

วว.

โครงการวิจัยที่ ภ. 52-06 / ย. 2 / รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)

## การพัฒนาผลิตภัณฑ์สารให้ความหวาน เพื่อสุขภาพจากธัญพืชและวัตถุดิบธรรมชาติ



สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย  
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

โครงการวิจัยที่ ภ.52-06

การวิจัยและพัฒนาการผลิตสารให้ความหวานจากหญ้าหวาน

โครงการย่อยที่ 2

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สารให้ความหวานเพื่อสุขภาพ

จากธัญพืชและวัตถุดิบธรรมชาติ

รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สารให้ความหวานเพื่อสุขภาพ

จากธัญพืชและวัตถุดิบธรรมชาติ

โดย

สยาม สิ้นสวัสดิ์

ราเชนทร์ วิสุทธิแพทย์    ปรียะดา วิสุทธิแพทย์

ประธาน โพบิสวัสดิ์    ศิริธรรม สิงห์โต

สุภัทร์ คล่องการงาน    สุทธิรักษ์ มีพลอย

ธนู ทรัพย์ชิต    กิลิตา เสือเอก

รัศมี เชื้อนล้อม    จารุณี ลิภา

บรรณาธิการ

ลิขิต หาญจางสิทธิ์

บุญเรียม น้อยชุมแพ

สลิลดา พัฒนศิริ

วว., ปทุมธานี 2556

สงวนลิขสิทธิ์

รายงานฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้พิมพ์โดย  
ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย



(นายยงวุฒิ เสาวพฤกษ์)

ผู้ว่าการ

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยและพัฒนาการผลิตสารให้ความหวานจากหญ้าหวาน ปีงบประมาณ 2552 - 2553 ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและสำนักงานงบประมาณ, ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบคุณในการสนับสนุนจากหน่วยงานดังกล่าว และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัย. รวมถึงคณะผู้วิจัยได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าหวานทุกพื้นที่ทุกจังหวัดทางภาคเหนือ และเจ้าหน้าที่เกษตรจังหวัด เกษตรอำเภอ ที่ให้ความช่วยเหลือในการปฏิบัติงานภาคสนาม.

ในการนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร.สุภาพ อัจฉริยศรีพงศ์ ผู้บังคับบัญชาที่ให้คำปรึกษาแนะนำ และให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี. รวมถึงนักวิชาการ, พนักงานปฏิบัติการ, ลูกจ้าง วว. และนักศึกษาฝึกงานจากหลายสถาบันการศึกษา, ที่มีส่วนร่วมสนับสนุนให้เกิดความสำเร็จในการดำเนินงาน.

สุดท้ายนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสมาชิกทุกคนในครอบครัวที่เป็นกำลังใจสำคัญอย่างยิ่งที่ทำให้คณะผู้วิจัยสามารถปฏิบัติงานได้อย่างไม่เหน็ดเหนื่อยและย่อท้อต่ออุปสรรคต่างๆ ตลอดระยะเวลาการดำเนินงานที่ผ่านมา, ซึ่งนับว่าเป็นปัจจัยหลักประการหนึ่งในการทำงานของนักวิจัยทุกคน.

คณะผู้วิจัย

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	ง
ABTRACT	1
บทคัดย่อ	2
1. บทนำ	3
2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ	14
3. ผลการทดลองและวิจารณ์	18
4. สรุปผลการทดลอง	22
5. ผลการศึกษาเบื้องต้นทางการตลาดและผลกระทบของโครงการ	23
6. ข้อเสนอแนะ	24
7. เอกสารอ้างอิง	25

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1. สารหวานที่พบในหญ้าหวาน 8 ชนิด	4
ตารางที่ 2. คุณสมบัติสารให้ความหวาน	10
ตารางที่ 3. ผลการเจริญเติบโตของหญ้าหวานจากการกระตุ้นการเจริญเติบโตด้วยกรรมวิธีการต่าง ๆ	18
ตารางที่ 4. ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารให้ความหวานสตีวิโอไซด์จากการปลูกด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ	19
ตารางที่ 5. ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory Test) เพื่อวัดระดับความเข้มข้นของรสหวาน รสขม และความพึงพอใจของผู้บริโภค	20

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1. โครงสร้างสตีวไฮโดร	7
รูปที่ 2. ดอกหญ้าหวานที่รอการเก็บเมล็ดเพื่อการขยายพันธุ์	8
รูปที่ 3. ลักษณะแปลงการปลูกหญ้าหวาน	9
รูปที่ 4. แปลงเพาะชำ	15
รูปที่ 5. หญ้าหวานที่ปลูกโดยกรรมวิธีต่าง ๆ	16

# DEVELOPMENT OF HEALTH SWEETENER FROM GRAINS AND NATURAL RAW MATERIALS

Sayam Sinsawat, Rachain Visutthipat, Pariyada Visutthipat, Phathan Photisawat,  
Siritham Singhto, Supart Klongkarngan, Suthirak Meeploy, Thanu Sapchit,  
Kilita Sue-ake, Rasamee Khuenlom and Charunee Lipha

## ABSTRACT

The appropriate plantation method of stevia was investigated in order to increase its productivity and transfer knowledge to agriculturists for career promotion and income enhancement, including the investigation on consumers' safety of the products. The experiments were divided into 3 steps as follows. Firstly, to experiment for the appropriate plantation to yield the highest amount of stevia leave which was obtained from the plantation with growth stimulation of chemical fertilizer and hydro bio-fertilizer from fish. Secondly, sweetener as of Stevioside was analyzed from stevia leave from each treatment as well as consumption safety as heavy metal (lead) was analyzed with according to Ministry of Public Health 2002 Act No.262, for Stevioside and Stevioside in Food. The results of this step showed that the highest amount of sweetener was obtained from Stevia leaves with the treatment of chemical fertilizer and liquid bio-fertilizer from fish with low level of lead content not harmful to human. These stevia leaves could be used as health tea product for health-conscious consumers who want to control calorie and sugar level such as diabetic or weight-controlling patients or obesity patients, etc. Thirdly, the sensory tests were performed using beverage product from stevia leave of each treatment in order to evaluate consumers' acceptance. The experimental results revealed that stevia product treated with chemical and liquid bio-fertilizer was highly accepted by most consumers due to its less bitterness but satisfactorily acceptable sweetness.

However, to commercialize stevia plantation, it was therefore, highly recommended to conduct the feasibility study with more detail considerations.



# การพัฒนาผลิตภัณฑ์สารให้ความหวานเพื่อสุขภาพ จากธัญพืชและวัตถุดิบธรรมชาติ

สยาม ลินส์วีสต์<sup>1</sup>, ราเชนทร์ วิสุทธิแพทย์<sup>1</sup>, ปรียะดา วิสุทธิแพทย์<sup>2</sup>, ประธาน โพธิ์สวัสดิ์<sup>1</sup>,  
ศิริธรรม สิงห์โต<sup>1</sup>, สุภัทร์ คล่องการงาน<sup>1</sup>, สุทธิรักษ์ มีพลอย<sup>1</sup>, ธนุ ททรัพย์ชิต<sup>1</sup>,  
กิลิตา เสือเอก<sup>1</sup>, รัศมี เชื้อนล้อม<sup>1</sup> และจารุณี ลิภา<sup>1</sup>

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการหาวิธีการที่เหมาะสมในการปลูกหญ้าหวานเพื่อเพิ่มผลผลิตและเผยแพร่ความรู้ให้เกษตรกรเพื่อส่งเสริมอาชีพให้เกิดรายได้แก่เกษตรกร ครอบคลุมถึงการศึกษาดังกล่าวตลอดถึงของผลิตภัณฑ์ต่อผู้บริโภค โดยทำการทดลอง 3 ขั้นตอน คือ :

ขั้นตอนแรก ทำการทดลองหาวิธีการปลูกที่เหมาะสมเพื่อให้ทราบว่ากรรมวิธีการปลูกแบบใดสามารถให้ใบหญ้าหวานได้มากที่สุด พบว่าการทดลองปลูกและกระตุ้นการเจริญเติบโตด้วยปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา) ให้ปริมาณใบหญ้าหวานสูงสุด.

ขั้นตอนที่สอง นำใบหญ้าหวานที่ได้จากการปลูกกรรมวิธีต่างๆ วิเคราะห์สารหวานในรูปสารสตีวิโอไซด์ (Stevioside) และวิเคราะห์ด้านความปลอดภัยในการบริโภค ในรูปของการวิเคราะห์โลหะหนัก (คำนวณเป็นตะกั่ว) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 262) พ.ศ. 2545 เรื่อง สตีวิโอไซด์และอาหารที่มีส่วนผสมของสตีวิโอไซด์ พบว่าใบหญ้าหวานที่ได้จากการทดลองปลูกและกระตุ้นการเจริญเติบโตด้วยปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา) ให้ปริมาณสารหวานสูงสุด และไม่พบโลหะหนักในปริมาณที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งสามารถขงเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาเพื่อสุขภาพ สำหรับผู้บริโภคที่ต้องควบคุมพลังงาน หรือปริมาณน้ำตาล เช่น ผู้ป่วยโรคเบาหวานหรือผู้ป่วยที่ต้องควบคุมน้ำหนัก เช่น ผู้ป่วยโรคอ้วนได้.

ขั้นตอนที่สาม นำใบหญ้าหวานที่ได้จากการปลูกด้วยกรรมวิธีต่างๆ เตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปเครื่องดื่มเพื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory) เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคพึงพอใจหญ้าหวานที่ปลูกโดยการกระตุ้นด้วยปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา) ทั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณความขมน้อยสุดและให้ความหวานมากในปริมาณที่ยอมรับได้.

อย่างไรก็ตาม เกษตรกรที่มีความสนใจปลูกหญ้าหวานในเชิงธุรกิจ ควรพิจารณาถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์เรื่องต้นทุนและจุดคุ้มทุนทางการผลิตเพื่อเป็นองค์ประกอบในการตัดสินใจด้วย.

<sup>1</sup>ฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

<sup>2</sup>กองนโยบายและแผน, วว.

## 1. บทนำ

ช่วงหลายปีที่ผ่านมา คนส่วนใหญ่หันมาสนใจดูแลสุขภาพของตนเองกันมากขึ้น, โดยเลือกที่จะอุปโภคและบริโภคสิ่งทีปลอดภัยและช่วยส่งเสริมสุขภาพ, จึงส่งผลให้ผู้ผลิตสินค้าและบริการต่างๆ ต้องปรับปรุงผลิตภัณฑ์ของตนเองให้มีความปลอดภัยและเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ. โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้าประเภทอาหารและเครื่องดื่มต่างๆ ที่มีการแข่งขันกันในด้านโฆษณาประชาสัมพันธ์ เพื่อแสดงถึงคุณค่าทางโภชนาการต่างๆ ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์, รวมถึงในเรื่องของราคา ซึ่งสูงมากเมื่อเทียบกับปริมาณในสินค้าประเภทเครื่องดื่มนั้น. เครื่องดื่มจากพืชผักผลไม้และสมุนไพรต่างๆ ได้รับความสนใจและนิยมที่จะรับประทานกันมากขึ้น. นอกจากนี้ ยังมีเครื่องดื่มประเภทชา, กาแฟ ที่มีปริมาณน้ำตาลและแคลอรีต่ำ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักของเรื่องความอ้วนและก่อให้เกิดโรคเบาหวาน สำหรับผู้สูงอายุและสุขภาพสตรี.

หญ้าหวานเป็นพืชล้มลุกชนิดหนึ่ง, เป็นพุ่มเตี้ยสูง 30 – 90 เซนติเมตร, ใบเป็นใบเดี่ยว รูปใบเป็นทรงหอกกลับ ขอบใบหยัก, มีรสหวาน, มีดอกช่อสีขาว, มีอายุประมาณ 3 ปี, มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้ ได้แก่ บราซิลและปารากวัย เป็นต้น. ประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศแรกที่น่าเอามาทดลองปลูกในทวีปเอเชียและได้สกัดสารความหวานจากหญ้าหวาน (Stevioside) เข้ามาใช้ในอุตสาหกรรม. สาร Stevioside ให้ค่าความหวานมากกว่าน้ำตาลประมาณ 100 – 300 เท่า แต่ไม่มีแคลอรี, จึงเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการรสชาติความหวาน แต่ไม่ต้องการพลังงาน.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ได้มีการศึกษาเรื่อง การพัฒนาระบบการปลูกให้มีผลผลิตเพิ่มมากขึ้น, โดยการกระตุ้นการเจริญเติบโตของหญ้าหวานด้วยกรรมวิธีการปลูกด้วยระบบดั้งเดิมและระบบ soilless culture, ที่สามารถลดปริมาณความขมและกลิ่นที่ผู้บริโภคไม่พึงพอใจได้, รวมถึงผลิตสารให้ความหวาน Stevioside สูงสุด. โดยพยายามศึกษากรรมวิธีการปลูกและขั้นตอนที่ไม่ซับซ้อนและไม่ยุ่งยาก ซึ่งเหมาะกับการนำไปใช้ในการส่งเสริมให้กับเกษตรกรต่อไป.

ใบหญ้าหวาน มีสารประกอบพวก Glycosides อยู่ 8 ชนิด และมีสารให้ความหวาน 8 ชนิด ได้แก่ Stevioside, Steviobioside, Rebaudioside A, B, C, D, และ E และ Dulcoside A (ไ้้ววัฒนา 2540) ดังแสดงในตารางที่ 1.

ตารางที่ 1. สารหวานที่พบในหญ้าหวาน 8 ชนิด

สาร	R <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>
Stevioside	B-Glu	B-Glu-B-Glu (2--1)
Steviobioside	-H	B-Glu-B-Glu (2--1)
Rebaudioside A	B-Glu	B-Glu-B-Glu (2--1) B-Glu (3--1)
Rebaudioside B	-H	B-Glu-B-Glu (2--1) B-Glu
Rebaudioside C	B-Glu	B-Glu-B-Rha (2--1) B-Glu (3--1)
Rebaudioside D	B-Glu-B-Glu (2--1)	B-Glu-B-Glu (2--1) B-Glu (3--1)
Rebaudioside E	B-Glu-B-Glu (2--1)	B-Glu-B-Glu (2--1)
Dulcoside A	B-Glu	B-Glu-B-Rha (2--1)

(R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup> = Rhamnosyl ; Glu =glucose ; Rha= Rhamnose)

ใบหญ้าหวานจะมี Stevioside เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นสารที่มีรสหวานจัดและมี Stevioside อยู่ประมาณร้อยละ 6-18 โดยน้ำหนัก. นอกจากนี้ ใบหญ้าหวานยังมีสารพวกคาร์โบไฮเดรต, ฟลาโวนอยด์, เกลือแร่, วิตามินและวิตามินซี, น้ำมัน และสารประกอบอื่นๆ อีก.

ในอดีต เมื่อสามสิบปีที่ผ่านมา, ประเทศไทยได้มีการสนับสนุนและส่งเสริมการปลูกหญ้าหวาน เพื่อทำการส่งออก, โดยนักธุรกิจผู้หนึ่งได้นำเข้าพืชชนิดนี้และเป็นผู้บุกเบิกในเชิงธุรกิจร่วมกับชาวญี่ปุ่นและชาวจีนจากฮ่องกง มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523. แต่ก่อนหน้านี้มีรายงานว่า ชาวญี่ปุ่นและชาวไทยนำหญ้าหวานมาปลูกเป็นครั้งแรกที่ประเทศไทยที่จังหวัดสงขลาในปี พ.ศ. 2518, แต่ไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากสภาพดินฟ้าอากาศไม่เอื้ออำนวย. ในปี พ.ศ. 2519 ได้มีการนำหญ้าหวานมาทดลองปลูกและศึกษาที่บ้านถ้ำ ตำบลโป่งผา อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ซึ่งยังไม่ประสบความสำเร็จ. หญ้าหวานตายและเจริญเติบโตได้ไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากการตัดต่อและไม่ถูกช่วงฤดูกาล. แต่ก็มีเกษตรกรจำนวนมากที่ประสบความสำเร็จในการปลูกและมีการปลูกกันมากในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศ ได้แก่ เชียงใหม่, เชียงราย, ลำพูน, พะเยา และได้ผลดีที่สุดที่จังหวัดน่าน. ทำรายได้ให้แก่ประเทศ จากการส่งใบแห้งของหญ้าหวานเป็นสินค้าส่งออกไปต่างประเทศ ปีละหลายล้านบาท. นับว่า เป็นการปลูกแบบเชิงพาณิชย์มานานกว่า 16 ปี. ปัจจุบันเชียงใหม่เป็นจังหวัดเดียวที่มีการส่งเสริมในการปลูกหญ้าหวาน. อย่างไรก็ตาม เกษตรกรยังคงประสบปัญหาในการปลูกหญ้า

หวานเชิงพาณิชย์หลายด้าน เช่น การตลาด, ราคา, กลิ่น, รสชาติ และการยอมรับในความปลอดภัย สำหรับการบริโภค.

ดังนั้น สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) โดยฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาดังกล่าวและมีแนวคิดเป็นการแก้ปัญหา จึงได้จัดทำโครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตสารให้ความหวานเพื่อสุขภาพจากหญ้าหวาน ภายใต้โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์สารให้ความหวาน. อันจะส่งผลให้ผู้ปลูกในเชิงธุรกิจทั้งรายใหญ่และรายย่อยมีทางเลือกใหม่ที่ดีขึ้นในการปลูกหญ้าหวาน ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มผลผลิตให้มากยิ่งขึ้นอย่างมีคุณภาพ.

### 1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษาวิจัยและพัฒนากรรมวิธีการปลูกหญ้าหวาน เพื่อผลิตสารให้ความหวาน, เพื่อวิเคราะห์ตรวจหาปริมาณความขม, โดยการกระตุ้นการเจริญเติบโตของหญ้าหวานด้วยกรรมวิธีการปลูกด้วยระบบดั้งเดิม และระบบ Soilless culture ที่ทำให้ได้สารให้ความหวานจากหญ้าหวานในปริมาณสูงและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค.

### 1.2 ข้อมูลพื้นฐาน

หญ้าหวาน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Eupatorium rebaudianum* จัดอยู่ในวงศ์ Compositae ตระกูล Stevia ชนิด Rebaudiana. มีถิ่นกำเนิดในแถบเทือกเขาพรมแดนประเทศปารากวัยและบราซิล, อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 21 และ 22 องศาใต้. มีสายพันธุ์กว่า 200 สายพันธุ์, แต่ละสายพันธุ์ให้ปริมาณความหวานไม่เท่ากัน. โดยอยู่ในระหว่าง 140–400 เท่า ของความหวานจากน้ำตาลทราย, ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และแหล่งปลูกด้วย. สายพันธุ์ที่ให้ความหวานสูงที่สุด ได้แก่ สายพันธุ์ *Stevia rebaudiana* ที่นิยมปลูกเชิงการค้าในบราซิล, ปารากวัย, อุรุกวัย, อเมริกากลาง, อิสราเอล, จีน และประเทศไทย.

นอกจากหญ้าหวานจะให้ความหวานแล้ว ยังเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งด้วย, ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของปารากวัย, มีชื่อเรียกตามภาษาท้องถิ่นว่า “สติเวีย รีบาเดียนา เบอโรโตนี” (*Stevia rebaudiana* Bertoni) แต่เรียกกันสั้นๆ ว่า “สติเวีย”. ส่วนชื่อหลังเป็นชื่อวงศ์และชื่อหลังสุดเป็นนามสกุลของนักพฤกษศาสตร์ชาวปารากวัยที่ศึกษาเรื่องนี้อย่างจริงจัง. นอกจากนี้ ยังมีชื่อเรียกต่างๆ อีก (สุทธจิตต์ 2534) ได้แก่ ใบไม้แห่งปารากวัย (Sweet leaf of Paraguay), คาฮีอี (Ca-he-ee), กาฮี (Kaa-jhee), คาอายูปี (ca -a-yupi), อาซูกาคา (arzacaca), อีราคาคา (eriacaa), คาปิมโดซ (capim doce), เออร์วา โดซ (erva doce), สมุนไพรหวาน, น้ำผึ้งเยอร์บา (honey yerba), ใบน้ำผึ้ง (honey leaf), ใบลูกกวาด (candy leaf).

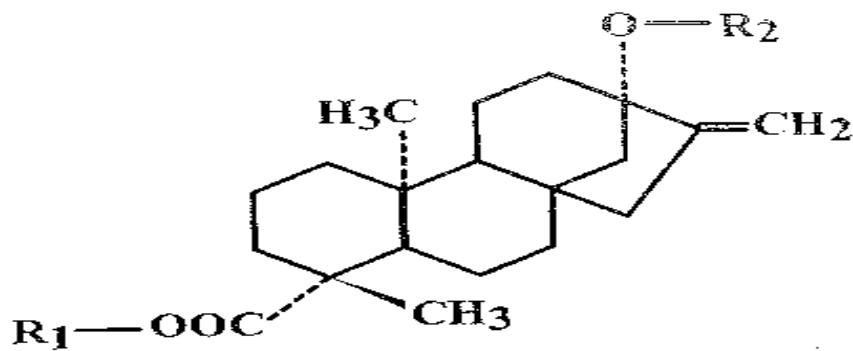
นักพฤกษศาสตร์ชาวปารากวัยชื่อ มัวเสส เอส เบร์โตนี ได้เริ่มศึกษาสตีเวียตั้งแต่ปี ค.ศ. 1899 และได้เขียนบันทึกผลงานศึกษาไว้เป็นคนแรกของโลกในด้านนี้ ตั้งแต่ช่วงต้นทศวรรษ 1900.

มีการค้นพบสารเคมีพฤกษศาสตร์กว่า 100 ชนิดในสตีเวีย, ส่วนใหญ่เป็นเทอร์พีนและฟลาโวนอยด์. มีการบันทึกการค้นพบสารตัวการให้ความหวานในปี ค.ศ. 1931, โดยพบสาร 8 ชนิดในกลุ่มไกลโคไซด์. สารชนิดหนึ่งในไกลโคไซด์ดังกล่าวที่เชื่อว่าเป็นตัวให้ความหวานมากที่สุด ได้รับการตั้งชื่อว่า สตีวิโอไซด์ (Stevioside) ซึ่งมีการสกัดออกมาทดลองหลายครั้ง จนพบว่า สารชนิดนี้ให้ความหวานสูงกว่าน้ำตาลทรายจากอ้อยถึง 300 เท่า.

สตีวิโอไซด์ จะมียูในใบสมบูรณ์ของสตีเวียในปริมาณร้อยละ 6-18, ถือเป็นไกลโคไซด์ที่มีมากที่สุด. ไกลโคไซด์ตัวอื่นๆ ที่มีอยู่ร่วมกัน ได้แก่ steviobioside, rebaudiosides, A-E และ dulcoside A.

ผลทางเภสัชวิทยา สารสกัด Stevioside ให้ความหวานตามธรรมชาติ, ไม่มีแคลอรี, ลดระดับน้ำตาลในเลือด, ลดความดันโลหิต, เพิ่มปริมาณปัสสาวะ, ขับปัสสาวะและขยายหลอดเลือด, ต้านเชื้อรา, ต้านเชื้อไวรัส และรักษาอาการผิดปกติทางผิวหนัง เช่น สิว, ผื่นคัน, ผด, ฯลฯ. นอกจากนี้ ในเชิงอุตสาหกรรมของประเทศต่างๆ ได้นำสารสกัดจากหญ้าหวานไปใช้กันอย่างกว้างขวาง, เช่น ชาวญี่ปุ่นได้นำสารสกัดจากหญ้าหวานไปผสมผลิตภัณฑ์อาหารมากมาย เช่น ผักดอง, อาหารทะเลที่ถนอมแห้งไว้, เนื้อปลาบด, ซีอิ้ว และในเครื่องดื่ม เช่น น้ำผลไม้, น้ำอัดลม, อาหารว่าง, ไอศกรีม และหมากฝรั่ง. สหภาพยุโรปนำไปใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง ฯลฯ.

ใบของหญ้าหวานมีสารสตีวิโอไซด์มากที่สุดประมาณร้อยละ 6-18 ของน้ำหนักแห้งของใบหญ้าหวาน. ลักษณะเป็นผลึกแข็งสีขาวขนาดเล็ก มีสูตรทางเคมี คือ  $C_{38} H_{60} O_{18}$  ประกอบด้วย sucrose sophorose และ steviol ในสภาพอัดตัวกันแน่นและไม่แตกตัวออกจากกันในสภาวะธรรมชาติ, มีน้ำหนักโมเลกุล 804.9, มีคุณสมบัติดูดความชื้น, จุดหลอมเหลว 198 องศาเซลเซียส, สามารถละลายได้ในน้ำ แอลกอฮอล์ และตัวทำละลายอื่นๆ.



รูปที่ 1. โครงสร้างสเตอโรอิด.

ที่มา : (ใจวัฒนา 2540)

### ลักษณะทั่วไปของหญ้าหวาน

หญ้าหวานเป็นพืชสมุนไพรประเภทพืชล้มลุก, จัดเป็นพวกเดียวกับเบญจมาศ, เป็นพืชที่เกิดตามธรรมชาติที่ระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 400 เมตรขึ้นไป. ปลูกได้ดีบริเวณที่ชื้นและดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง, ลักษณะดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย, ระบายน้ำได้ดี, ความเป็นกรด-เบสอยู่ในช่วง 5.5-6.8. ต้นมีลักษณะคล้ายต้นโหระพาหรือแมงลัก, อายุประมาณ 3 ปี, เป็นพุ่มเตี้ย สูงประมาณ 20-90 เซนติเมตร, ใบเป็นใบเดี่ยว, รูปใบหอกกลับ, ขอบใบหยกมีรสหวาน, เป็นพืชที่ให้ความหวานชนิดหนึ่ง. ความหวานจะมีมากบริเวณใบสูงถึง 10-15 เท่า ของน้ำตาลทราย. เมื่อนำใบมาสกัด จะให้สารหวานมากกว่าน้ำตาลทรายประมาณ 150-300 เท่า. มีดอกเป็นช่อสีขาว, ชอบอากาศค่อนข้างเย็น ประมาณ 20-26 องศาเซลเซียส, เป็นพืชที่ต้องการการดูแลสูง ทั้งการให้น้ำและการใส่ปุ๋ย, เมื่ออายุประมาณ 1 ปี, จะเริ่มเก็บเกี่ยวได้ 6-10 ครั้งต่อปี.

การขยายพันธุ์หญ้าหวาน ทำได้ 2 วิธี คือ :

1. ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ซึ่งหญ้าหวานเป็นพืชที่ให้ดอกและเมล็ดอยู่ตลอดเวลา แต่การเก็บเมล็ดเพื่อการขยายพันธุ์จะเก็บได้ดีโดยการทิ้งต้นให้มีดอกในเดือนตุลาคม เป็นต้นไป จึงจะได้เมล็ดที่จะขยายพันธุ์ได้เป็นอย่างดี.

กรรมวิธีในการเก็บ ทำได้โดยใช้ถุงพลาสติกครอบ แล้วเขย่า. นิยมเพาะเมล็ดในช่วงเดือนพฤศจิกายนและภายหลังจากเก็บเมล็ดเสร็จ ซึ่งอยู่ช่วงเดือนธันวาคม. ควรมีการตัดต้นหญ้าหวานทิ้งให้เหลือแต่ตอในดิน แล้วคลุมดินให้ความอบอุ่น, เพื่อต้นตอจะได้แตกใหม่ในเดือนมกราคม. ส่วนเมล็ดนำมาเพาะขยายพันธุ์ในแปลงเพาะชำในเดือนมีนาคมและเมษายน จะให้เปอร์เซ็นต์การงอกของต้นหญ้าหวานเป็นอย่างดี ดังแสดงในรูปที่ 2.



## รูปที่ 2. ดอกหญ้าหวานที่รอการเก็บเมล็ดเพื่อขยายพันธุ์.

ที่มา : สินสวัสต์ (2554)

2. การขยายพันธุ์โดยการปักชำ วิธีนี้ใช้กิ่งที่แข็งแรง โดยการตัดถึงโคนต้นให้เหลือใบอยู่ 2 คู่. ตัดกิ่งที่จะเอามาชำให้เหลือความยาว 12-15 เซนติเมตร, นำมาปักชำในถุงหรือกระบะเพาะชำ, เด็ดใบออกเนื่องจากเวลารดน้ำ ความหวานจากใบจะลงดิน ทำให้กล้าที่ชำไว้ตายได้. พอกิ่งที่ชำมีรากแตกออกมาได้ 15 วัน นำไปปลูกในแปลงที่เตรียมไว้, ให้น้ำโดยใช้ระบบสปริงเกอร์คลุมตลอดระยะเวลาประมาณ 15 วัน มีการถ่ายเทน้ำที่ดี โดยต้องไม่ให้น้ำขังภายในระยะเวลาที่ให้น้ำ.

### การเตรียมที่ดิน, น้ำเพื่อการปลูกหญ้าหวาน

หญ้าหวานเป็นพืชล้มลุกระยะยาวที่สามารถให้ผลผลิตสม่ำเสมอทุกๆ 25 วัน ภายหลังจากปลูกลงแปลงใหญ่ประมาณ 100 วันล่วงมาแล้ว. ฉะนั้น การเตรียมดินเพื่อให้มีอาหารพอสำหรับพืชในระยะ 3 ปี, การเตรียมระบบน้ำเพื่อจะช่วยในฤดูแล้ง, การเตรียมร่องถ่ายเทน้ำในฤดูฝน, ตลอดจนการเตรียมพืชหลักหรือหลุมพืชหลักที่จะปลูกแซมในพื้นที่ อาทิเช่น ลำไย, มะม่วง, ลิ้นจี่ เป็นต้น, ต้องมีการเตรียมไว้อย่างมีระบบ เนื่องจากหญ้าหวานเป็นพืชชอบชื้นและเป็นพืชกลางแจ้ง, อีกทั้งต้องการอาหารหรือปุ๋ยในดินสูง.

### การปลูกหญ้าหวาน

มีการเตรียมพื้นที่ที่เหมาะสม, ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่อยู่ในระดับสูงกว่าน้ำทะเล ระหว่าง 400–700 เมตร. โดยการปลูกยกร่องในนาที่ไม่มีน้ำขัง, สามารถระบายน้ำได้ดี หรือปลูกตามไหล่เขา, ระบบนาขั้นบันได. โดยนิยมปลูก 1 ไร่ ปลูกได้ 12,000 ต้น.



รูปที่ 3. ลักษณะแปลงการปลูกหญ้าหวาน.

การเตรียมดินควรนำจะหาปุ๋ยหมัก, ปุ๋ยคอก, ใบไม้ที่เน่าและมูลฟางยามาคลุกเคล้าในดินไถ, ตากแดดไว้สัก 15 วัน, ก่อนตีพรวนกลบ แล้วจึงทำการยกร่องเพื่อทำการปลูกต่อไป.

### ปุ๋ยและฮอร์โมน

หญ้าหวานเป็นพืชที่ต้องการปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักมากและในเวลาเดียวกัน เพื่อเร่งผลผลิตในแง่การเกษตรอุตสาหกรรม. ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวหญ้าหวานทุกเดือน จะมีการให้ปุ๋ยยูเรีย (21-0-0) และให้ปุ๋ยเคมี (15-15-15) ในอัตราส่วนอย่างละ ½ กิโลกรัมกรัมต่อไร่.

### โรคพืชและศัตรูพืช

พบโรคราน้ำค้างและโรคโคนเน่า ตลอดจนพบปลวกเข้ากัดทำลายลำต้นแก่.



## การป้องกัน

เนื่องจากการเพาะหญ้าหวานเป็นไปอย่างง่ายตายสะดวกต่อการเปลี่ยนกล้า ชาวสวนจึงนิยมชุดต้นหญ้าหวานเก่าทิ้ง, งดให้น้ำแปลงที่เกิดปัญหาชั่วคราว และปลูกใหม่ทดแทนในเวลาต่อมา.

## การเก็บเกี่ยวผลผลิต

ภายหลังจากปลูกแปลงลงแปลงใหญ่ 100 วันแล้ว จะมีผลผลิตสม่ำเสมอทุกๆ เดือน, โดยจะสามารถตัดใบหญ้าหวานและนำมาตากแห้งได้เดือนละ 60-70 กิโลกรัม. ตลอดอายุของต้นหญ้าหวานสามารถตัดได้ถึง 20 ครั้ง ซึ่งเฉลี่ยเท่ากับ 800 กิโลกรัม/ปี/ไร่. ในปัจจุบันมีการรับซื้อขายที่กิโลกรัมละ 300-500 บาท ซึ่งทำรายได้ปีละประมาณ 240,000-400,000 บาท/ไร่ โดยเฉลี่ย.

## จากข้อมูลเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าหวานพบว่า

ผลผลิตในรอบปีมีอัตราสูงสุดในระหว่างเดือนพฤษภาคม, มิถุนายน, กรกฎาคม และผลผลิตต่ำสุดในเดือนธันวาคม, มกราคม และกุมภาพันธ์ของทุกปี.

## ตารางที่ 2. คุณสมบัติสารให้ความหวาน

สารให้ความหวาน	รสชาติ	ให้พลังงาน (แคลอรี/กรัม)	เหมาะสำหรับผู้ต้องการคุม น้ำหนักและปลอดภัยต่อผู้ป่วย เบาหวาน	ทำให้ฟันผุ	หมายเหตุ
ฟรักโทส	อร่อย	4	ไม่เหมาะ	ฟันผุ	มีมากในน้ำผลไม้
ซอร์บิทอล	อร่อย	2.6	ไม่เหมาะ	ไม่ผุ	ถ้าบริโภคมากอาจทำให้ท้องเสีย
ไซลิทอล	อร่อย	2.6	ไม่เหมาะ	ไม่ผุ	ถ้าบริโภคมากอาจทำให้ท้องเสีย
อีรีททอล	อร่อย	น้อยกว่า 0.2	ใช่	ไม่ผุ	ราคาสูงมาก
ซูคราโลส	อร่อย	0	ใช่	ไม่ผุ	ราคาสูง
สตีเวียหรือสารสกัด จากหญ้าหวาน	แย่มาก	0	ใช่	ไม่ผุ	มีปนรสขมของหญ้า
แอสพาแทม	ปานกลาง	0	ใช่	ไม่ผุ	ใช้ปรุงอาหารร้อนบน เตาไม่ได้ ห้ามใช้ใน ผู้ป่วยโรค ฟีนิลคีโตนูเรีย
แอสซัลเฟม-เค และ แซ็กคารีน	แย่มาก	0	ใช่	ไม่ผุ	มีปนรสขมของโลหะ

## พืชที่ให้สารหวานพวกน้ำตาล

สารรสหวานจากต้นหรือผลของพืชกลุ่มนี้จัดเป็นน้ำตาลหรือสารพวกคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเล็ก ซึ่งเรียกว่า แซ็กคาไรด์ (Saccharide). โดยเฉพาะเป็นน้ำตาลที่ถือว่าเป็นสารโมโนแซ็กคาไรด์ เช่น กลูโคส, ฟรักโทส เป็นต้น, เป็นไดแซ็กคาไรด์ เช่น มอลโทสและซูโครส, เป็นต้น. คำว่า “น้ำตาล” ที่จริงจะเป็นสารคาร์โบไฮเดรตดังกล่าวเสมอ. ดังนั้น สารที่ให้รสหวานแต่ไม่เป็นคาร์โบไฮเดรต ไม่ควรถูกเรียกว่าเป็นน้ำตาล, ควรเรียกเฉพาะชื่อสารให้ความหวานนั้น. สารให้ความหวานแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.

สารคาร์โบไฮเดรตหรือแซ็กคาไรด์มีเอกลักษณ์ทางชีวเคมีที่คล้ายคลึงกัน คือ เป็นสารพอลิแอลกอฮอล์หรือพอลิออล (polyols) และเป็นอนุพันธ์ของสารพวกแอลดีไฮด์หรือพวกคีโตน, พบในสิ่งมีชีวิตทั้งหลายตั้งแต่จุลินทรีย์, พืชทุกชนิด จนถึงสัตว์และคน, เป็นสารสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิต. คาร์โบไฮเดรตมีความแตกต่างทางเคมี ขึ้นอยู่กับแหล่งที่เกิดในธรรมชาติ, ทำหน้าที่ทั้งเป็นโครงสร้างของเซลล์และสารเชื้อเพลิงให้เกิดพลังงานทางชีวิต.

พืชที่ให้รสหวานและรู้จักดีมานานแล้ว คือ อ้อย (*Saccharum officinarum* Linn.). มีการใช้สารรสหวานจากต้นอ้อยในรูปของน้ำตาลทรายหรือซูโครสและน้ำอ้อยมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 16. ในประเทศไทยมีการปลูกอ้อยมากในจังหวัดชลบุรี, ราชบุรี และกาญจนบุรี. นอกจากนี้ ยังมีพืชอีกหลายชนิดที่ให้น้ำตาลคล้ายอ้อย ได้แก่ :

**หัวผักกาดฝรั่ง** (*Beta vulgaris* Linn. หรือ beet root) พืชพื้นเมืองของยุโรป อาจมีรสขมปนเล็กน้อยและมักเป็นพอง.

**เมเปิล** (*Acer saccharum* Marsh หรือ sugar maple) พบมากในประเทศอเมริกาและแคนาดา, น้ำยางจากลำต้นเมเปิลมีซูโครสร้อยละ 2-6, นำมาเคี่ยวให้เป็น maple syrup มีกลิ่นหอมหวานมาก.

**ข้าวฟ่าง** (*Sorghum vulgare* var. *saccharum*) ในยอดข้าวฟ่างมีน้ำหวาน ซึ่งรีดหรือบีบออกมาเรียกว่า Sorgho syrup.

**พืชพวกต้นปาล์ม** นิยมปาดวงของจั่นบนยอดของต้นและรองรับหยดน้ำหวานด้วยภาชนะที่มีเปลือกไม้ฝาดบางชนิดเพื่อกันบูด พืชเหล่านี้ได้แก่ :

**ตาลหรือตาลโตนด** (*Barassus flabellifera* L. หรือ palmyra palm).

**มะพร้าว** (*Cocos nucifera* L. หรือ coconut palm).

**อินทผลัม** (*Phoenix dactylifera* L. หรือ date palm).

**ขิด หรือดาว** (*Arenga saccharifera* Labill).

จาก (*Nipa fruticans* Wurmb).

และเต่าร้าง (*Caryota mitis* Lour).

ผลไม้ที่สุกแล้วหลายชนิดมักจะให้รสหวานที่เป็นน้ำตาลซูโครส, ฟรักโทส. ดอกไม้ที่ผึ้งชอบนั้น มีน้ำหวานซึ่งประกอบด้วยกลูโคสและฟรักโทสร้อยละ 0.7-0.9.

นอกเหนือจากน้ำตาลธรรมดาที่กล่าวไว้ข้างบน ยังมีพืชที่ให้สารรสหวานพวกพอลิออล ซึ่งเป็นอนุพันธ์แอลกอฮอล์ของน้ำตาลเดี่ยว. สารรสหวานเหล่านี้ไม่มีผลต่อน้ำตาลในเลือดและไม่ทำให้เกิดฟันผุ. โดยแหล่งพืชดังกล่าว ได้แก่ :

เปลือกต้น *Fraxinus ornus* L. วงศ์ Oleaceae, สาหร่ายสีน้ำตาล (*Laminaria* spp.) และ ต้นขึ้นฉ่าย (*Apium graveolens* L. วงศ์ Umbelliferae) มีสารรสหวานที่เป็นแมนนิทอล (mannitol) มีความหวานสัมพัทธ์ (เทียบกับซูโครส) เท่ากับ 0.5–0.65. แมนนิทอลถูกสกัดออกมาใช้ในอุตสาหกรรมยาและอาหารสำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานและใช้เป็นยาระบาย เนื่องจากไม่ถูกดูดซึมในลำไส้และไม่ทำให้เกิดพลังงานในร่างกาย.

พืชสกุล *Sorbus* เช่น ลูก *Sorbus aucuparia* ; LN Rosaceae, Cartegus และสาหร่ายสีน้ำตาลแดง มีสารรสหวานที่เป็นซอร์บิทอล (Sorbitol). มีความหวานสัมพัทธ์ (เทียบกับซูโครส) เท่ากับ 0.4–0.6. สารซอร์บิทอลมีรสหวานเย็น, นิยมใช้กับหมูนกกีฬาและผู้ป่วยโรคเบาหวาน, ใช้ทำยา, เครื่องสำอาง, บุหรี่ และหมากฝรั่ง.

ข้าวมอลต์คั่ว มีมอลทิทอล (maltitol) มีความหวานสัมพัทธ์ (เมื่อเทียบกับซูโครส) ร้อยละ 0.9.

ขานอ้อยและเมล็ดฝ้ายมีสารพอลิแซ็กคาไรด์พวกไซแลน (xylan) ซึ่งนำมาเตรียมสารไซลิตอล (xylitol) ซึ่งมีความหวานสัมพัทธ์ (เทียบกับซูโครส) เท่ากับ 1, แต่ราคาแพงมาก.

### พืชให้สารรสหวานที่ไม่ใช่ น้ำตาล

มีพืชที่ให้รสหวานอีกจำนวนมากที่แตกต่างไปจากต้นอ้อยและพืชดังกล่าว, แต่สารรสหวานเหล่านั้นไม่เป็นสารพวกพอลิออลหรือคาร์โบไฮเดรตและให้พลังงานต่ำ. สารให้ความหวานที่ไม่ใช่ น้ำตาล ได้แก่.

1. หญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni) วงศ์ Compositae ปลูกกันมากในทวีปอเมริกาใต้, ญี่ปุ่น, จีน, ไต้หวัน และทางภาคเหนือของไทย. มีสารรสหวานชนิดไกลโคไซด์เทอร์ปีน คือ สตีวิโอไซด์ ที่มีรสหวานมากกว่าซูโครส 200 – 300 เท่า.

2. ขะเอม (*Glycyrrhiza glabra* L. วงศ์ Papillonaceae หรือ sweet wood, licorice, *Glycyrrhiza*) มีหลายพันธุ์ ได้แก่ ขะเอมไทย, ขะเอมเทศ. ในรากของพืชชนิดนี้ที่มีอายุ 4.5 ปี

มีเกลือแคลเซียมของกรดกลีเซอโรไซคลิกหรือสารกลีเซอโรซิน (Glycerrhizin) ซึ่งเป็นสารพวก triterpene glycosides ใช้ผสมยาฉุน, แต่งกลิ่นและรสขม, ลูกอม, เครื่องดื่ม, ใช้เป็นยาแก้ไอ, ทำให้ชุ่มคอ, ขับเสมหะ, บำรุงหัวใจ และแต่งรสยาตำรับต่างๆ.

สารกลีเซอโรซินมีความหวานมากกว่าซูโครสประมาณ 50 เท่า เป็นสารที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ประเทศสหรัฐอเมริกา ยอมรับว่าปลอดภัย. แต่มีข้อเสียสองอย่าง คือ รสชาติไม่ดี, รู้สึกหวานซ่า แต่ติดอยู่นาน และมีฤทธิ์ข้างเคียงคล้ายกับสเตอรอยด์. ยังไม่เป็นที่นิยมกันมากนัก อาจใช้ร่วมกับน้ำตาลทรายทำให้มีความหวานเพิ่มมากขึ้นอีก.

ในทางเภสัชวิทยา, กลีเซอโรซินมีฤทธิ์ต่อต้านมะเร็ง, ต้านฮอร์โมนเพศหญิง, ต้านเชื้อแบคทีเรีย, ลดการถ่ายปัสสาวะ, ลดการอักเสบ, ลดการเป็นแผลในกระเพาะอาหาร, ลดน้ำตาลในเลือด, ลดคอเลสเตอรอลในเลือด, ลดการบีบตัวของลำไส้, กดระบบประสาทส่วนกลาง. ดังนั้น จึงควรมีการควบคุมขนาดที่ใช้ในอาหารและเครื่องดื่ม.

**3. ใบมะกล่ำตาหนู (*Abrus precatorius* L. วงศ์ Fabaceae หรือ Americanpea, Crab's eye vine)** บางทีเรียกว่า มะขามเถา. พืชนี้พบในประเทศไทยและในแถบประเทศอากาศอบอุ่นหรือร้อน. เมล็ดมะกล่ำตาหนูมีพิษร้ายแรงชื่อ Abrin ทำให้ถึงแก่ชีวิตได้ แต่ใบไม่มีสารพิษดังกล่าว, มีผู้ใช้ใบชงน้ำร้อนเป็นเครื่องดื่ม. เดิมเข้าใจว่า มีสารรสหวานที่เป็นกลีเซอโรซิน แต่ในปี ค.ศ. 1989 Dr. Kinghorn และคณะแห่งมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ มลรัฐชิคาโก พบว่า สารรสหวานที่แท้จริงในใบมะกล่ำตาหนู คือ กลุ่มสารไกลโคไซด์ Abrusosides 4 ชนิด ได้แก่ A, B, C และ D ซึ่งมีรสหวานมากกว่าน้ำตาลทรายประมาณ 30, 100, 50, และ 75 เท่า, ตามลำดับ. ปริมาณสารทั้งหมดนี้ อยู่ในใบประมาณร้อยละ 0.39. Abrusoside D มีปริมาณมากที่สุด. สารเหล่านี้มีรสหวานอโรย, ไม่มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อหนู, ไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ต่อแบคทีเรียสายพันธุ์ TM 677 และไม่มีฤทธิ์ทางสเตอรอยด์ เช่น กลีเซอโรซิน, ไม่ให้แคลอรีต่อร่างกาย. เป็นสารรสหวานที่น่าได้รับความสนใจมากที่สุดชนิดหนึ่งในการนำมาใช้แทนน้ำตาลหรือนำมาใช้แต่งรสหวานในอาหาร, เครื่องดื่ม และยาต่อไป.

## 2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

### 2.1 การปลูกหญ้าหวานเพื่อทำการทดลอง

#### 2.1.1 การเตรียมต้นกล้า

เตรียมแปลงเพาะกล้า โดยทั่วไปแล้ว ดินที่ใช้ต้องเป็นดินร่วนซุยและอยู่กลางแจ้ง. ฤดูของการเพาะกล้าจะอยู่ในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม. การเพาะกล้าทำได้ ดังนี้.

1. เตรียมเมล็ดหญ้าหวานแห่งที่ผ่านการคัดเลือกเฉพาะเมล็ดที่สมบูรณ์เท่านั้น.
2. เตรียมแปลงเพาะกล้าเป็นการจำลองแปลงโดยก่ออิฐบล็อกเป็นแนวยาวรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 1 เมตร ยาว 5 เมตร, ระบายน้ำได้ดี ซึ่งมีส่วนประกอบของทรายหยาบ, ขุยมะพร้าว, แกลบ, ปุ๋ยคอก, รดน้ำให้ชุ่ม.
3. ใช้ไม้เล็กๆ ซีดแปลงที่เตรียมเสร็จเรียบร้อยแล้วเป็นร่องแปลงให้ห่างกัน 10 เซนติเมตร. โรยเมล็ดหญ้าหวานตามร่องให้สม่ำเสมอ.
4. หว่านทับด้วยปุ๋ยหมักและทรายหยาบอัตราส่วน 1:1, รดน้ำให้ชุ่ม, จากนั้น รดน้ำทุกวันๆ ละ 3 เวลา (เช้า-กลางวัน-เย็น), ปล่อยให้แปลงเพาะแห้ง ใช้สแลนพลาสติกขนาดร้อยละ 50.

2.1.1.5 ประมาณ 20 วัน หลังหว่าน, เมล็ดจะงอกเป็นต้นกล้าเล็กๆ. ให้นำสแลนพลาสติกออก, เนื่องจาก ต้นกล้าแข็งแรงพอที่จะรับแสงแดดโดยตรงได้. ทำการถอนหญ้าในแปลงเพาะและให้ปุ๋ยยูเรีย 5 กรัม ต่อน้ำ 10 ลิตร ทุก 7 วัน.

2.1.1.6 เมื่อต้นกล้ามีอายุได้ 50 วัน จึงเริ่มถอนต้นกล้าไปชำในแปลงเพาะชำต่อไป.

#### 2.1.2 การชำต้นกล้า

ต้นกล้าที่มีอายุ 50 วัน ยังไม่แข็งแรงพอที่จะนำไปทดลองในกระถาง จะมีเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าตายค่อนข้างสูงหากนำไปปลูกทันที, เนื่องจากระบบรากยังไม่แข็งแรงและเจริญเต็มที่ จำเป็นต้องชำต้นกล้าในแปลงเพาะชำต่อไปอีกประมาณ 50 วัน, จึงจะย้ายไปปลูกทดลองในกระถางต่อไป, โดยมีวิธีการชำ ดังรูปที่ 4.



#### รูปที่ 4. แปลงเพาะชำ.

2.1.2.1 รดน้ำแปลงเพาะชำให้ชุ่มนำสแลนพรางแสงแดดร้อยละ 50, ก่อนย้ายต้นกล้าลงแปลงเพาะชำ.

2.1.2.2 เลือกต้นกล้าที่แข็งแรงและลำต้นโตลงแปลงเพาะชำก่อน เนื่องจากต้นกล้าในแปลงเพาะมีขนาดต่างๆ กัน. ดังนั้น การถอนต้นกล้าจากแปลงเพาะต้นกล้าจึงทยอยถอนไปชำได้หลายรุ่น.

2.1.2.3 รดน้ำให้ชุ่มทุกๆ วัน เมื่อครบ 15 วัน จึงเอาสแลนพรางแสงแดดออกและให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15, ในอัตรา 100 กรัม ต่อขนาดแปลง 1 เมตร ยาว 5 เมตร.

2.1.2.4 รดน้ำให้ชุ่มทุกวัน เมื่อครบ 7 วัน, จึงทำการย้ายต้นกล้าลงกระถางทดลองต่อไป.

#### 2.1.3 การย้ายกล้าลงกระถางทดลอง

2.1.3.1 เตรียมกระถางดินเผาพร้อมจานรองขนาด 12 นิ้ว จำนวน 25 กระถาง.

2.1.3.2 แบ่งกระถางออกเป็น 5 ชุดๆ ละ 5 กระถาง, เพื่อทำการทดลองกรรมวิธีการปลูก 5 กรรมวิธี ได้แก่ :

1. ไม่ใส่ปุ๋ย (Control).
2. ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15, อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่.
3. ใส่ปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา) อัตรา 1:500 ลิตร.
4. ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา + ปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา) ครึ่งอัตรา.
5. ระบบ Soilless culture ใส่สารละลายธาตุอาหารพืชสูตร วว.

2.1.3.3 ใช้ดินร่วนปนทราย ใส่ลงในกระถางจำนวน 20 กระถาง

2.1.3.4 ใส่ทรายหยาบใน 5 กระถางที่เหลือ เพื่อทดลองระบบ Soilless culture (กรรมวิธีที่ 5).

2.1.3.5 รดน้ำให้ชุ่มนำกล้าหญ้าหวานต้นที่แข็งแรงที่สุดและต้นไล่เลี่ยกันมาใส่ในกระถางทดลอง กระถางละ 3 ต้น.

2.1.3.6 เมื่อเสร็จแล้วนำสแลนพลาสติกแสง 50% 1 สัปดาห์ รดน้ำทุกวันเมื่อหญ้าหวานเริ่มดินนำสแลนพลาสติกออก.

2.1.3.7 เริ่มทดสอบปุ๋ยในกรรมวิธีต่างๆ และตัดออกให้สูงจากพื้นดินประมาณ 3 นิ้ว เพื่อให้ต้นหญ้าหวานแตกกอ.

2.1.3.8 หลังจากนั้นใส่ปุ๋ยทุกๆ 7 วัน ในทุกๆ 2 เดือน, สามารถเก็บเกี่ยวใบเพื่อมาทำการสกัดสารหวานของแต่ละกรรมวิธีต่อไป.



รูปที่ 5. หญ้าหวานที่ปลูกโดยกรรมวิธีต่างๆ.

## 2.2 การสกัดสารหวานจากใบหญ้าหวาน (Stevia)

การสกัดสารให้ความหวานในรูปของสารสตีวิโอไซด์ (Stevioside) เป็นการสกัดที่แยกองค์ประกอบอื่นที่อยู่ในใบหญ้าหวานออก ให้เหลือเฉพาะสารสตีวิโอไซด์, ซึ่งเป็นสารให้ความหวานที่พบในหญ้าหวานเท่านั้น.

## 2.3 การประเมินทางประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบชิมเพื่อวัดระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค ซึ่งมีวิธีการดังนี้ :

2.3.1 ชั่งน้ำหนักหญ้าหวาน 10 กรัม และกระเจียบแห้ง 10 กรัม.

2.3.2 ตวงน้ำสะอาดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ในปิกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร. เติมน้ำหญ้าหวานที่ชั่งไว้แล้วต้มและกวนในปิกเกอร์โดยใช้ Magnetic Stirrer Hot Plate ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วกรองกากใบหญ้าหวานแบบหยาบโดยผ้าขาวบาง.

- 2.3.3 น้ำเข้มข้นหญ้าหวานที่ได้กรองละเอียดผ่านกระดาษกรอง เพื่อให้ได้น้ำหญ้าหวานที่ใสขึ้น.
- 2.3.4 ตวงน้ำสะอาดปริมาตร 500 มิลลิลิตร ในปิกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร เติมกระเจี๊ยบแห้งที่ซังไว้แล้วต้มและกวนในปิกเกอร์ โดยใช้ Magnetic Stirrer Hot Plate ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วกรองกากกระเจี๊ยบแบบหยาบโดยผ้าขาวบาง.
- 2.3.5 ตวงน้ำกระเจี๊ยบที่ต้มเสร็จเรียบร้อยแล้ว 120 มิลลิลิตร ใส่ในปิกเกอร์ แล้วเติมน้ำหญ้าหวานเข้มข้น 80 มิลลิลิตร. ต้มและกวนในปิกเกอร์โดยใช้ Magnetic Stirrer Hot Plate ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที.
- 2.3.6 บรรจุน้ำกระเจี๊ยบใส่ขวดที่ผ่านการสเตอริไลซ์เรียบร้อยแล้ว ปิดจุกให้แน่นแล้วนำมาแช่เย็น.
- 2.3.7 ทดสอบชิม (Sensory Test).
- 2.3.8 ประเมินผล.





### 3. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาวิจัยและพัฒนาการผลิตสารให้ความหวานเพื่อตรวจหาปริมาณความขม โดยการกระตุ้นการเจริญเติบโตของหญ้าหวานด้วยกรรมวิธีการปลูกแบบต่างๆ เพื่อให้ได้สารให้ความหวานจากหญ้าหวานปริมาณสูงสุดและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ปรากฏผลด้านต่างๆ ดังนี้ :

**3.1 ผลด้านการเจริญเติบโต** พบว่า เมื่อมีการให้ปุ๋ยและสารละลายธาตุอาหารพืชแก่หญ้าหวาน มีผลให้หญ้าหวานมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับ Control. โดยการปลูกแบบมีการให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา) จะกระตุ้นการเจริญเติบโตของหญ้าหวานได้สูงสุด. รองลงมา คือ การปลูกแบบมีการให้ปุ๋ยเคมี, การปลูกแบบให้ปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา) และการปลูกแบบให้สารละลายธาตุอาหารพืช, ตามลำดับ. โดยสังเกตจากลักษณะการแตกกอและปริมาณใบต่อต้น (คือน้ำหนักใบสดเป็นกรัมต่อต้น) ดังแสดงในตารางที่ 4.

ตารางที่ 3. ผลการเจริญเติบโตของหญ้าหวานจากการกระตุ้นการเจริญเติบโตด้วยกรรมวิธีการต่างๆ

Treatment	กรรมวิธีการกระตุ้นการเจริญเติบโต	ลักษณะการแตกกอ	ปริมาณใบต่อต้นโดยเฉลี่ย (คิดเป็นน้ำหนักใบสดเป็นกรัมต่อต้น)
1	ไม่ใส่ปุ๋ย ( Control )		30.37
2	ใส่ปุ๋ยเคมี		47.62
3	ใส่ปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา)		42.92

ตารางที่ 3. (ต่อ)

Treatment	กรรมวิธีการกระตุ้น การเจริญเติบโต	ลักษณะการแตกกอ	ปริมาณใบต่อต้นโดยเฉลี่ย (คิดเป็นน้ำหนักใบสดเป็น กรัมต่อต้น)
4	ปุ๋ยเคมี + ปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา)		55.23
5	ใส่สารละลายธาตุอาหาร พืช		41.46

3.2 ผลการวิเคราะห์สารให้ความหวานสติวิโอไซด์

ตารางที่ 4. ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารให้ความหวานสติวิโอไซด์จากการปลูกด้วยกรรมวิธี  
ต่างๆ

Treatment	กรรมวิธีการกระตุ้น การเจริญเติบโต	ปริมาณสติวิโอไซด์ ( Stevioside )	ผลการวิเคราะห์โลหะหนัก ( ตะกั่ว )	
			ปริมาณที่พบ	* การยอมรับได้
1	ไม่ใส่ปุ๋ย ( Control )	1.75	1.98	✓
2	ใส่ปุ๋ยเคมี	4.46	2.05	✓
3	ใส่ปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา)	2.21	1.96	✓
4	ปุ๋ยเคมี + ปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา)	5.73	2.07	✓
5	ใส่สารละลายธาตุ อาหารพืช	3.71	2.11	✓

หมายเหตุ : \* หมายถึง ปริมาณโลหะหนัก (คำนวณเป็นตะกั่ว) ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข  
(ฉบับที่ 262) พ.ศ. 2545 เรื่อง สติวิโอไซด์และอาหารที่มีส่วนผสมของสติวิโอไซด์

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสตีวีโอไซด์ที่ได้จากการปลูกด้วยกรรมวิธีต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 5, พบว่า การปลูกโดยกระตุ้นการเจริญเติบโตด้วยการให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา) มีปริมาณสารสตีวีโอไซด์มากที่สุดคือ ร้อยละ 5.73, รองลงมาคือ การกระตุ้นการเจริญเติบโตด้วยการให้ปุ๋ยเคมี, การใส่สารละลายธาตุอาหารพืช และการให้ปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา), ตามลำดับ. ส่วนวิธีการปลูกที่ไม่มีการกระตุ้นการเจริญเติบโต (Control) พบปริมาณสารสตีวีโอไซด์น้อยที่สุด. จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวสอดคล้องกับผลด้านการเจริญเติบโต ที่พบว่า การกระตุ้นการเจริญเติบโตด้วยการให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา) จะเจริญเติบโตได้ดีและให้ปริมาณใบมากที่สุดเช่นกัน. ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า วิธีการปลูกหญ้าหวานที่จะให้ปริมาณสารหวานมากที่สุด คือ การปลูกแบบกระตุ้นการเจริญเติบโตด้วยการให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา).

นอกจากนี้ เมื่อตรวจวิเคราะห์โลหะหนักในใบหญ้าหวาน พบว่า ปริมาณโลหะหนัก (คำนวณเป็นตะกั่ว) ที่อยู่ในใบหญ้าหวานทุกๆ วิธีการทดสอบอยู่ในปริมาณที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 262 ) พ.ศ. 2545 เรื่อง สตีวีโอไซด์และอาหารที่มีส่วนผสมของสตีวีโอไซด์.

### 3.3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory Test)

ตารางที่ 5. ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory Test) เพื่อวัดระดับความเข้มข้นของรสหวาน รสขม และความพึงพอใจของผู้บริโภค

Treatment	กรรมวิธีการกระตุ้น การเจริญเติบโต	คะแนนเฉลี่ย		
		ความขม	ความหวาน	ความชอบโดยรวม
1	ไม่ใส่ปุ๋ย ( Control )	2	2	3
2	ใส่ปุ๋ยเคมี	4	3	2
3	ใส่ปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา)	2	3	4
4	ปุ๋ยเคมี + ปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา)	3	4	3
5	ใส่สารละลายธาตุอาหารพืช	3	3	2

หมายเหตุ : 1 = ระดับคะแนนน้อยที่สุด

2 = ระดับคะแนนน้อย

3 = ระดับคะแนนปานกลาง

4 = ระดับคะแนนมาก

5 = ระดับคะแนนมากที่สุด

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory Test) เพื่อวัดระดับความเข้มข้นของ รสหวาน, รสขม และความพึงพอใจของผู้บริโภค. ปรากฏผลด้านต่างๆ ดังนี้ :

ความหวาน พบว่า การกระตุ้นการเจริญเติบโตด้วยปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา) มีความหวานมากที่สุด, ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสตีโรไซด์ที่พบมากสุดใน กรรมวิธีการปลูกดังกล่าวเช่นกัน.

ความขม พบว่า การกระตุ้นการเจริญเติบโตด้วยปุ๋ยเคมีมีความขมมากที่สุด.

เมื่อวัดระดับความพึงพอใจโดยรวมของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคชอบหวานที่ปลูกด้วย วิธีการกระตุ้นการเจริญเติบโตด้วยปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา) มากที่สุด. ทั้งนี้ เนื่องจากกรรมวิธีนี้มีความขมน้อยสุด และมีความหวานในระดับที่ยอมรับได้.

#### 4. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาวิจัยและพัฒนาการผลิตสารให้ความหวานโดยปลูกหญ้าหวานและกระตุ้นการเจริญเติบโตด้วยกรรมวิธีที่แตกต่างกัน ได้แก่ การปลูกแบบไม่กระตุ้นการเจริญเติบโตใดๆ, การปลูกโดยการกระตุ้นด้วยปุ๋ยเคมี, การปลูกโดยการกระตุ้นด้วยปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา), การปลูกโดยการกระตุ้นด้วยปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา) และการปลูกด้วยการใส่สารละลายธาตุอาหารพืช, เพื่อให้ได้สารให้ความหวานจากหญ้าหวานปริมาณสูงสุดและวัดปริมาณความขม, เพื่อเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค พบว่า การปลูกโดยการกระตุ้นการเจริญเติบโตด้วยปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา) ให้ปริมาณสารหวานในรูปของสารสตีวิโอไซด์ ซึ่งเป็นสารหวานที่มีมากที่สุดใบบหญ้าหวาน. เมื่อวัดปริมาณความขมและความพึงพอใจของผู้บริโภคโดยการทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้บริโภคพึงพอใจหญ้าหวานที่ปลูกโดยการกระตุ้นด้วยปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา), ทั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณความขมน้อยสุดและให้ความหวานมากในปริมาณที่ยอมรับได้.

ดังนั้น เกษตรกรที่ปลูกหญ้าหวานควรคำนึงถึงวัตถุประสงค์การใช้งาน. ถ้าปลูกเพื่อสกัดสารสตีวิโอไซด์ ควรปลูกและกระตุ้นการเจริญเติบโตด้วยปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา). แต่ถ้าปลูกเพื่อวัตถุประสงค์การผลิตในรูปของเครื่องดื่มหรือชา ควรเลือกวิธีการปลูกที่ลดความขมและที่ผู้บริโภคพึงพอใจมากที่สุด คือ วิธีการปลูกโดยการกระตุ้นด้วยปุ๋ยชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำจากปลา).

อย่างไรก็ตาม เกษตรกรควรคำนึงถึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์และความเหมาะสมด้านต้นทุนการผลิตด้วย.

## 5. ผลการศึกษาเบื้องต้นทางการตลาดและผลกระทบของโครงการ

จากการศึกษาวิจัยและพัฒนาการผลิตสารให้ความหวานจากหญ้าหวาน โดยการหากรรมวิธีการปลูกที่เหมาะสมให้สามารถผลิตสารให้ความหวานในรูปของสารสกัดสตีวิโอไซด์สูงสุด เพื่อเผยแพร่แก่เกษตรกรที่ประสงค์ปลูกหญ้าหวานในเชิงธุรกิจและส่งต่อยังระดับอุตสาหกรรม. ผลการศึกษาเบื้องต้นทางการตลาด พบว่า ปัจจุบันการปลูกหญ้าหวานยังไม่เป็นที่นิยมของเกษตรกรที่ประกอบอาชีพเพาะปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับอาชีพเกษตรกรรมการเพาะปลูกอื่น. ทั้งนี้ เนื่องจากในประเทศไทยนั้น การรองรับทางการตลาดยังไม่กว้างขวาง, การส่งจำหน่ายหญ้าหวานมีบางส่วนจำหน่ายในประเทศไทยบ้าง เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพในรูปของชาชงพร้อมดื่ม. แต่ส่วนใหญ่ ส่งจำหน่ายต่างประเทศ เพื่อสกัดสารสตีวิโอไซด์. อีกทั้งด้วยทางสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กระทรวงสาธารณสุขยังไม่อนุญาตให้บริโภคสารหวานสตีวิโอไซด์ เพื่อทดแทนสารให้ความหวานชนิดอื่นที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาดปัจจุบันได้. ดังนั้น การปลูกหญ้าหวานในเชิงธุรกิจ จึงยังถือว่า แคนมากสำหรับประเทศไทย. อย่างไรก็ตาม ผลผลิตใบหญ้าหวานยังเป็นที่ต้องการสูงของตลาดต่างประเทศอยู่และมีแนวโน้มสูงขึ้นอีกด้วย.

แสดงให้เห็นว่า การศึกษาวิจัยโครงการฯ นี้ส่งผลกระทบในด้านบวกแก่เกษตรกรผู้ปลูกหญ้าหวาน คือ มีแนวทางการพิจารณากรรมวิธีการปลูกที่เหมาะสมเพื่อประยุกต์ใช้กับสภาพการปัจจุบันและเตรียมพร้อมรองรับในอนาคต ซึ่งมีแนวโน้มการขยายตลาดหญ้าหวานในเชิงธุรกิจจนถึงระดับอุตสาหกรรมมากยิ่งขึ้นได้ด้วย.

## 6. ข้อเสนอแนะ

การทดลองนี้เป็นการทดลองที่ออกแบบโดยการจำลองพื้นที่เพาะปลูกขึ้น เพื่อลดความเสี่ยงการเบี่ยงเบนจากปัจจัยแวดล้อม และทดลองในสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกหญ้าหวาน อาจส่งผลต่อปริมาณสารสตีวิโอไซด์ที่วิเคราะห์ได้ มีค่าไม่สูงมากเท่าความเป็นจริงนัก. ดังนั้น ผู้ที่มีความประสงค์จะทำการศึกษาต่อเนื่อง ควรทำการทดลองในสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่เหมาะสมกับการปลูกหญ้าหวาน ซึ่งจะให้ผลการทดลองที่แน่นอนแม่นยำตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด.

## 7. เอกสารอ้างอิง

- ไฉ่ววิวัฒนา, นิตยา. 2540. การปรับปรุงสตีวิโอไซด์และผลิตภัณฑ์จากหญ้าหวาน (Improvement of extraction and purification of stevioside and its products from *Stevia rebaudiana*). กรุงเทพฯ :บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 133 หน้า.
- เชยจิตร, ประดิษฐ์ และคณะ. 2529. โครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากหญ้าหวาน. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 115 หน้า.
- ติยวลี, ดำรง และคณะ. 2529. โครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากหญ้าหวาน, กรุงเทพฯ : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 40 หน้า.
- นิตยกานต์, บุญหมั่น. 2544. การปรับปรุงโยเกิร์ตแคลอรีต่ำโดยใช้สารสกัดจากหญ้าหวานเป็นสารให้ความหวานและเพิ่มลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการเติมลูกชิด. กรุงเทพฯ : คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 138 หน้า.
- พรหมมา, เบญจพร. 2527. ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกบริโภคสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 20-27.
- พุตระกูล, ประศาสตร์. 2538. การศึกษาการสกัดสารให้ความหวานและสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรจากหญ้าหวาน. กรุงเทพฯ : คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 36 หน้า.
- พุตระกูล, ประศาสตร์. 2544. การปรับปรุงโยเกิร์ตแคลอรีต่ำโดยใช้สารสกัดจากหญ้าหวานเป็นสารให้ความหวานและเพิ่มลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการเติมลูกชิด. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 2-8.
- ศรียอด, กล้าณรงค์. 2532. สารให้ความหวาน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 84 หน้า.
- ศิริวัชณกุล, ยุทธนา และคณะ. 2546. การใช้หญ้าหวานในอาหารลูกสุกรระยะระยะดูนมและหลังหย่านม, *วารสารสงขลานครินทร์*, 25(1), หน้า 19-27.
- สินสวัสดิ์, สยาม. ภาพถ่ายดอกหญ้าหวาน. อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. เมื่อวันที่ 9 สิงหาคม 2554.
- สุทธจิตต์, ไมตรี และคณะ. 2534. การวิจัยหญ้าหวาน. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 194 หน้า.