บทที่ 5

เสนอสูตรใหม่จากงานวิจัย

สูตรอาหารที่สร้างขึ้นใหม่

สูตรอาหารที่สร้างขึ้นใหม่จากผลการวิจัยนี้ให้ชื่อว่า CU 1 และ CU 2 เป็นสูตรที่สร้างขึ้นตามแนวความคิดใหม่ที่ยังไม่มีผู้ใดสร้างสูตรตามแนวความคิดนี้มาก่อน จึงรายงานเป็นครั้งแรก ณ ที่นี้ แนวความคิดคือการเลือกใช้สารอินทรีย์ที่ผู้อื่นเคยใช้เป็นสารอินทรีย์เสริม (organic additive) เติมลงในสูตรสารอนินทรีย์เพื่อให้ต้นอ่อนกล้วยไม้เจริญดีขึ้น กลับมาเป็นการใช้สารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก แต่เลือกใช้สารประกอบอนินทรีย์ในชนิดและปริมาณที่จำเป็นเท่านั้น

พื้นฐานของการสร้างสูตรทั้ง 2 คือ การเติมสารประกอบอินทรีย์เพียงชนิดเดียวที่ให้ NO_3^- (KNO_3 หรือ $NaNO_3$) อย่างเพียงพอก็สามารถทำให้ต้นอ่อนเจริญได้ดี และสามารถทำให้เมล็ดงอกได้ดีเท่ากับการเติมธาตุที่มาจากสารประกอบอนินทรีย์ถึง 14 ธาตุ(ไม่นับธาตุที่ได้จากน้ำและอากาศ)เพื่อให้ครบตามความต้องการ ทั้งพวกธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง

เมื่อเทียบการเจริญของต้นอ่อนที่เลี้ยงใน CU 1 และ CU 2 กับพวกที่เลี้ยงในสูตรที่คัดเลือกแล้วว่าเหมาะที่สุดสำหรับ Dendrobium คือสูตร Mod.SH ของ ถาวร วัชราภัย และมนทกานติ วัชราภัย(2519) ปรากฏว่าพวกที่เลี้ยงใน CU 1 และ CU 2 มีพื้นที่ใบและน้ำหนักสดประมาณ 3 เท่า ของ Mod.SH ซึ่งเป็นสูตรประกอบด้วยสารอนินทรีย์ที่ได้คัดเลือกมาแล้วว่าเลี้ยงเนื้อเยื่อ และต้นอ่อนของ Dendrobium ดีที่สุด

สูตรอาหารใหม่

องค์ประกอบของวุ้นอาหาร	CU1	CU2	หน่วย
มันฝรั่งบดละเอียด	150.00	-	กรัม
ปุ๋ยปลา(Atlas Fish Emulsion Fertilizer)	-	4.00	มิลลิลิตร
ซูโครส	40.00	40.00	กรัม
วุ้น	4.00	8.00	กรัม
KNO_3	1.25	1.25	กรัม
หรือ $NaNO_3$	1.05	-	กรัม
น้ำกลั่น หรือ น้ำ deionized water	เติมให้ครบ 1 ลิตร	เติมให้ครบ 1 ลิตร	
pH (ไม่ต้องปรับ)	5.2 - 5.6	4.4 - 4.8	

เหมาะมากสำหรับเลี้ยงต้นอ่อน	Dendrobium	Dendrobium
เหมาะมากสำหรับการเพาะเมล็ด	Dendrobium	Cattleya

คุณสมบัติของสูตรอาหาร CU 1 และ CU 2

1. องค์ประกอบของมันฝรั่งและปุ๋ยปลามีธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองเพียงพอสำหรับการเลี้ยงต้นอ่อนและเพาะเมล็ดกล้วยไม้ ยกเว้นขาดธาตุอาหารหลักเพียง N ในรูปของ NO_3^- เท่านั้น ธาตุอื่น คือ Mg, S, Ca, P, K และ N ในรูปของ NH_4^+ (หรือรูปอื่นที่แทน N ใน reduced form) มีเพียงพอในวุ้นอาหารจึงไม่ปรากฏอาการขาดธาตุอาหารหลักในการทดลอง ส่วนธาตุอาหารรอง คือ Fe, Cl, B, Cu, Mn, I, Mo, Zn ที่อยู่ในสูตรของ Schenk and Hildebrandt(1972) ก็ได้พิสูจน์แล้วว่าไม่มีความจำเป็นต้องใส่เช่นกัน (หน้า 14)

นอกจากธาตุต่างๆที่มีเพียงพอแล้ว ยังมีสารอินทรีย์อื่นที่เป็นปัจจัยสำคัญในการเร่งการเจริญของต้นอ่อนให้โตเร็วและแข็งแรง ซึ่งอาจเป็นพวกกรดอะมิโน วิตามิน ฮอร์โมน หรือสารอื่นที่ยังไม่มีใครพิสูจน์ได้ชัดเจนว่าคือสารอะไรอีกบ้าง อย่างไรก็ตามจากการทดลองทำให้เชื่อว่าสารเหล่านี้มีหลายประเภทประกอบกัน

2. ค่า pH ของสูตรมันฝรั่งเป็น 5.2 - 5.6 และสูตรปุ๋ยปลาเป็น 4.4 - 4.8 ค่า pH ไม่เปลี่ยนแปลงมากตั้งแต่ก่อนนึ่งฆ่าเชื้อ ก่อนย้ายต้นอ่อนลงเลี้ยง และหลังจากเลี้ยงต้นอ่อนแล้ว 4 เดือน

การประยุกต์

1. วัสดุและอุปกรณ์น้อย

1.1 ไม่ต้องใช้เครื่องชั่งละเอียด และเครื่องวัด pH (หรือวิธีอื่น)

1.2 ใช้สารประกอบอนินทรีย์เพียงชนิดเดียว คือ KNO_3 หรือ $NaNO_3$ ก็ได้

1.3 ไม่ต้องใช้ขวดเพื่อเตรียมสารละลาย หรือถ้ามีก็ใช้เพียงขวดเดียวสำหรับเตรียม KNO_3 หรือ $NaNO_3$ เท่านั้น ฉะนั้นจึงใช้เนื้อที่สำหรับเตรียมวุ้นอาหารน้อยด้วย

2. ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย

นอกจากการประหยัดเนื่องจากการใช้วัสดุและอุปกรณ์น้อยตามข้อ 1 แล้ว ยังมีผลต่อไปนี้คือ

2.1 ประหยัดเวลาในการ ชั่ง ตวง วัด ปรับสภาพ pH และประหยัดเวลาล้างเครื่องแก้วและอุปกรณ์อื่น หากทำเป็นการค้าจะพบว่าการประหยัดเวลาและทรัพยากรเป็นสิ่งสำคัญ

2.2 เมื่อไม่ต้องใช้เครื่องมือที่ละเอียดและใช้สารเคมีเพียงชนิดเดียว ทำให้โอกาสเตรียมวุ้นอาหารผิดพลาดน้อยลง โดยเฉพาะเมื่อผู้เตรียมไม่มีคุณวุฒิหรือไม่มีความชำนาญพอ ฉะนั้นเมื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดความผิดพลาดลงและลดค่าใช้จ่ายไปพร้อมกัน จะเป็นประโยชน์ต่อการทำเป็นการค้ามาก

2.3 เมื่อใช้วัสดุและอุปกรณ์น้อยประกอบกับการใช้วิธีที่ง่าย ทำให้เหมาะสำหรับนักวิทยาศาสตร์สมัครเล่น หรือครูในโรงเรียนที่ต้องการสาธิตการเลี้ยงพืชในสภาพปลอดเชื้อแก่นักเรียน หรือแม้แต่ให้นักเรียนเตรียมวุ้นอาหารเองก็ได้

2.4 ราคาวัสดุที่ใช้ ส่วนใหญ่เป็นค่าสารอินทรีย์ซึ่ง มันฝรั่ง 150 กรัม ราคา 4.5 บาท และปุ๋ยปลา 4 มิลลิลิตร ราคา 0.4 บาท ซูโครส(ใช้น้ำตาลทรายแทน) 40 กรัม ราคา 0.52 บาท วุ้น 4 กรัม ราคา 3.2 บาท KNO_3 1.2 กรัม ราคา 0.025 บาท น้ำกลั่น 1 ลิตร ราคา 14 บาท(ราคาในท้องตลาด หากใช้น้ำกลั่นหรือ deionized water ที่เตรียมเองจะถูกกว่านี้มาก) เมื่อรวมกันแล้วอาหารสูตร CU 1 ราคา 22.24 บาทต่อลิตร และ CU 2 ราคา 18.14 บาทต่อลิตร เมื่อเทียบกับการใช้สารประกอบอนินทรีย์ที่ให้ธาตุอาหารหลักของ Mod.SH ซึ่งต้องใช้สาร $MgSO_4.7H_2O$ $CaCl_2.2H_2O$ $NH_4H_2PO_4$ KNO_3 และสารที่ให้ธาตุอาหารรองอีก 9 ชนิด ราคายังคงใกล้เคียงกัน คือ 18.98 บาท

สูตรใหม่นี้มีราคารวมของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ไม่แตกต่างจากสูตร Mod.SH นัก แต่ทั้งนี้ผู้ใช้คงต้องคำนึงถึงการประหยัดค่า วัสดุ และอุปกรณ์ในการเตรียมอาหาร และปัจจัยอื่นที่กล่าวไว้ข้างต้นประกอบการตัดสินใจเลือกใช้ด้วย

2.5 การเตรียมอาหารสูตรใหม่โดยใช้อุปกรณ์น้อยที่สุด ด้วยการประมาณ หรือการตวงแทนการชั่งได้ เพราะสารอินทรีย์มีองค์ประกอบของสารเจือจาง ความผิดพลาดเล็กน้อยจะไม่ทำให้องค์ประกอบของวุ้นอาหารต่างไปมากนัก ฉะนั้นอาจเทียบกันได้ดังนี้

มันฝรั่ง 150 กรัม = มันฝรั่งหัวค่อนข้างกลมขนาดเส้นผาศูนย์กลางประมาณ 3 ซม.

ปุ๋ยปลา 4 มล. = 1 ช้อนชา

ซูโครส 40 กรัม = 10 ช้อนชา(ใช้น้ำตาลทรายขาวแทนได้)

วุ้นผง 4 กรัม = 4 ช้อนชา

สารละลายโปแตสเซียมไนเตรท 1 ช้อนโต๊ะในน้ำ 1 ลิตร = 100 มล.

(มีโปแตสเซียมไนเตรทประมาณ 1.25 กรัม)

หมายเหตุ

1. ช้อนหรือกระบอกตวงที่ใช้ ควรใช้ช้อนที่ขายสำหรับตวงอาหารเป็นชุด ชนิดที่ไม่ใช่โลหะ ถ้าไม่ระบุว่าพูน ใช้ไม้บรรทัดพลาสติกหรือสิ่งที่คล้ายกันปาดส่วนที่สูงกว่าขอบออก
2. น้ำกลั่นซื้อจากร้านขายยา อย่าใช้ชนิดที่เติมแบตเตอรี่

แนวทางการปรับปรุงสูตรในอนาคต

1. ความเข้มข้นของสารอินทรีย์

สูตรใหม่ที่สร้างขึ้นคือ CU 1 และ CU 2 เป็นสูตรที่มีข้อดีกว่าเดิมมากดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แต่ยังมีโอกาสที่จะพัฒนาต่อไปได้อีก จากการทดลองใช้ปุ๋ยปลาที่ความเข้มข้น 4 6 และ 8 มล./ล. พบว่าการใช้ในปริมาณน้อยคือ 4 มล./ล. ได้ผลดีกว่าใช้ 6 และ 8 มล./ล. แต่ยังไม่ได้ทดลองเพิ่ม หรือลดปริมาณของกล้วยหอมหรือมันฝรั่ง หากใช้กล้วยหอมปริมาณน้อยกว่า 150 กรัม/ลิตร อาจทำให้ต้นอ่อนเจริญดีขึ้นก็ได้ เนื่องจากกล้วยอาจมีสารยับยั้งการเจริญบางชนิดเป็นส่วนประกอบ แต่ก็ยังมีสารที่มีประโยชน์ต่อการเจริญของพืชในปริมาณมาก ดังนั้นการเติมกล้วยหอมในปริมาณที่น้อยลงอาจทำให้ต้นอ่อนสามารถเจริญได้ดี ส่วนสูตรมันฝรั่งหากใช้ปริมาณน้อยลงอาจยังให้สารที่จำเป็นเพียงพอต่อการเจริญของต้นอ่อน ดังนั้นถ้าใช้ในปริมาณที่น้อยกว่า แต่ทำให้ต้นอ่อนเจริญได้ดีเท่าๆกัน ก็จะเป็นการประหยัด หรือทดลองใช้ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น อาจทำให้ต้นอ่อนเจริญดีขึ้นกว่าเดิม

2. การใช้สารอินทรีย์ร่วมกัน

จากการทดลองได้ใช้สารอินทรีย์ทีละชนิด ผสมกับสารอนินทรีย์หลายชนิด ในที่สุดพบว่าการใช้สารอินทรีย์เพียงหนึ่งชนิดก็เพียงพอแล้ว (KNO_3 หรือ $NaNO_3$) แต่ยังมิได้ทดลองใช้สารอินทรีย์มากกว่าหนึ่งชนิดผสมกัน ซึ่งอาจจะมีผลดีในกรณีที่สารอินทรีย์ชนิดหนึ่งมาจากพืช อีกชนิดหนึ่งมาจากสัตว์ ซึ่งมีชนิดของสารอินทรีย์เสริมมากขึ้น อาจทำให้การเจริญดีขึ้นก็ได้ นอกจากนี้เนื่องจากปุ๋ยปลามี pH ค่อนข้างต่ำ และมีปัญหาเกี่ยวกับการแข็งตัวของวุ้น และอาจถึงขั้นที่เป็นพิษต่อการเจริญของกล้วยไม้ได้ ดังนั้นเมื่อผสมกับมันฝรั่ง อาจจะทำให้ pH อยู่ในช่วงที่เหมาะสมมากขึ้นก็ได้

3. การถ่ายเทของก๊าซ

จากการทดลองได้ใช้ aluminum foil ปิดและพันด้วยพลาสติก พบว่าต้นอ่อนที่เจริญเร็วมากในระยะแรก บาง flask ตายในเดือนที่ 4 ซึ่งอาจเกิดจากการขาด CO_2 เพราะการปิดฝา flask ด้วย aluminum foil และพันด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันไม้ให้ไอน้ำระเหยออก แต่ในขณะเดียวกันก็ทำให้การแพร่ของก๊าซน้อยลงด้วย ซึ่งต้นที่เจริญเร็วจะได้รับผลกระทบมากกว่าต้นที่เจริญช้า ฉะนั้นเมื่อเปรียบเทียบการเจริญของต้นอ่อนในสูตรที่ดีที่สุด ซึ่งมีน้ำหนักสดสูงกว่าสูตรเปรียบเทียบประมาณ 3 เท่า หากหาวิธีทำให้ก๊าซถ่ายเทได้ดีขึ้น แต่มีผลต่อการระเหยของน้ำน้อย อาจทำให้น้ำหนักสดเพิ่มขึ้นมากกว่า 3 เท่าก็ได้

4. การฆ่าเชื้อ

Thurston Spencer และ Arditti (1980) พบว่า การใช้สารฆ่าเชื้อราแบคทีเรีย และจุลินทรีย์อื่นๆ เติมลงในอาหารเลี้ยงต้นอ่อน และเพาะเมล็ดกล้วยไม้ในสัดส่วนที่เหมาะสม ทำให้ไม่ต้องใช้หม้อนึ่งอัดความดันฆ่าเชื้อได้ ซึ่งจากการทดลองนี้ได้ใช้สูตรอาหารที่มีส่วนประกอบหลักเป็นสารอนินทรีย์ และมีสารอินทรีย์คือ น้ำตาลเท่านั้น ถ้านำมาทดลองใช้กับสูตรที่มีสารอินทรีย์เป็นหลักจากงานวิจัยนี้ อาจต้องปรับความเข้มข้นและวิธีการดังกล่าวให้เหมาะสม เนื่องจากสารอินทรีย์ที่ใช้มีปริมาณมาก ซึ่งอาจไปดูดซับสารที่ต่อต้านการเจริญของจุลินทรีย์ให้น้อยลง ถ้าทำวิธีนี้ได้ทำให้ลดค่าใช้จ่ายของหม้อนึ่งอัดความดันฆ่าเชื้อ ประหยัดเวลาและพลังงาน