.63 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณแป้งในน้ำอ้อยมีค่าอยู่ระหว่าง 561 - 885 ppm



ภาพที่ 3 คุณภาพผลผลิตของแปลงอ้อยปลูกข้ามแล้ง พันธุ์ LK 92-11



ภาพที่ 4 คุณภาพของผลผลิตของแปลงอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72



ภาพที่ 5 ปริมาณแป้งในน้ำอ้อยของทั้งแปลงอ้อยปลูกขี้มแล้งและต้นฝน

อย่างไรก็ตามค่า CCS ของผลผลิตในแปลงปลูกอ้อยข้ามแล้งและต้นฝน มีแนวโน้มที่จะลดลง เมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของอุดมและคณะ (2550) ที่ศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน ในชุดดินโคราชของอ้อยปลูกพันธุ์ 94-2-200 พบว่า ค่า CCS เพิ่มขึ้นเมื่อใส่ไนโตรเจน 9 กก./ไร่ แต่มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจน นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Muchow *et al.* (1996) พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน มีผลทำให้ค่า CCS ของอ้อยปลูกพันธุ์ Q 117 มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ในอัตรา 56 107 และ 268 กก./ไร่ และลดลงตามอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่สูงขึ้น ส่วนปริมาณแป้งในน้ำอ้อยของอ้อยทั้งสองแปลง พบว่าแป้งของอ้อยปลูกต้นฝนมีปริมาณแป้งในน้ำอ้อยสูงมีค่าสูงเกินกว่าที่สำนักงานอ้อยและน้ำตาลทรายได้กำหนดมาตรฐานของน้ำตาลทรายดิบที่ส่งออกต้องมีแป้งปนเปื้อนได้ไม่เกิน 700 ppm ซึ่งการที่มีปริมาณแป้งในน้ำอ้อยสูงส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำตาลทรายดิบ โดยมีผลกระทบไปเพิ่มความหนืดและขัดขวางหรือทำให้การตกผลึกช้าลงและยังเพิ่มการสูญเสียโครสไปนโมลาส (Godshall *et al.* 1996) ซึ่งการปนเปื้อนของแป้งในน้ำอ้อยส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงระยะการเก็บเกี่ยวอ้อยโดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการเก็บเกี่ยวที่ตัดปลายอ้อยที่จุดหักธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของจันทนาและคณะ (2546) ที่ศึกษาปริมาณแป้งในส่วนต่างๆของลำอ้อย คือ ปลาย กลางและโคน พบว่าในส่วนปลายของอ้อย มีแป้งมากที่สุด และตามรายงานของ Van Dillewijn (1952) และ Clarke (1993) พบว่า ปริมาณแป้งสูงสุดบริเวณยอดอ้อย เพราะเป็นส่วนที่อ่อนมีการพัฒนาด้านการเจริญเติบโตตลอดเวลาและยังไม่มีการสร้างเส้นใยที่สมบูรณ์เพื่อเป็นแหล่งสะสมน้ำตาล นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับอายุเก็บเกี่ยว ความสูงแก่ทางสรีรวิทยาและพันธุ์ โดย Wood (1962) พบว่า อ้อยในสกุล *Saccharum* เหมือนกัน แต่อยู่คนละชนิด (species) ก็มีปริมาณแป้งแตกต่างกัน ตามลำดับดังนี้คือ *Saccharum robustum* มีปริมาณแป้งในน้ำอ้อยต่ำสุดอยู่ระหว่าง 19-54 ppm *S. officinarum* (12-114 ppm) *S. barberi* (1,259 ppm) *S. spontaneum* (2,117 ppm) นอกจากนี้ Godshall *et al.*, (1996) พบว่า อ้อยพันธุ์ที่มีน้ำตาลสูง มีแนวโน้มมีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงด้วย

1.4 ผลผลิตน้ำตาล

วิธีการจัดการปุ๋ยเคมีทั้ง 5 วิธีการ ทำให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยปลูกข้ามแล้ง แตกต่างกันทางสถิติ โดยในตำรับที่ใส่ปุ๋ยตามค่าคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตร (DOA) มีผลผลิตน้ำตาลและมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเพิ่มขึ้นจากตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย สูงที่สุด ในขณะที่ตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดินโดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 25 % (4N) มีผลผลิตน้ำตาลต่ำที่สุด (ตารางที่ 9) สำหรับการจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อผลผลิตน้ำของอ้อยปลูกต้นฝน พบว่าวิธีการจัดการปุ๋ยเคมีทั้ง 5 วิธีการ ไม่มีผลทำให้ความผลผลิตน้ำตาลมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.88-2.10 ตัน/ไร่

ตารางที่ 9 ผลผลิตน้ำตาล ของแปลงอ้อยปลูกทั้งข้ามแล้งและต้นฝน

ตำรับ	ข้ามแล้ง		ต้นฝน	
	ตัน/ไร่	% การเพิ่มขึ้น	ตัน/ไร่	% การเพิ่มขึ้น
Control	3.23 b	-	1.92	-
DOA	4.03 a	24.77	1.88	-2.08
1N	3.79 ab	17.34	2.10	9.38
2N	3.67 ab	13.62	1.98	3.84
4N	3.17 b	-1.86	1.98	3.84
F-test	*	-	ns	-
%C.V.	16.98	-	10.74	-

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 %

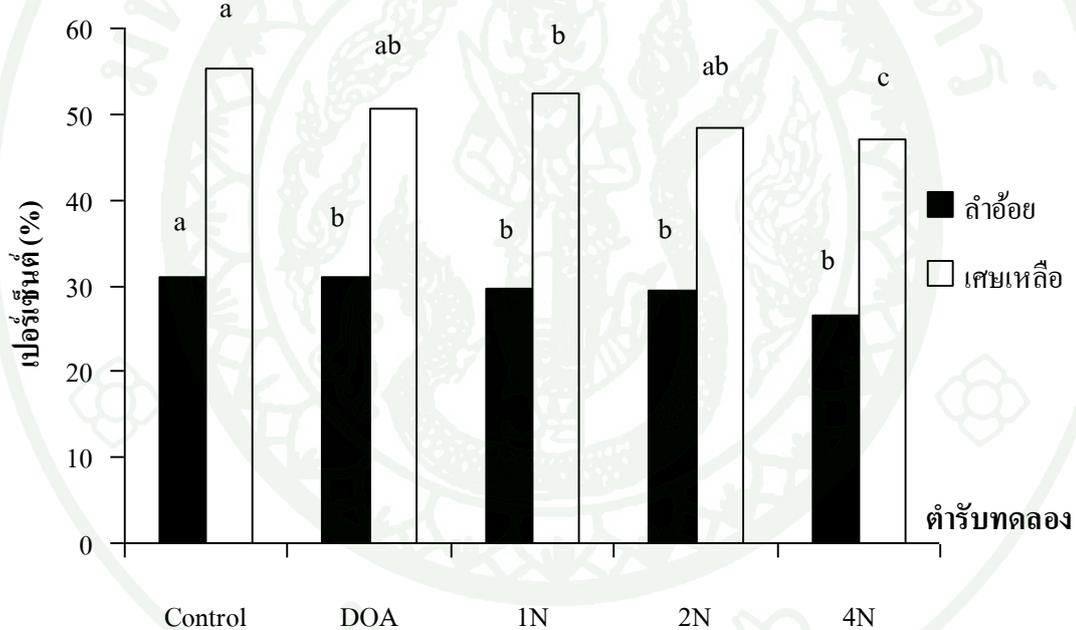
ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 %

ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % โดยวิธีของ DMRT

ความแตกต่างกันของผลผลิตน้ำตาลของอ้อยปลูกข้ามแล้ง น่าจะเป็นผลมาจากผลผลิตอ้อยสด และค่า CCS ที่มีความแตกต่างทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า ผลผลิตน้ำตาลจะลดลงตามอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่เพิ่มขึ้นเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลผลิตและค่า CCS ซึ่งโดยปกติแล้วปริมาณการผลิตน้ำตาลของพืชจะสูงสุดเมื่อระดับของไนโตรเจนค่อนข้างต่ำ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ส่วนในแปลงอ้อยปลูกต้นฝนนั้น การที่ผลผลิตน้ำตาลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ น่าจะมาจากอิทธิพลของคุณภาพผลผลิตคือ ค่า CCS ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและฤดูปลูก เนื่องจากอ้อยปลูกฤดูฝนมักจะสุกแก่ไม่เต็มที่เมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยว เนื่องจากมีช่วงเวลาน้อยกว่า 12 เดือน ทำให้อ้อยมีความหวานต่ำ (ข้อมูลพืชชนิดต่างๆ, 2553) อ้อยปลูกที่เก็บเกี่ยวได้มักให้ผลผลิตและคุณภาพไม่ดี (เกษม, 2514; เกษมและอุดม, 2527) นอกจากนี้ยังพบว่าในตำรับที่ใส่ปุ๋ยตามค่าคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตร (DOA) มีผลผลิตน้ำตาลต่ำกว่าในตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย(Control) อาจเนื่องมาจากค่า CCS ในตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย (Control) สูงกว่านั่นเอง

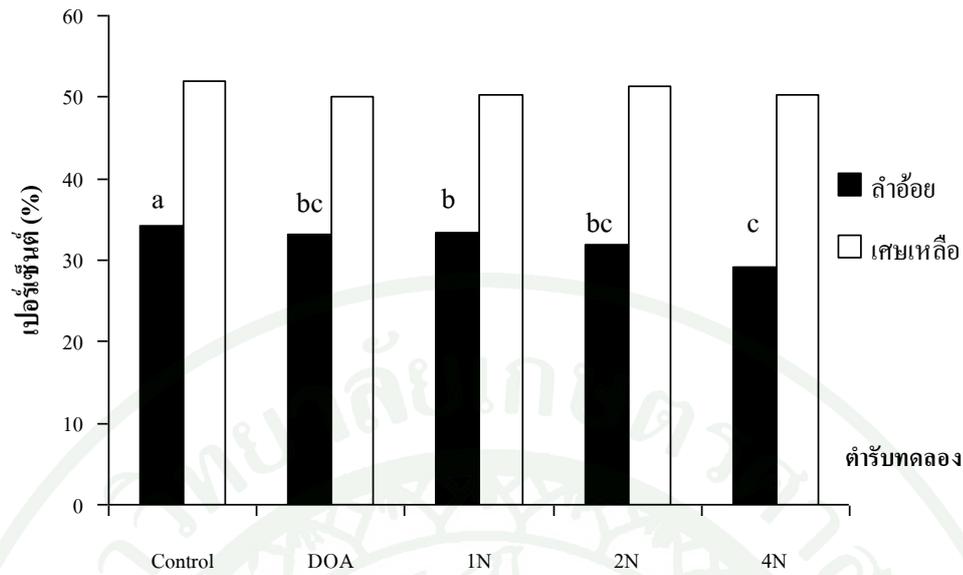
1.5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งในน้ำหนักสดในส่วนต่างๆ ที่อายุเก็บเกี่ยว

จัดการปุ๋ยเคมีทั้ง 5 วิธีการของอ้อยปลูกข้ามแล้ง ทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งในน้ำหนักสดของลำอ้อยและเศษเหลือมีความแตกต่างทางสถิติ โดยทั้งในลำอ้อยและเศษเหลือตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยมีค่าสูงสุดคือ 30.98 และ 55.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 5 และตารางภาคผนวกที่ 3) ในขณะที่แปลงอ้อยปลูกต้นฝน พบว่าวิธีการจัดการปุ๋ยเคมีทั้ง 5 วิธีการ ทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งในน้ำหนักสดของลำอ้อยมีความแตกต่างทางสถิติ โดยในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย มีค่าสูงสุดคือ 34.21 เปอร์เซ็นต์ แต่ในเศษเหลือพบว่าไม่มีความแตกต่างกันโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 50.04 - 51.96 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 6 และตารางภาคผนวกที่ 5)



ภาพที่ 6 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งในน้ำหนักสดในส่วนต่างๆ ที่อายุเก็บเกี่ยวของอ้อยปลูกข้ามแล้ง พันธุ์

LK 92-11



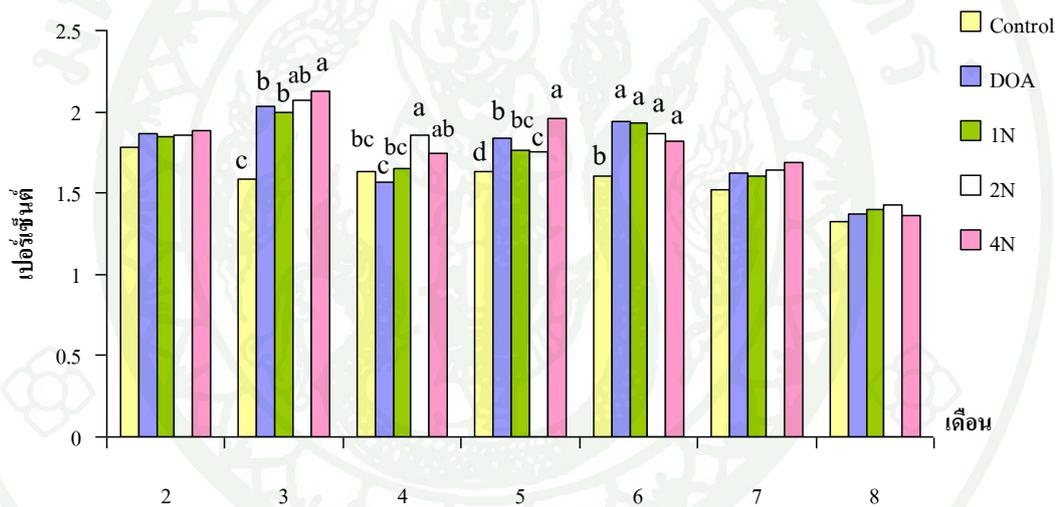
ภาพที่ 7 เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้งในน้ำหนักสดในส่วนต่างๆ ที่อายุเก็บเกี่ยวของอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72

เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้งในน้ำหนักสดในส่วนต่างๆ ในตำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย (Control) จากทั้ง 2 แปลงมีค่าสูงสุด และตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยในอัตราที่สูงขึ้นทำให้ เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้งในน้ำหนักสดในส่วนต่างๆ ของน้อยทั้งสองแปลงมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากปุ๋ยไนโตรเจนส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบและลำต้น หากพืชได้รับไนโตรเจนสูงคาร์โบไฮเดรตที่ผลิตได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงก็ถูกนำไปใช้ในการสร้างโปรตีนที่เป็นโพรโทพลาสซึม เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่จะนำไปใช้สร้างเซลลูโลสก็ไม่เพียงพอ ทำให้ผนังเซลล์ค่อนข้างบาง แต่เวลาเดียวกันเซลล์มีขนาดโตเพราะมีโพรโทพลาสซึมมาก เซลล์ในสภาพเช่นนี้มีน้ำอยู่เต็ม สภาพที่มีเซลล์โตแต่ผนังบาง และมีน้ำอยู่เต็มนี้เรียกว่าการอวบน้ำ (succulence) ซึ่งมีผลทำให้คาร์โบไฮเดรตสำหรับใช้สร้างเซลลูโลสมีปริมาณจำกัด และมีผนังเซลล์บาง และเมื่อนำมาคำนวณเป็นน้ำหนักแห้งโดยใช้ข้อมูลน้ำหนักแห้งในน้ำหนักสดของเฉพาะเศษเหลือ (dry weight in fresh weight of trash) พบว่า ในแปลงอ้อยปลูกข้ามแล้งและต้นฝน น้ำหนักแห้งของเศษเหลืออ้อยมีค่าอยู่ระหว่าง 3.68 – 4.98 และ 2.67 – 3.15 ตัน/ไร่ (ตารางภาคผนวก 5) ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าที่เคยรายงานไว้โดย Stewart and Kingston (1979) คือ 1.28-2.56 ตัน/ไร่ แต่ก็ใกล้เคียงกับตัวเลขที่รายงานไว้โดย King *et al.* (1965) คือ 3.04 ตัน/ไร่ และ Ander (1988) รายงานไว้ว่ามีค่าเท่ากับ 4.0 ตัน/ไร่ ซึ่งถือว่าพอรับได้เนื่องจากพันธุ์อ้อยที่ใช้ในการทดสอบมีความแตกต่างกัน

2. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเข้มข้นของไนโตรเจนในใบอ้อยกับค่าความเขียวใบอ้อยที่อายุต่างๆ ของอ้อยปลูกต้นฝน

2.1 ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนใน index tissue ที่อายุระหว่าง 2 – 8 เดือน

พบว่าวิธีการจัดการปุ๋ยเคมีทั้ง 5 วิธีการ ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนใน index tissue ที่อายุ 3, 4, 5 และ 6 เดือนมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างที่อายุอ้อย 2, 7 และ 8 เดือน โดยในตำรับตำรับที่มีใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดินโดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 25 % (4N) มีความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงสุดที่อายุ 3 คือ 2.13 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่อายุอ้อย 8 เดือนมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนใน index tissue ต่ำสุดมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.32 - 1.43 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 8 และตารางภาคผนวกที่ 6)



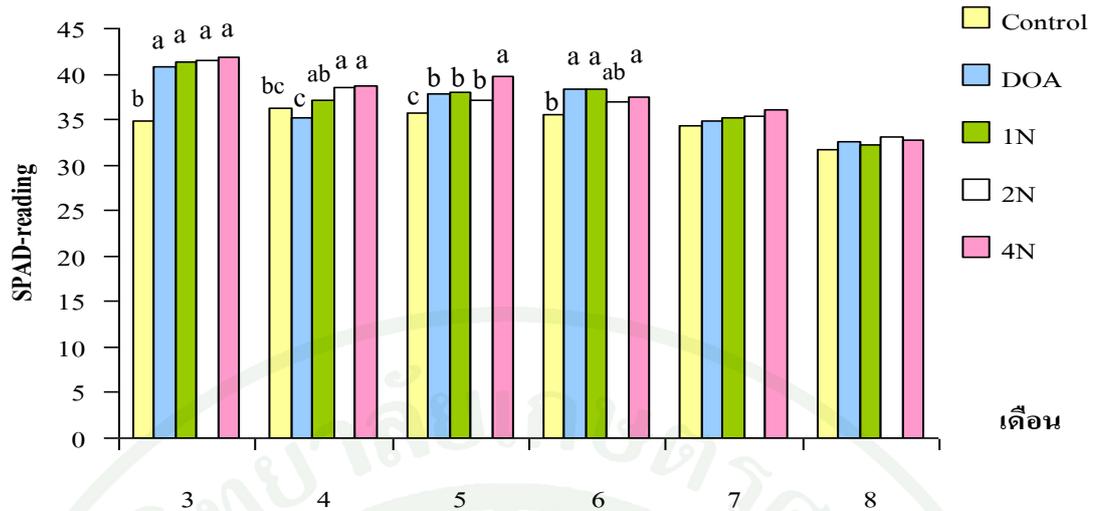
ภาพที่ 8 ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในใบที่เป็นดัชนี (index leaf) ที่อายุการเจริญเติบโตต่างๆ ของอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72

การเก็บตัวอย่างใบที่ใช้เป็น index tissue ในแต่ละแปลงย่อย เก็บตามคำแนะนำของ Evan (1965) และ Gosnell and Long (1971) ที่อ้างโดย Reuter *et al.* (1997) โดยค่าวิเคราะห์ที่ได้มาเทียบเคียงกับตัวเลขที่รายงานโดย Backer and Bryson (2007) ที่แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 9 เก็บตัวอย่างใบที่อายุ 2 – 8 เดือน กระทำในวันเดียวกับการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ตามลำดับ ฉะนั้นอิทธิพลของปุ๋ยจึงไม่มีผลต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้ที่อายุ 2 เดือนและ 4 เดือน แต่ไปแสดงผลให้เห็นเมื่อเก็บใบที่อายุ 3 และ 5 เดือน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของปุ๋ยทั้งหมดที่ใส่ให้กับอ้อยแปลงนี้ ผลที่แสดงเมื่ออ้อยอายุ 2 เดือน จึงเป็นการระบุถึงสถานะดั้งเดิมของธาตุปุ๋ยในดินที่สามารถเป็นประโยชน์ต่ออ้อยได้ โดยพบว่าทุกแปลงย่อยมีระดับของธาตุปุ๋ยไนโตรเจนที่

เป็นประโยชน์อยู่ค่อนข้างสม่ำเสมอ เพราะค่าของไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้ในตัวอย่างพืช มีค่าอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกัน และยังพบอีกว่าปริมาณไนโตรเจน ในตัวอย่างใบอ้อยมีค่าสูงกว่าระดับจุดวิกฤต (1.5 เปอร์เซ็นต์) ที่รายงานไว้โดย Backer and Bryson (2007) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า ดินที่ใช้ทดลองนี้มีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุไนโตรเจนค่อนข้างสม่ำเสมอ ปัญหาของไนโตรเจนในดินอาจพอหรือไม่ก็ได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ดินที่แสดงไว้ก่อนหน้านี้ในตารางที่ 3 และเมื่อเริ่มใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 อ้อยแสดงอาการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนอย่างชัดเจน นั่นคือความเข้มข้นของไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้เมื่ออ้อยอายุ 3 เดือนเพิ่มขึ้นและแตกต่างจากค่ารับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยอย่างชัดเจน ปุ๋ยดังกล่าวก็คงเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตอย่างชัดเจนด้วย โดยจะเห็นว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนลดลงเมื่ออ้อยอายุ 4 เดือนและสูงขึ้นเล็กน้อยหลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยอายุ 5 เดือน เนื่องจากในช่วงระยะนี้อ้อยที่กำลังเจริญเติบโตจะต้องได้รับไนโตรเจนอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากปุ๋ยไนโตรเจนมีผลโดยตรงต่อการแตกกอและพัฒนาลำอ้อย (ประพันธ์ และคณะ, 2545) Mohan-Rao and Narasimham (1952) พบว่าอ้อยต้องการธาตุไนโตรเจนมากที่สุดเมื่อมีอายุ 2.5-5 เดือน และเมื่ออ้อยอายุ 4 เดือนไปแล้วอ้อยจะเข้าสู่ระยะอย่างปล้อง จะมีการยึดปล้อง และสร้างใบใหม่ ในระยะนี้จะมีการเจริญเติบโตรวดเร็วมาก จึงต้องการน้ำและธาตุไนโตรเจนมาก (ถวิล, 2522) นอกจากนี้ยังเห็นได้ก็อีกว่าเมื่ออ้อยอายุ 8 เดือน ความเข้มข้นของไนโตรเจนลดลงมาอย่างเห็นได้ชัดในทุกค่ารับการทดลองและมีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤต เนื่องจากเมื่ออ้อยโตเต็มที่ คือ อายุประมาณ 8 เดือนจะเข้าระยะสุกแก่ อ้อยจะหยุดการเจริญเติบโตและเริ่มสะสมน้ำตาลในปล้อง(ถวิล, 2522) ความสัมพันธ์ระหว่างระดับไนโตรเจนกับคาร์โบไฮเดรตมีความสำคัญอย่างมากสำหรับพืชที่ให้ผลผลิตเป็นน้ำตาล เช่น อ้อย กล่าวคือถ้าระดับของไนโตรเจนได้รับน้อยลงจนถึงจุดๆ หนึ่ง การสังเคราะห์โปรตีนจะลดลงทำให้ระดับของคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นและจะสะสมอยู่ในพืชเป็นปริมาณมาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

2.2 ค่าความเขียว (SPAD – reading) ของใบที่ TVD (top visible dewlap) ที่อายุระหว่าง 3 – 8 เดือน

จากภาพที่ 9 ผลการวัดค่าความเขียวของใบที่ TVD (top visible dewlap) โดยใช้ chlorophyll meter (รุ่น SPAD-502) ในค่ารับที่มีการให้ปุ๋ยพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่ารับการทดลอง แต่ในเดือนที่ 7 และ 8 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าความเขียวใบมีความเข้มมากที่สุดคือเดือนที่ 3 มีค่าความเขียวอยู่ระหว่าง 40.86 - 41.80 และอ้อยเดือนที่ 8 มีค่าความเขียวใบต่ำสุดอยู่ระหว่าง 31.77 - 33.11 (ตารางภาคผนวกที่ 7)



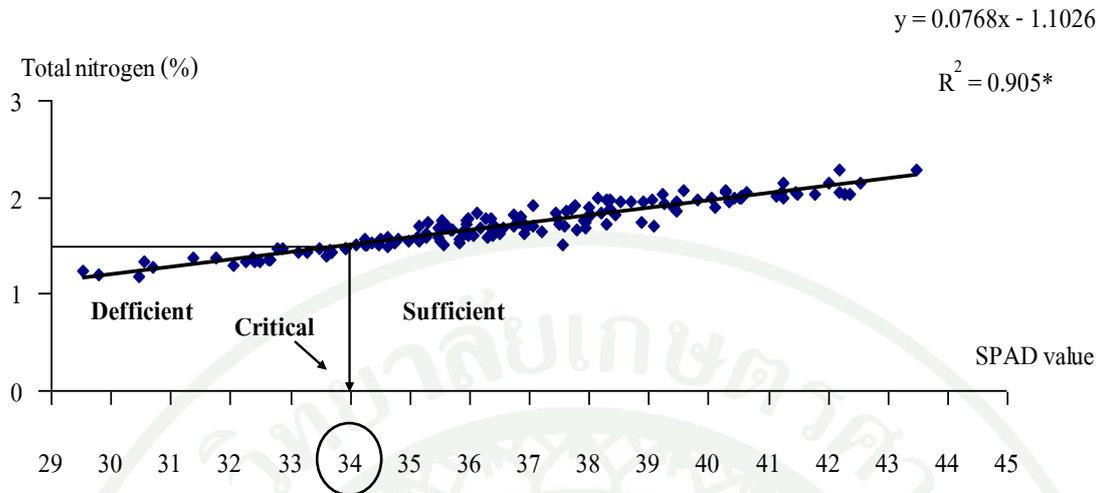
ภาพที่ 9 ความเขียวใบอ้อยที่อายุต่างๆ ของอ้อยพันธุ์ K99-72 อ้อยปลูกต้นฝน

ผลการวัดดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเครื่อง SPAD-502 เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้ประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืชโดยอ้อมได้ และเป็นผลดีต่อการประเมินคลอโรฟิลล์กับตัวอย่างพืช เพราะไม่ทำลายใบพืช สามารถใช้ได้ง่ายและรวดเร็วซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Schaper and Chacko (1991) ที่ทดสอบการวัดโดยใช้เครื่อง SPAD-502 กับไม้ผลหลายชนิด แต่การเลือกใช้กับพืชแต่ละชนิด จะต้องมีการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เพื่อหาสมการที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากการวัดด้วยเครื่อง SPAD-502 กับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบพืช จากรายงานของ Yoshinobu *et al.* (1996) พบว่า ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD – 502 กับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบอ้อยพันธุ์ NiF8 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ดังสมการของเส้นตรง $y = -2.55 + 0.24x$, $r^2 = 0.966^{***}$ นอกจากนี้สังเกตได้ว่าหลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ที่อ้อยอายุ 3 เดือนได้ทำการวัดค่าความเขียวใบพบว่าในแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยมีค่าความเขียวใบเข้มกว่าแปลงที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย (control) จากนั้นจะเริ่มลดลงเมื่ออ้อยอายุ 4 เดือนและเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่ออ้อยอายุ 5 เดือนหลังจากมีการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 และลดลงเรื่อยๆหลังจากนั้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบที่อายุต่างๆ มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากใบพืชมีคลอโรฟิลล์เป็นส่วนประกอบและธาตุไนโตรเจนยังเป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์อีกด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) จากรายงานของ สุภาณีและสายัญห์ (2544) ทำการประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์ใบพืชโดยใช้เครื่องมือ SPAD – 502 ได้ทดลองกับต้นลองกองและเงาะที่ปลูกในสภาพแปลงทดลองที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ แล้วนำค่าที่วัดได้ไปหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่วัดได้ด้วยเครื่อง SPAD – 502 กับปริมาณคลอโรฟิลล์รวม พบว่าค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ SPAD – 502 กับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบไม้ผลทั้งสองชนิด มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ดังสมการของเส้นตรงของใบลองกอง $y = -2.68 + 0.21x$, $r^2 = 0.77^{**}$ และของใบเงาะมีค่า $y = -1.11 + 0.18x$, $r^2 = 0.77^{**}$ การใช้เครื่องมือวัดความเข้มของสีใบที่มีความสัมพันธ์กับ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ที่เรียกว่า chlorophyll meter สามารถประเมินความต้องการปุ๋ยไนโตรเจนและใส่ปุ๋ยได้ตรงกับความต้องการของพืช Peterson *et al.* (1993) กล่าวว่า การสร้างคลอโรฟิลล์ขึ้นกับปริมาณธาตุไนโตรเจนที่มีอยู่ในพืชนั้นค่าความเข้มข้นของสีเขียวที่วัดได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับค่า Weight-base leaf N concentration ในทุกระยะการเจริญเติบโต ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Neilsen *et al.* (1995 a) ใช้เครื่องมือ SPAD-502 ในการประเมินผลการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนกับต้นแอปเปิ้ล พบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบเพิ่มขึ้นแตกต่างกันตามอัตราปุ๋ยที่ได้รับ และผลการศึกษาคพบว่าปริมาณไนโตรเจนที่เปลี่ยนแปลงมีความสัมพันธ์กับค่าที่อ่านได้จากเครื่อง SPAD-502 การขึ้นลงของค่า SPAD นอกจากอิทธิพลของไนโตรเจนแล้ว ยังมีหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์กับความเข้มของสีใบที่วัดได้ โดยเฉพาะความแตกต่างทางด้านพันธุกรรม และอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และแสงแดด (Thomson, 1996) อิทธิพลของสภาพปลูกที่อาจจะมีผลทำให้ค่าที่ได้จากการวัดมีความแปรปรวนได้เช่นกัน ดังรายงาน Campbell *et al.* (1996) ที่พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบแอปเปิ้ลที่ปลูกในสภาพแปลงปลูกและในเรือนกระจกมีความแตกต่างกัน เมื่อวัดด้วยเครื่อง SPAD-501 นอกจากนี้ Sibley *et al.* (1996) แนะนำว่าควรมีการทดสอบการวัดในรอบปี เพราะฤดูกาลอาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ในใบพืชด้วย

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างเข้มข้นของไนโตรเจนในใบอ้อยกับค่าความเขียวใบอ้อยที่อายุต่างๆของอ้อยปลูกต้นฝน

จากภาพที่ 10 แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในใบอ้อยบนแกน y สัมพันธ์กับค่า SPAD หรือค่าความเขียวที่อ่านได้จากเครื่อง Chlorophyll meter บนแกน x แนวโน้มของความสัมพันธ์เป็นเชิงบวก จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Regression พบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบมีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นตรง โดยสมการเชิงเส้นตรงมีค่า $y = 0.0768x - 1.1026$, $r^2 = 0.905^*$ แสดงว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ค่าความเขียวใบที่อ่านได้จะผันแปรตามความเข้มข้นไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น ตามที่ Backer and Bryson (2007) ทำการทดลองในอ้อยและรายงานไว้ว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจน 1.5 -2.7 เป็นช่วงที่มีไนโตรเจนเพียงพอต่อการเจริญเติบโตและค่าที่อ่านได้ 34 ขึ้นไปตรงกับช่วงดังกล่าวและใช้เป็นจุดวิกฤตของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในใบของอ้อย



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างเข้มข้นของไนโตรเจนในใบอ้อยกับค่าความเขียวใบอ้อยที่อายุต่างๆของอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72

ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนในใบกับค่าที่อ่านได้จากเครื่อง Chlorophyll meter ในใบอ้อยมีความเป็นไปได้ในการนำเครื่องมือนี้ใช้ประเมินไนโตรเจนในใบอ้อยได้ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ประเมินการตอบสนองต่อปุ๋ยของพืชในสภาพแปลงปลูก สอดคล้องกับการทดลองของ Yoshinobu *et al.*, (1996) ที่ศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นของไนโตรเจนต่อรูปแบบการดูดกินและส่วนประกอบในแต่ละส่วน และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการดูดกินต่อกิจกรรมทางสรีรวิทยา โดยใช้ความเข้มข้นของไนโตรเจน 6 ระดับ (0, 1/6, 1/3, 1/2, 1 และ 2N) หรือเทียบเท่า 0 1.5 3 4.5 9 และ 18 ml/L ของ NH_4NO_3 ในสารละลายธาตุอาหาร พบว่า อัตราของไนโตรเจนมีความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกกับค่า SPAD อย่างชัดเจนโดยที่ตำแหน่งใบที่สาม ดังสมการของเส้นตรงคือ $y = 6.43 + 16.05x$, $r^2 = 0.838$ ตำแหน่งใบที่สี่ มีค่า $y = 6.52 + 15.85x$, $r^2 = 0.977$ และค่า SPAD จะสูงขึ้นตามความเข้มข้นของไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกันในระยะเวลาหนึ่ง นอกจากนี้ระดับความเข้มข้นวิกฤต ที่รายงานไว้โดย Barker และ Bryson (2007) พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจน 1.5 -2.7 เป็นช่วงที่มีไนโตรเจนเพียงพอต่อการเจริญเติบโต จากภาพจะเห็นว่าในส่วนนี้ค่อนข้างกว้างเนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารมหัพภาค (ยงยุทธ, 2552) เป็นธาตุอาหารที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยทั่วไปเป็นธาตุอาหารตัวแรกที่จำกัดผลผลิตของพืช (ชวีช, 2543) และเราพิจารณาให้ค่าที่อ่าน 34 ขึ้นไปเป็นความเข้มข้นวิกฤตของไนโตรเจนในใบ หากค่าที่ได้ต่ำกว่าจุดนี้แสดงว่าพืชเริ่มขาดแคลนจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่ม โดยที่จุดความเข้มข้นวิกฤตนี้เป็นความเข้มข้นของธาตุหนึ่งที่มีผลให้พืชเจริญเติบโตหรือผลผลิตประมาณร้อยละ 90 ของค่าสูงสุดของธาตุนั้น การเพิ่มปริมาณธาตุอาหารแก่พืชต่อไปอีกจะช่วยให้พืชเจริญได้ดีกว่าเดิมเล็กน้อย การใส่ปุ๋ยเพียงแค่นี้ถือว่าเหมาะสมที่สุด (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Wu Feibo *et al.* (1998) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่อง SPAD-502 และลักษณะทางสรีระหรือลักษณะเฉพาะผลิตผล

ของฝ้ายในช่วงฤดูสั้น พบว่า ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า SPAD กับปริมาณของทั้งไนโตรเจนและความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า SPAD และระดับปุ๋ยไนโตรเจนมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) SPAD – meter สามารถใช้ตัดสินความต้องการไนโตรเจนของฝ้ายในช่วงฤดูสั้นก่อนระยะสมอเปิด จุดวิกฤตสำหรับผลิตผลฝ้ายสูงที่สุดคือ 32.4 33.1 35.0 43.55 ที่ระยะออกดอก ดอกบาน สร้างสมอ ก่อนสมอเปิดและสมอเปิดตามลำดับ สามารถให้ผลผลิตได้ถึง 24.2–25.0 กก./เฮกแตร์ ควรเพิ่มการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเมื่อค่า SPAD ลดลงต่ำกว่าจุดวิกฤต นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยสำหรับข้าว Sasanishiki ค่าที่วัดได้ 35 หรือมากกว่าจะทำให้ได้ผลผลิตเป้าหมายที่ 600 kg / 10 a ค่าที่วัดได้ต่ำกว่าระหว่าง 29 และ 32 เป็นการบ่งบอกว่าจำเป็นต้องมีการใส่ปุ๋ยเพื่อให้ได้ผลผลิตตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ (Minolta Camera Co. Ltd., 1989) หากมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนต่ำกว่าค่าวิกฤตแสดงว่ามีความจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหาร ค่า SPAD จึงเป็นจุดวิกฤตที่มีอิทธิพลและการนำมาใช้เป็นประโยชน์เพื่อพัฒนาการเพาะปลูก สิ่งแวดล้อมและวิธปฏิบัติ (Campbell *et al.*, 1990; Smeal and Zhang, 1994)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การศึกษาความแม่นยำของการจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีผลต่อผลผลิตอ้อย พบว่า วิธีการจัดการปุ๋ยเคมีทั้ง 5 วิธีการ ทำให้ผลผลิตอ้อยสดมีความแตกต่างกันทางสถิติจากค่ารับที่ไม่ใส่ปุ๋ย โดยการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำที่ให้ไว้โดยกรมวิชาการเกษตรหรือใส่ปุ๋ยโดยพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดินไม่มีความแตกต่างกัน แต่ค่ารับที่มีการใส่ปุ๋ยโดยพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดินใช้ปุ๋ยในปริมาณน้อยกว่าแต่สามารถให้ผลผลิตได้ใกล้เคียงหรือสูงของกรมวิชาการเกษตร เนื่องจากในค่ารับที่มีการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำโดยกรมวิชาการเกษตรจะมีการแบ่งออกเป็นช่วงกว้างๆคือ ค่า ปานกลางและสูง แต่การใส่ปุ๋ยอัตราที่พิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดินเป็นการนำค่าที่วิเคราะห์ได้มาคำนวณเป็นปริมาณปุ๋ยที่ต้องใส่และตรงตามที่พืชต้องการจึงให้ผลผลิตสูงและความแม่นยำใกล้เคียงกับผลผลิตเป้าหมายที่ตั้งไว้

2. ผลผลิตอ้อยสดในแปลงอ้อยปลูกข้ามแล้งในค่ารับที่มีใส่ปุ๋ยมีค่าสูงกว่าผลผลิตที่ตั้งเป้าหมายไว้ (25 ตัน/ไร่) โดยค่ารับที่มีการใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 100 % (1N) ให้ผลผลิตสูงสุดคือ 26.80 ตัน/ไร่ ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ยเท่ากับ 23.67 เปอร์เซ็นต์ และในค่ารับค่ารับที่มีการใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน โดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 25 % (4N) มีความแม่นยำใกล้เคียงกับผลผลิตเป้าหมายที่ตั้งไว้มากที่สุด คือ 102.68 เปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อนของผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้เมื่อเทียบกับผลผลิตที่ตั้งเป้าหมายไว้มีค่าเป็นบวกอยู่ระหว่าง 2.68-7.20 เปอร์เซ็นต์ ความแม่นยำจะเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยและผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเกิดจากอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ผลผลิตของอ้อยสูงขึ้น ส่วนในแปลงอ้อยปลูกต้นฝนค่ารับที่มีการใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดินโดยประมาณความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเท่ากับ 50 % (2N) ให้ผลผลิตสูงสุดคือ 19.47 ตัน/ไร่ มีผลผลิตเพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ยเท่ากับ 9.94 เปอร์เซ็นต์ และมีความแม่นยำใกล้เคียงกับผลผลิตเป้าหมายที่ตั้งไว้มากที่สุด คือ 77.88 เปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อนของผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้เมื่อเทียบกับผลผลิตที่ตั้งเป้าหมายไว้มีค่าเป็นลบอยู่ระหว่าง 22.12-29.16 เปอร์เซ็นต์ เนื่องมาจากการขาดแคลนน้ำในช่วงระยะอย่างปล้องทำให้ไม่ได้ผลผลิตตามเป้าหมายที่กำหนด

3. คุณภาพของผลผลิตในแปลงปลูกอ้อยข้ามแล้งและต้นฝน ค่า CCS ของอ้อยมีโน้มนวลลงเมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้น ปกติคุณภาพของผลผลิตไม่มีความผันแปรตามปุ๋ยที่ใส่หรือมีน้อยมาก แต่จะมีผลกับผลผลิตและผลผลิตน้ำตาลเท่านั้น ปริมาณแป้งในน้ำอ้อยของอ้อยทั้งสองแปลงซึ่งเป็นสายพันธุ์ต่างกัน ในแปลงของอ้อยปลูกต้นฝนจะมีปริมาณแป้งในน้ำอ้อยสูงมีค่าสูงเกินกว่าที่สำนักงานอ้อยและน้ำตาลทรายได้กำหนดมาตรฐานของน้ำตาลทรายดิบที่ส่งออกจะต้องมีแป้ง

ปนเปื้อนได้ไม่เกิน 700 ppm เนื่องจากอ้อยในแปลงใช้วิธีการตัดปลายอ้อยที่จุดหักธรรมชาติ ซึ่งอ้อยจะมีแป้งสูงสุดบริเวณยอดอ้อยนอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และอายุเก็บเกี่ยวด้วย

4. ค่าความเขียวที่วัดด้วยเครื่อง Chlorophyll meter กับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในใบอ้อยพันธุ์ K 99-72 มีความสัมพันธ์กันเป็นเชิงเส้นตรงแบบแปรผันตรง ดังสมการเชิงเส้นตรงมีค่า $y = 0.0768x - 1.1026$, $r^2 = 0.905^*$ อย่างมีนัยสำคัญ และค่าความเขียวใบที่อ่านได้จะผันแปรตามความเข้มข้นไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น Chlorophyll meter (SPAD-502) จึงสามารถใช้เป็นเครื่องมือประเมินสถานะไนโตรเจนในใบอ้อยได้และค่าความเขียวที่วัดได้ 34 ขึ้นไปเป็นช่วงที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของอ้อย หากค่าที่วัดได้ต่ำกว่า 34 แสดงว่าพืชเริ่มขาดแคลนจำเป็นต้องมีการใส่ปุ๋ย

ข้อเสนอแนะ

1. ในการจัดการปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน จะมีความแม่นยำใกล้เคียงกับเป้าหมายผลผลิตที่กำหนดไว้ หากปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องถูกควบคุมอยู่ในระดับที่ไม่เป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของอ้อย และสิ่งที่จะต้องให้ความสนใจมากที่สุดคือเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของหน่ออ้อย (เปอร์เซ็นต์ความงอก) ร่วมกับความชื้นของดินในช่วงที่มีการใส่ปุ๋ย และควรคำนึงถึงวิธีการใส่ปุ๋ยให้ถูกต้อง คือถูกชนิด ถูกอัตรา ถูกเวลาและบริเวณที่ใส่ เพื่อให้พืชได้รับอาหารเพียงพอ ด้วยประสิทธิภาพในการใช้ธาตุอาหารสูงสุด และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

2. การประเมินความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนของใบอ้อยพันธุ์ K 99-72 กับค่าที่อ่านได้จากเครื่อง Chlorophyll meter นี้เป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้น จำเป็นต้องมีการศึกษาปัจจัยอื่นๆ ประกอบ เช่น อิทธิพลของสภาพที่ปลูก อายุของใบ เป็นต้น และสามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อพัฒนาวิธีการประเมินการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรให้มีประสิทธิภาพและรวดเร็วขึ้น เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพอ้อยให้สูงขึ้นได้ในอนาคต เช่น การพัฒนาแผ่นเทียบสีใบที่ใช้ในต้นข้าว (Leaf Color chart (LCC) เป็นต้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ: เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2546. คู่มือการปฏิบัติการพัฒนาสินค้าเกษตร เรื่อง การผลิตอ้อยโรงงานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กองแผนงาน. 2521. อ้อย: เอกสารวิชาการเล่มที่ 1. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 264 น.

เกษม สุขสถาน. 2542 ก. ภูมิศาสตร์และพฤกษศาสตร์ของอ้อย, น.154-181. ใน สหวิทยาการของอ้อยและน้ำตาล. บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด, กรุงเทพฯ.

_____ และ อุดม พูลเกษ. 2521. การเลือกทำเลและที่ดินสำหรับปลูกอ้อย, น. 54-56. ใน หลักการทำไร่อ้อย. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กฤษกร อัยนรินทร์กุล, กัมปนาท ดีอุดมจันทร์, อมรชัย ประกอบยา, วรินทร์ จานคุณ, มานูวัตร ดินตระกูล ฉ ราชสีมา และมยุรา ศรีจันทร์. 2551. การวิเคราะห์ค่าคุณลักษณะลายเซ็นเชิงคลื่นเพื่อหาค่าดัชนีที่เหมาะสมในการจำแนกโรคใบขาวในอ้อย. ใน บทความนำเสนอในการประชุมวิชาการเทคโนโลยีอวกาศและสารสนเทศแห่งชาติประจำปี 2551.

กิ่งแก้ว คุณเขต. 2551. การจัดการธาตุไนโตรเจนโดยใช้แผ่นเทียบสีในการปลูกข้าวนาชลประทานพันธุ์ต่างๆ. รายงานผลการวิจัยปี 2550. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เจษฎา ภัทรเลอพงศ์, พูนพิภพ เกษมทรัพย์, ศรีปราชญ์ ไนสวรรค์, ดวงรัตน์ ศตคุณ และ เชษฐศาสตร์กิจ. 2553. รายงานฉบับสมบูรณ์การศึกษาการใช้น้ำของอ้อย โครงการสร้างองค์ความรู้และพัฒนาด้านอ้อย ปี 2552. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 94 หน้า.

ฉันทนา ปราศจาก, รัตนา เมืองมนตรี, วิชชุดา พรหมทิพย์, ชุมพล เขาวภา, อัปสร เปลี่ยนสินไชย และ พิพัฒน์ วีระถาวร.2546. ปริมาณแป้งในสิ่งเจือปนในลำ ในอ้อยพันธุ์ต่างๆและน้ำอ้อยจากลูกหีบ ชุดแรก.วารสารอ้อยและน้ำตาลไทย. 10(2) :50-56.

เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง, ปรีชา พรหมณีย์, อรรถสิทธิ์ บุญธรรมและ ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์. ม.ป.ป. การ **ปลูกและการดูแลรักษาอ้อย**. พีชไร่นำรู้: อ้อย. กรมวิชาการเกษตร. แหล่งที่มา <http://as.doa.go.th/fieldcrops/cane/oth/003.pdf>

ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ จงรักย์จันทร์เจริญสุข. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดิน และพีช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____ และ ประทีป วีระพัฒนนิรันดร์.2551. **คู่มือสำหรับการเกษตรยุคใหม่ : ธรรมชาติของดินและปุ๋ย**. โครงการรวมพลังพลิกฟื้นผืนดินเกษตรไทย, กรุงเทพฯ.

_____ และ ปิ่นเพชร บุญสุขม, ประทีป วีระพัฒนนิรันดร์, บุรี บุญสมภพพันธ์, ชัยรัตน์ วรรณรักษ์, เจตน์ ล่อใจ, สหัชชัย คงทน, อัชชะ พินจงสกุลดิษฐ์, สุกิจ รัตนศรีวงษ์ และ บุญช่วย สงฆ์นาม. 2552. **ระบบคำแนะนำธาตุอาหาร เฉพาะพื้นที่ สำหรับอ้อย (Sim Cane)**. การจัดการธาตุอาหารเฉพาะ พื้นที่. แหล่งที่มา:<http://www.ssnm.agr.ku.ac.th/main/Download.htm> , 13 กันยายน 2552

ทิวา พาโลกทม. 2542. **อิทธิพลของระดับความเค็มของดินต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิตและ อัตราการสังเคราะห์แสงของอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธวัช ดินนังวัฒนะ. 2543. **การทำไร่อ้อยยุคใหม่**. ศูนย์เกษตรอ้อยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ,สำนักงาน คณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

ถวิล กรุฑกุล. 2522. **การจัดการดินกับการปลูกอ้อย**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 65 น.

นาตยา นุชนารถ และอรรถสิทธิ์ บุญธรรม. 2552. การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (อ้อยต่อ 1), น. 9. ใน **การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1**, 23-24 เมษายน 2552 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.

บัณฑิต ต้นศิริและ คำธณ ไทรพัก2542. คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ.กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์, ประชา ถ้ำทอง, ปรีชา พราหมณีย์ และ วิทยา มีรักษ์. 2545 ข.อัตราปุ๋ยในโตรเจนที่เหมาะสมเมื่อเพิ่มประชากรอ้อยต่อพื้นที่ในชุดดินกำ แพงแสน, น. 22. ใน การประชุมวิชาการอ้อยประจำปี 2545. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรีสถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ประเสริฐ ฉัตรวชิรวงษ์. 2542. อ้อย, น. 270-295. ใน พืชเศรษฐกิจ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ปราณี สนธิ. 2548. การศึกษาอิทธิพลของระยะแถวปลูกและอัตราปุ๋ยที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยปลูกในเนื้อดินปานกลางและการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนแลผลตอบแทนการผลิตอ้อยปลูกในดินเนื้อละเอียดที่มีระยะแถวปลูกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรีชา พราหมณีย์. เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง, ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์, กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ, ทักษิณา ศันสยะวิชัย, ชัยโรจน์ วงศ์วิวัฒน์ชัย, สุมาลี โพธิ์ทอง, แรมณภา เต่าอัน, อรรถชัย จินตะเวช ,สหัสชัย คงทน และดวงคอม กำเนิดทรัพย์ . 2546. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาระบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตอ้อยโดยใช้โปรแกรม CaneFert 1.0 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรีสถาบันวิจัยพืชไร่.

ภาคภูมิ พระประเสริฐ. 2550. สรีรวิทยาของพืช. กรุงเทพฯ, โอเดียนส โตร์.

เมทินี เนียมแก้ว และ กุมุท สังขศิลา. 2552. ผลของการให้น้ำและอัตราปุ๋ยต่อระดับผลผลิตของอ้อยพันธุ์ LK 92-11, น. 20-21. ใน การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1, 23-24 เมษายน2552 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.

ยงยุทธ โอสธสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2552. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3 .ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. *สิงสิงจิ มติวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*

_____ อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์และชวลิต สงประยูร. 2551. **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน**. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รุจิกร ศรีแมนม่วง. 2538. **อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพอ้อยพันธุ์ กพส. 85-11-2 และ กพส.85-1-56 ที่ปลูกบนชุดดินกำแพงแสน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรสิทธิ์ จิตรประทีป. 2547. **การศึกษาถึงผลการใช้น้ำที่มีต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิตอ้อยในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบางเลน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2549. **คาร์บอนเมแทบอลิซึม, น 97 - 151. ใน สรีรวิทยาของพืช**. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศุภฤกษ์ กลิ่นหวด. 2547. **อิทธิพลของระยะแถวปลูกและอัตราไนโตรเจนที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของอ้อยปลูก ทั้งข้ามแล้งและต้นฝนในกลุ่มดินเนื้อหยาบ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2553. **การส่งออกสินค้าตามโครงสร้างสินค้าสำคัญของไทย ปี 2548 – 2552 (มกราคม - ธันวาคม)**. สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร. แหล่งที่มา http://www2.ops3.moc.go.th/export/recode_export/report.asp, 1 สิงหาคม 2553

_____. 2553. **มูลค่าการส่งออกเปรียบเทียบระหว่างปี 2550 -2552 (มกราคม - ธันวาคม)**. สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากรแหล่งที่มา http://www2.ops3.moc.go.th/thtrade/monthly_ex/report.asp, 1 สิงหาคม 2553

_____. 2553. **โครงสร้างสินค้าออกของไทย ปี 2535 – 2552 (ม.ค. - ธ.ค.)**. สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร แหล่งที่มา http://www2.ops3.moc.go.th/export/struct_export/report.asp, 1 สิงหาคม 2553

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. 2553. **ผลผลิตอ้อยปี 52/53**. แหล่งที่มา <http://www.phtnet.org/news52/view-news.asp?nID=671>, 1 สิงหาคม 2553. อ้างอิงจากหนังสือพิมพ์เดลินิวส์ วันที่ 11 ธันวาคม 2552 .

<http://www.dailynews.co.th/newstartpage/index.cfm?page=content&categoryId=339&contentId=36711>

สัตตางกูมิ ไทยพานิชและจักรี ศรีนนท์ฉัตร. 2009. การหาความสัมพันธ์ของค่าคลอโรฟิลล์และค่าสีเขียวจากภาพถ่ายใบข้าว โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ. **ECTI-CARD 2009**, May'09, Bangkok, Thailand.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2526. **คำแนะนำการปลูกพืชไร่**. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____ 2544. **พันธุ์และการปลูกดูแลรักษาอ้อย**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 100 น.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. **ชีววิทยาพืช**. ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 297 น.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, ถวิล ครุฑกุล, ไพบุลย์ ประพุดิธรรม และ อำนวย สุวรรณฤทธิ์. 2527. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 737 น.

สุทนต์ ปินตาเสน, ทักษิณา ศันสยะวิชัย, กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ และ ปรีชา กาเพ็ชร. 2544. ผลของการไถดินดานและการใส่วัสดุปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อยข้ามแล้ง, น. 89-91. ใน **รายงานผลการวิจัย ปี 2544**. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น.

สุทิน คล้ายมนต์. 2543. **หลักการแปลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อวางมาตรฐานการประสานงานวิจัยและบริการข้อมูลด้านดินและปุ๋ย**. เอกสารประกอบการบรรยายในการสัมมนาเรื่อง กลยุทธ์ในการทำงานวิจัยและพัฒนาการเกษตรในเขตภาคกลางและภาคตะวันตก ในสถานะเศรษฐกิจวิกฤต. วันที่ 25-27 มกราคม 2543 ณ อาคารอเนกประสงค์ สำนักวิจัยและพัฒนา

สุภาณี ชนะวีรวรรณ และ สายัณห์ สดุดิ. 2544. การใช้เครื่องมือ SPAD – 502 เพื่อประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์รวมและไนโตรเจนในใบของลองกองและเงาะ. **ว.สงขลานครินทร์ วทท.24 (1): 9-14**

สุรเดช จินตกานนท์, เกษม สุขสถาน และ ผกาทิพย์ จินตกานนท์. 2542. การศึกษาผลผลิตและองค์ประกอบธาตุอาหารพืชของอ้อย. **วารสารเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์**. 33: 10-20.

_____ และ ผกาทิพย์ จินตกานนท์.2546. การศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตและการสะสมธาตุอาหารฟอสฟอรัสของแตงเทศที่ปลูกในระบบไร่ดิน. วารสารดินและปุ๋ย. 25: 20-37.

_____. 2550. การใช้ผลการวิเคราะห์ดินเพื่อให้คำแนะนำปุ๋ยอ้อย. ใน เอกสารประกอบคำบรรยายหลักสูตร “การจัดการดินและปุ๋ยเพื่อเมประสิทธิภาพการผลิตอ้อย” สำหรับบุคลากรโรงงานน้ำตาลรุ่นที่ 1, 23-25 พฤษภาคม 2550 ภาควิชาปฐพีวิทยามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. น้ำตาลทราย : ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน.สถิติการเกษตรของประเทศไทย.แหล่งที่มา<http://www.oae.go.th/Import-Export.php> , 15 กันยายน 2552.

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม, ปรีชา พรหมณีย์, จริญญา อารีย์, ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ และ เจริญ บัวคงดี.2538 . การเพิ่มจำนวนครั้งและปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยในเขตอาศัยน้ำฝน, น. 710-714. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2538 “อ้อย” เล่ม 2 ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อุดม เลียบวัน, นางทักษิณา ศันสยะวิชัย, นายกอบเกียรติ ไพศาลเจริญ และ นายปรีชา กาฬเพชร. 2550. รายงานเรื่องเต็ม การศึกษาลักษณะทางการเกษตรของโคลนอ้อยชุด 2537 : 1.1.12 การตอบสนองต่อปุ๋ยของอ้อยพันธุ์ 94-2-200. 14 น.

อุดมลักษณ์ อำพันทอง. 2547. อิทธิพลของระยะแถวปลูกและอัตราปุ๋ยที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของอ้อยปลูกในดินเหนียวและอ้อยต่อ 1 ในดินเหนียว.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Abd-El-Latif, F. A., L. M. Saif and A. M. A. El-Shafai. 1999. Optimum row spacing and nitrogen level for the plant cane and ratoon of the new promising sugarcane variety F. 153. **Egyptian Journal of Agricultural Research** 77(2): 769-782

van den A.K. B, T. D. Perkins. 2004. Evaluation of a portable chlorophyll meter to estimate chlorophyll and nitrogen contents in sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) leaves. **Forest Ecology and Management** 200 : 113–117.

- Alena T. N., E. C. Strini, J. Galves de Oliveira, R. E. Bressan-Smith. 2005. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae** 104 : 199–209.
- Alexander, A. G. 1973. **Sugarcane Physiology**. Elsevier, Amsterdam.
- Ander, M. M. 1988. **Sugarcane growth and yield response to nitrogen irrigation and environment**. Ph.D. Dissertation. Univ. of Hawaii.
- Babu, C.N. 1979. **Sugarcane**. Allied Publishers. New Delhi. 273 p.
- Bakker, H. 1999. **Sugarcane cultivation and management**. Kluwer Academic Plenum., New York. 679 p.
- Balasubramanian, V., A. C Morales., R. T Cruz., T. M Thiyagarajan., R Nagarajan., M Babu., S Abdulrachman., L.H Hai., 2000. Adaptation of the chlorophyll meter (SPAD) technology for real-time N management in rice: a review. **International Rice Research Institute** 5: 25–26.
- Blackburn, F. 1984. **Sugarcane**. Longman, Inc., New York.
- Barker, A . V. and G. M. Bryson. 2007. Nitrogen, pp. 21-31. *In* A.V Barker, and D. J. Pilbeam, (eds.). **Handbook of Plant Nutrition**. Taylor & Franics Group. New York
- Barnes, A. C. 1953. **Agriculture of Sugarcane**. Leonard Hill Books, London.
- Bray, R. A. and L. T. Krutz. 1945. Determination of total organic and available form of phosphorus in soil. **Soil Science** 95: 39-45.
- Buren, L. L. 1974. Optimum stalk population for sugarcane. **Hawaiian sugar tech. 3rd Ann. Conf.** Hawaiian Sugar, Planters' Ass. Honolulu, Hawaii. 5: 14-17.

- Campbell, R. J., K. N. Mobley, R. P. Marini and D. G. Pleiffer. 1990. Growing condition alter the relationship between SPAD-501 values and apple leaf chlorophyll. **Hort Science** 25(3) : 330-331.
- Choudhary, C. N. and U. P. Sinha. 2001. Dry-matter production, sugar yield and nitrogen-sulphur recovery by sugarcane (*Saccharum officinarum*) as influenced by concentrated organic manure, nitrogen and sulphur fertilization. **Indian Journal of Agricultural Science** 71(1) : 31-34.
- Clarke, M. A. 1993. **Sugar and non sugar in sugarcane**, . pp. 21-59. *In* : Sugar Handbook., 12 th Eds., J. Wiley and Son Inc., N.Y.
- Dellewijn, C. V. 1952. **Botany of Sugarcane**. The Chronica Batanica Co., Massachusetts. 452 p.
- Dithkrajun, N. 1999. **Response of planted and ratoon cane on nitrogen fertilizer application**. Available Source: <http://www.chiangmai.ac.th>, May 25, 2002
- Evans, H. 1965 . Tissue diagnostic analysis and their interpretation in sugarcane. **International Society Sugarcane Technologists Proceedings** 12: 156-180.
- Fageria, V. D. 2001. Nutrient interaction in crop plant. **Journal of Plant Nutrition** 24: 1269-1290.
- Godshall, M. A., B. L. Legender, M. A. Clarke, X. M. Mirnda and R. S. Blanco. 1996. Starch, polysaccharide and proanthocyanidin in Louisiana sugarcane varieties. **International Sugar Journal** 98 : 144-148.
- Gosnell, J. M. and A. C. Long. 1971. Some factors affecting foliar analysis in sugarcane. **Proceedings of The South African Sugar Technologists' Association**. pp. 1-16
- Jianliang Huang, Fan He, Kehui Cui, Roland J. Buresh, Bo Xu, Weihua Gong and Shaobing Peng. 2008. Determination of optimal nitrogen rate for rice varieties using a chlorophyll meter. **Field Crops Research** 105 : 70–80.
- Humbert, R. P. 1963. **The Growth of Sugarcane**. Elsevier Publishing Company, Amsterdam. 779 p.

- Hunsigi, G. 1993. **Production of Sugarcane: Theory and Practice**. Springer-Verlag.,Berlin.
- Husz, G. S. 1972. Sugarcane: **Cultivation and Fertilization**. Ruhr-Stickstoff A.G., West Germany.116 p.
- Kawamitsu, R. K., B.J. Singh, Y. Nelson and S Tamaki., 1999. **Effects of nitrogen supply on growth characteristics and leaf photosynthesis in sugarcane**. Science Bulletin of the Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus. 14 pp.
- Keating, B. A., K. Verburg, N. I. Huth. and M. J. Robertson. 1997. Nitrogen management in intensiveagriculture: Sugar in Australia, 221-238. *In* **Intensive Sugarcane Production: Meeting the Challenges beyond 2000**.CAB International, Walling,UK.
- King, N. J., R. W. Montgomery and C. G. Hughes. 1965. **Manual of Cane – Growing**. Angus and Robertsons, Sydney. 170 p.
- Klute, A. 1986. Water Retention: Laboratory Methods, pp. 635-662. *In* A. Klute, ed. **Method of Soil Analysis Part I : Physical and Mineralogical Methods**. AmericanSociety of Agronomy, Inc., Wisconsin.
- Mahmoud M. S., A. A. El-Sayed, E. A. A. A. El-Nour, 1999. Predicting nitrogen, magnesium and iron nutritional status in some perennial crops using a portable chlorophyll meter. **Scientia Horticulturae** 82 : 339 - 348
- Minolta Camera Co. Ltd., 1989. **Chlorophyll meter SPAD-502**. Instruction Manual. Radiometric Instruments Divisions, Osaka, Minolta, p. 22.
- Mohan-Rao, N. Y. and R. L. Narasimham. 1952. The nitrogen nutrition of sugarcane. **Madras Agronomy Journal** 9(3): 243-255.
- Muchow, R. C., J. Robertson., A. W. Wood and B. A. Keating. 1996. Effect of nitrogen on the time-course accumulation in sugarcane. **Field Crop Research** 47: 143-153.

- Neilsen, D., E. J. Hong, G. H. Neilsen and P. 1995. Using SPAD-502 values to assess the N status of apple trees. **Horticulturae** 30(3) : 508-512.
- Neilsen, D., E.J. Hong, L. C. Herbert. P. Parchomchuk and G.H. Neilsen. 1995b. Use of rapid technicalniques for estimating the N status of fertigated apple trees. **Acta Horticulturae** 383 : 211-218.
- Peterson, T. A., T. M Blackmer., D. D Francis and J. S Scheppers., 1993. Using a chlorophyll meter to improve Nmanagement. A Webguide in **Soil Resource Management: D-13 Fertility. Cooperative Extension**, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska, Lincoln, NE, USA.
- Pratt, P. E. 1965. Potassium, pp 1022-1030. In C.A. Black, ed. **Method of Soil Analysis**. Monogr. 9 part 2. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Schaper, H. and E. K. Chacko. 1991. Relation between extractable chlorophyll and portable chlorophyll meter reading in leaves of eight tropical and subtropical fruit-tree specing. **Journal of Plant Physiol** 138(6) : 674-677.
- Schechter, J., J. T. A and D.C. Elfving. 1992. Morphological differences among apple leaf types. **Hort Science** 27(2) : 101-103.
- Sibley, J. L., D. J. Eakes, C. H. Gilliam. G. T. Keever, W. A. Donizor Jr. and D. G. Himerlrick. 1996. Foliar SPAD-502 meter values, nitrogen levels and extractable chlorophyll for red maple selections. **Hort Science** 31(3) : 468-470.
- Smeal, D., Zhang, H., 1994. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn. *Commun. Soil Science. Plant Anal.* 25, 1495–1503.
- Stewart, G. A. and G. Kingston. 1979. An Estimate of the Production of Sugarcane Top and Trash in Queensland. **Resource Recovery and Conservation**. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. 56 p.
- Van Dillewijn, C. 1952. **Botany of Sugar cane**. Waltham. Mass, USA. 371 pp.

- Ramamurthy, V. L. G. K. Naidu, S. C. Ramesh Kumar, S. Srinivas and Rajendra Hegde. 2009. Soil-based fertilizer recommendations for precision farming. **Current Science** 97(5); 641-647
- Walkley, A and C. A. Black. 1934. An examination of Degtjuruff method for determining soil organic matter and proposed modification of chromic acid titration method. **Soil Science** 37: 29-35.
- Wallace, B. W. 1997. Indicators of cotton nitrogen status and response to foliar applied urea and triazone nitrogen. Ph.D. Dissertation. Texas A&M University.
- Wiedefeld, B. 1997. Evaluation of new tools for determining crop nitrogen status and availability. **Subtropical Plant Science** 49 : 46-49.
- Wood, G. H. 1962. Some factors influencing starch in sugarcane. **Proceedings of The South African Sugar Technologists' Association** 36 : 123-135.
- Wu F., W. Lianghuan , X. Fuhua. 1998. Chlorophyll meter to predict nitrogen sidedress requirements for short-season cotton (*Gossypium hirsutum*). **Field Crops Research** 56: 309–314
- Zende G. K. 1990. Soil fertility management for higher sugar and sugarcane production, pp. 99-200. *In* P.N. Rao, ed. **Recent advances in sugarcane**, KCP Ltd, Vuyyuru, Andhra Pradesh.



ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 คุณภาพผลผลิตของแปลงอ้อยปลูกข้ามแล้ง พันธุ์ K 92-11

ตำรับ การทดลอง	Brix (%)	Pol (%)	Purity (%)	Fiber (%)	CCS	starch content (ppm)
Control	20.55 a	18.95 a	92.15 a	11.39	14.96 a	109.75 a
DOA	20.76 a	19.28 a	92.86 a	11.31	15.31 a	134.00 a
1N	19.73 ab	18.10 a	91.58 a	11.74	14.20 a	47.75 b
2N	19.49 ab	17.77 ab	91.04 ab	11.27	13.95 ab	84.00 ab
4N	18.43 b	15.90 b	86.04 b	10.73	12.15 b	38.75 b
F-test	*	*	*	ns	*	*
P_value	0.067	0.071	0.077	0.63	0.076	0.078
%C.V.	6.62	10.44	4.28	7.68	11.13	69.83

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 %

ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 %

ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % โดยวิธีของ DMRT

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพของผลผลิตของแปลงอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72

ตัวรับการทดลอง	Brix (%)	Pol (%)	Fiber (%)	Purity (%)	C.C.S (%)	starch content (ppm)
Control	20.44	17.38	12.14	84.53	10.87	847
DOA	19.49	16.04	12.42	82.32	10.25	561
1N	20.37	17.95	12.41	88.18	11.63	885
2N	19.88	16.59	11.98	83.46	10.21	765
4N	20.07	16.80	11.96	83.74	10.39	669
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P_value	4.36	7.9	5.04	5.91	12.4	38.43

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 %

ตารางผนวกที่ 3 เปอร์เซ็นต้นน้ำหนักแห้งในน้ำหนักสดในส่วนต่างๆที่อายุเก็บเกี่ยวของอ้อยปลูกข้ามแล้ง พันธุ์ LK 92-11

ตำรับ	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งในน้ำหนักสด	
	ลำอ้อย(%)	เศษเหลือ (%)
Control	30.98 a	55.31 a
DOA	30.9 b	50.71 ab
1N	29.68 b	52.31 b
2N	29.55 b	48.30 ab
4N	26.61 b	47.16 c
F-test	*	*
P_value	0.004	0.034
%C.V.	7	8.47

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 %

ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % โดยวิธีของ DMRT

ตารางผนวกที่ 4 เปอร์เซ็นต้นน้ำหนักแห้งในน้ำหนักสดในส่วนต่างๆที่อายุเก็บเกี่ยวของของอ้อยปลูกดินฝน พันธุ์ K 99-72

ตำรับ	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักร้างในน้ำหนักสด	
	ลำอ้อย (%)	เศษเหลือ (%)
Control	34.21 a	51.96
DOA	33.18 bc	50.04
1N	33.33 b	50.25
2N	31.88 bc	51.37
4N	29.10 c	50.36
F-test	*	ns
P_value	0.004	0.45
%C.V.	7.78	3.72

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 %

ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 %

ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % โดยวิธีของ DMRT

ตารางผนวกที่ 5 น้ำหนักแห้งในส่วนต่างๆของอ้อย ที่อายุเก็บเกี่ยว

ตำรับ	อ้อยปลูกข้ามแล้ง		อ้อยปลูกต้นฝน	
	ลำอ้อย (ตัน)/ไร่	เศษเหลือ (ตัน)/ไร่	ลำอ้อย (ตัน)/ไร่	เศษเหลือ (ตัน)/ไร่
Control	6.71	4.36 abc	6.06	3.06
DOA	7.60	4.16 bc	6.09	2.67
1N	8.02	3.68 c	6.02	3.15
2N	7.60	4.54 ab	6.22	3.05
4N	7.46	4.99 a	5.56	2.93
F-test	ns	*	ns	ns
P_value	0.44	0.046	0.377	0.463
%C.V.	12.78	15.04	8.45	14.42

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 %

ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 %

ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % โดยวิธีของ DMRT

ตารางผนวกที่ 6 ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในใบที่เป็นดัชนี (index leaf) ที่อายุการเจริญเติบโตต่างๆ ของอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72

ตำรับ	ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในใบ(%)						
	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน	7 เดือน	8 เดือน
Control	1.78	1.59 c	1.63 bc	1.63 d	1.60 b	1.52	1.32
DOA	1.87	2.03 b	1.57 c	1.84 b	1.94 a	1.62	1.37
1N	1.85	2.00 b	1.65 bc	1.76 bc	1.93 a	1.60	1.40
2N	1.86	2.07 ab	1.86 a	1.75 c	1.87 a	1.64	1.43
4N	1.88	2.13 a	1.74 ab	1.96 a	1.82 a	1.69	1.36
F-test	ns	*	*	*	*	ns	ns
P_value	0.44	0.00	0.02	0.00	0.00	0.28	0.42
%C.V.	4.43	10.81	9.48	7.39	8.68	7.67	6.90

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 %

ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 %

ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % โดยวิธีของ DMRT

ตารางผนวกที่ 7 ความเขียวใบอ้อยที่อายุต่างๆของอ้อยปลูกต้นฝน พันธุ์ K 99-72

ตำรับ	อายุอ้อย					
	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน	7 เดือน	8 เดือน
การทดลอง						
Control	34.87 b	36.32 bc	35.68 c	35.51 b	34.28	31.77
DOA	40.86 a	35.21 c	37.81 b	38.28 a	34.78	32.56
1N	41.28 a	37.10 ab	38.05 b	38.35 a	35.27	32.18
2N	41.43 a	38.45 a	37.11 b	36.86 ab	35.34	33.11
4N	41.80 a	38.63 a	39.66 a	37.48 a	36.08	32.76
F-test	*	*	*	*	ns	ns
P_value	0.00	0.02	0.00	0.22	0.14	0.66
%C.V.	7.07	5.34	4.41	4.41	3.3	4.44

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 %

ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 %

ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันและอยู่ในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 90 % โดยวิธีของ DMRT

ตารางผนวกที่ 8 ความต้องการน้ำของอ้อยในแต่ละช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต

ช่วงการเจริญเติบโต	ความต้องการน้ำ	
	มม./วัน	มม.
ระยะตั้งตัว (30 วัน)	4	120
ระยะเติบโตทางลำต้น(140 วัน)	4.5	630
ระยะสร้างน้ำตาล (125 วัน)	5	625
ระยะแก่ (35 วัน)	4	140
รวม (330 วัน)		1,515

ที่มา : เฉลิมพลและคณะ (ม.ป.ป.)

ตารางผนวกที่ 9 ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบค้ำของพืชบางชนิดที่ถือว่าต่ำ เพียงพอและสูง

พืช	ความเข้มข้น (% โดยน้ำหนักแห้ง)		
	ต่ำ	เพียงพอ	สูง
ฝ้าย	< 3.0	3.0-4.5	> 5.0
อ้อย	< 1.0-1.5	1.5-2.7	> 2.7
ถั่ว	< 3.8	3.8-4.5	> 4.5-7.0
ส้ม	< 2.0-2.2	2.3-2.9	> 3.3
สตรอเบอรี่	< 2.1	2.1-4.3	> 4.3

ที่มา : Barker และ Bryson (2007)

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวสุชัญญา เจริญเส็ง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	3 เดือนเมษายน พ.ศ. 2528
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลอุ้มทอง จ.สุพรรณบุรี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2550)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-