หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ ๑

บทนำ

ในปี 1922 Knudson พบว่าเมล็ดกล้วยไม้สามารถงอกในคนโทแก้วที่มีวุ้นสารประกอบอนินทรีย์ของธาตุที่จำเป็น และน้ำตาล แทนการงอกตามธรรมชาติที่ต้องมี symbiosis กับเชื้อรา วิธีการคล้ายที่ใช้เลี้ยงแบคทีเรีย ต่อมามีผู้ดัดแปลงสูตรอาหารใหม่ ๆ เพื่อใช้ในการเพาะเมล็ด เลี้ยงเนื้อเยื่อ และต้นอ่อนของกล้วยไม้ และพืชอื่น ๆ ขึ้นมากมาย แต่ละสูตรกำหนดให้ปรับพีเอชเริ่มแรกต่างกันออกไป เช่น Torrey-Shigemura Yeast Extract Medium และ Gamborg B - 5 Medium ปรับพีเอชเริ่มแรก ๕.๕ (Torrey and Shigemura, 1957; Gamborg, 1970) Hildebrandt Medium, Schenk and Hildebrandt - medium และ Miller medium ปรับพีเอชเริ่มแรก ๕.๘ (Hildebrandt et al, 1946; Schenk and Hildebrandt, 1972; Miller, 1961) Knudson C medium ปรับพีเอชเริ่มแรก ๘.๔ ถึง ๕.๑ (Knudson, 1946) และอื่น ๆ อีกมาก Vacin and Went (1949) คิดว่าพีเอชที่เหมาะกับการเจริญของ - กล้วยไม้ คือ ๔.๕ ถึง ๕.๕ ดังนั้น เขาจึงปรับปรุงสูตรอาหารของ Knudson C ให้มีพีเอชคงที่ในช่วงนี้ แต่ Knudson (1951) กลับชี้ให้เห็นว่าการเจริญเลวลงเมื่อใช้สูตรอาหารที่มีพีเอชคงที่ของ Vacin and Went เนื่องจาก Tricalcium Phosphate ละลายได้น้อยมาก และมันยังทำให้พวกโลหะหนักตกตะกอนด้วย

พีเอชนอกจากมีอิทธิพลต่อพืชโดยตรงแล้ว ยังมีอิทธิพลเกี่ยวกับการดูดธาตุ และการละลายของสารประกอบ ฉะนั้น ถ้าพีเอชในอาหารไม่เหมาะ อาจทำให้พืชไม่เจริญเท่าที่ควร สำหรับการเลี้ยงเนื้อเยื่อและต้นอ่อนของกล้วยไม้ในสภาพปลอดเชื้อ ยังไม่มีการวิจัยมากพอว่าพีเอชเท่าไรเหมาะที่สุด การศึกษาครั้งนี้เพื่อดูว่าพีเอชมีอิทธิพลต่อการเจริญของเนื้อเยื่อและต้นอ่อนของกล้วยไม้อย่างไร และพีเอชที่เหมาะที่สุดสำหรับการ - เจริญเป็นเท่าไร

การสำรวจการวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งได้กระทำมาแล้ว

๑. อิทธิพลของพีเอชในสารละลาย

๑.๑ การละลายของธาตุต่าง ๆ ถ้าพีเอชต่ำมาก เหล็ก แมงกานีส จะละลายมาก ทำให้เกิดอันตรายต่อพืช ในขณะที่แคลเซียม ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส กลับเป็นประโยชน์น้อยลง แต่ถ้าพีเอชสูง เหล็ก แมงกานีส และฟอสฟอรัส กลับไม่ละลาย ทำให้เกิดการขาดธาตุเหล่านี้ (Kramer, 1949)

๑.๒ การดูดธาตุ พีเอชมีผลต่อการดูดธาตุของพืชทั้ง cation และ anion (Arnon, Fratzke and Johnson, 1942; Jacobson et al, 1957; Nielsen and Overstreet, 1955) การดูด cation จะถึงอัตราสูงสุดที่พีเอช ๕ ถึง ๗ และคงอยู่ที่อัตรานี้จนถึงพีเอช ๑๐ หรือ ๑๑ (Jacobson et al, 1957; Nielsen and Overstreet, 1955) ในทางตรงกันข้าม เมื่อพีเอชสูงกว่า ๖ อัตราการดูด anion ลดลง เมื่อความเข้มข้นของ OH^- เพิ่มขึ้น (Jacobson et al, 1957; Nielsen and Overstreet, 1955) Hurd (1958) พบว่าเมื่อพีเอชเพิ่มจาก ๖ ไปเป็น ๙ อัตราการดูด K^+ เพิ่มขึ้นด้วย Fried et al (1965) ทดลองกับรากข้าวพบว่าการดูด NH_4^+ เร็วมากที่พีเอช ๗.๐ ถึง ๘.๕ และ NO_3^- ที่พีเอช ๔.๐ ถึง ๕.๕

H^+ ออกมาในสารละลายมาก เมื่อพืชดูด cation เข้าไปมากกว่า anion ในทางตรงกันข้าม จะมี OH^- หรือ HCO_3^- มาก ถ้ามีการดูด anion มากกว่า นั่นคือการดูด cation เกิดขึ้นได้ต้องมีการแลกเปลี่ยนกับ H^+ ในทำนองเดียวกับการดูด anion ก็เกิดขึ้นได้จากการแลกเปลี่ยนกับ OH^- หรือ HCO_3^- (Hiatt, 1967)

๑.๓ การแตกตัวของไอออน พีเอชมีอิทธิพลต่อการแตกตัวของไอออน (Devlin, 1969) เช่น ฟอสเฟต เมื่อพีเอชต่ำจะอยู่ในรูปของ $H_2PO_4^-$ ซึ่งเป็นรูปที่พืชนำไปใช้ง่ายที่สุด แต่เมื่อพีเอชเพิ่มขึ้นถึง ๖.๘ จะพบฟอสเฟตในรูป $H_2PO_4^-$ และ $HPO_4^=$ ปนกัน ถ้าพีเอชสูงกว่า ๖.๘ เล็กน้อย จะพบแต่ $HPO_4^=$ เมื่อพีเอชสูงกว่า ๖.๘ มาก ๆ จะมีแต่ $PO_4^{\equiv}$ ซึ่งพืชดูดได้ช้ามาก ฉะนั้นพืชไม่สามารถเจริญได้ดีในที่มีพีเอชสูง เนื่องจากขาดธาตุฟอสฟอรัส และธาตุย่อยที่อยู่ในรูปของสารประกอบต่าง ๆ แตกตัวน้อยลง เช่น เหล็ก และ แมงกานีส

๑.๔ อันตรายต่อเนื้อเยื่อโดยตรง **Devlin (1969)** กล่าวว่าพีเอชภายนอกอาจมีอันตรายต่อเนื้อเยื่อของพืช ทำให้ชงักการดูดเกลือไปด้วย

๑.๕ ทำให้พีเอชภายในพืชเปลี่ยน ถ้าพีเอชภายนอกสูงหรือต่ำมาก ๆ อาจทำให้พีเอชภายในพืชเกิดการเปลี่ยน ซึ่งมีผลทำให้โมเลกุลของเอนไซมเสื่อมสภาพ เป็นเหตุให้การทำงานต่าง ๆ ภายในพืชเปลี่ยนแปลงไปด้วย **(Devlin, 1969) Truog (1951)** บอกว่าการเปลี่ยนของพีเอชภายในพืช อาจมีผลต่อโครงสร้างของระบบแขวนลอยของสารพวกโปรตีน และการจัดระบบในไซโตปลาสซึมเปลี่ยนไป อย่างไรก็ตาม เขาสรุปว่าในสิ่งมีชีวิตจะมีระบบถ่วงดุลย์เพื่อรักษาความเป็นกรด ด่าง ได้ดี นอกจากพีเอชภายนอก - เปลี่ยนมากจริง ๆ จึงจะทำให้พีเอชภายในเปลี่ยน

๒. อิทธิพลของพีเอชเริ่มแรกต่อการเจริญของพืชในของเหลว

รายงานที่เกี่ยวกับอิทธิพลของพืชต่อพีเอช หรืออิทธิพลของพีเอชต่อพืช เป็นสิ่งที่สับสนมาก **(Miller, 1938)** เนื่องจากอิทธิพลเหล่านี้ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ มากมาย ได้แก่ ชนิดของพืช อัตราการดูดไอออน **exosmosis** จากราก อุณหภูมิ และส่วนประกอบของไอออนในสารละลาย มีการทดลองให้เห็นความซับซ้อนของคำถามต่าง ๆ ได้แก่ **Tarr and Noble** (จากรายงานของ **Miller, 1938)** ปลูกต้นอ่อนของข้าวสาลี ถั่วเหลือง และข้าวโพดในสารละลาย ซึ่งปรับพีเอชให้คงที่ในช่วง ๓ ถึง ๘ โดยห่างกันช่วงละ ๑ พบว่าที่พีเอช ๓ ไม่มีการเจริญเลย การเจริญที่ดีที่สุดของต้นอ่อนของข้าวสาลี คือ ที่พีเอช ๔ ในขณะที่พีเอชสูงกว่านี้ไม่ทำให้เกิดอันตราย จนกระทั่งถึงพีเอช ๖ จึงเกิด **Chlorosis** ขึ้น การเจริญของถั่วเหลืองและข้าวโพดดีที่สุดที่พีเอชประมาณ ๕ และเริ่มเกิด **Chlorosis** เมื่อถึงพีเอช ๖ เนื่องจากสารประกอบของธาตุเหล็กไม่สามารถละลายได้ดี **Hoagland (1926)** พบว่าความเป็นกรดเล็กน้อย คือ ที่พีเอช ๕ ถึง ๗ ไม่มีอันตรายต่อพืชโดยตรงหลายชนิด แต่ถ้าพีเอชสูงกว่า ๘ โดยทั่วไปพืชเจริญไม่ได้ดี และที่พีเอชสูงกว่า ๙ จะเป็นอันตรายกับพืชส่วนมาก อย่างไรก็ตาม **Bermuda grass** สามารถปลูกในที่พีเอช ๙ ได้ **Arnon and Johnson (1942)** พบว่าสามารถปลูกพืชในช่วงของพีเอช ๔ ถึง ๙ ถ้ามีการระวังให้ธาตุต่าง ๆ ยังคงอยู่ในสารละลาย

ในการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของพีเอชกับการเจริญของพืช นักวิทยาศาสตร์จำนวนมากพบว่ามีขอบเขตที่ ๓ **(third region)** ซึ่งมีอิทธิพลทำให้พืชได้รับอันตรายอยู่ระหว่างจุดที่กรดหรือด่างมากจนเริ่มจะทำให้เกิดอันตรายหรือขัดขวางการเจริญ ดังนั้นการเขียนกราฟระหว่างความเจริญของพืชหรือส่วนของพืชกับความเข้มข้นของ H^+ ของของเหลวที่พืชเจริญอยู่ กราฟจะเป็น **double maximum** โดยมี **minimum** อยู่ตรงกลาง **Robbins (1923)** รายงานว่าปรากฏการณ์แบบนี้ไม่เกิดขึ้นเสมอไป เนื่องจากมีสภาพหลายอย่างที่อาจปิดบังหรือลบ **minimum** ที่อยู่ระหว่าง **maximum** ทั้ง ๒ ไปได้ เช่น อุณหภูมิ น้ำที่เพียงพอ และความเข้มข้นของเกลือ ดังนั้น **maximum** และ **minimum** จึงแยกไม่เห็นชัด

Double maximum curve เกิดขึ้นได้ด้วยถ้าเราเขียนกราฟระหว่างการพองตัว **osmotic pressure ความหนืด (vicosity)** และการนำกระแสไฟฟ้า ของ **colloid** กับค่าพีเอชของของเหลว และพบว่าค่า **minimum** ระหว่าง **maximum** ทั้ง ๒ อยู่ที่ **electric point** ของสารเหล่านี้ สาเหตุนี้ทำให้ **Robbins (1923)** นำมาพิจารณาว่าอาจมี **isoelectric point** สำหรับเนื้อเยื่อของพืชที่เกี่ยวกับพีเอชที่ทำให้เกิดการเจริญน้อยที่สุด จากการทดลองเกี่ยวกับการดูดน้ำและสี โดยหัวมันฝรั่ง โดยให้สัมผัสกับของเหลวที่มีความเข้มข้นของ H^+ ต่าง ๆ กัน เขาพบ **double maximum curve** และมี **minimum** ในการดูดน้ำ จากผลของเขาชี้ให้เห็นว่า **ampholyte** ซึ่งอาจจะเป็นโปรตีนก็ได้ มีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับขบวนการนี้ และ **isoelectric point** ของมันประมาณ ๖ เขาตัดสินว่าจากสมมุติฐานเกี่ยวกับ **isoelectric point** ของเนื้อเยื่อพืช และอิทธิพลของมันต่อการดูดน้ำนี้ สามารถนำมาอธิบายการเกิด **double - maximum curve** ในการเจริญของพืช และหน้าที่ทางกายภาพอื่น ๆ เมื่อปลูกพืช - ในสารละลายที่มีความเข้มข้นของ H^+ ต่างกัน

๓. <u>อิทธิพลของพีเอชต่อการเจริญของกล้วยไม้ในสภาพปลอดเชื้อ</u>

มีผู้รายงานเกี่ยวกับค่าพีเอชที่เหมาะที่สุดสำหรับการเจริญในสภาพปลอดเชื้อของพืชต่าง ๆ ดังนี้ **Vacin and went (1949)** รายงานว่าพีเอชที่เหมาะต่อการงอก

ของเมล็ดกล้วยไม้คือ พีเอชในช่วง ๔.๕ ถึง ๕.๕ Jasper (1966)ชี้แจงว่าการเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชต้องการพีเอชระหว่าง ๔.๘ ถึง ๕.๕ Puphan and Martin (1970) ว่าพีเอชที่เหมาะสำหรับการเจริญของเนื้อเยื่ออยู่ระหว่าง ๕ ถึง ๖.๕ White (1954) พบว่าพีเอชที่เหมาะที่สุดประมาณ ๕.๔ Khoo (จากรายงานของสมศักดิ์ ๒๕๑๖) บอกว่าในการเพาะเมล็ดกล้วยไม้แบบปราศจากเชื้อนั้น ต้องการวุ้นอาหารที่ค่อนข้างเป็นกรด - เล็กน้อย คือ ระดับพีเอช ๕ ถึง ๕.๒ เมื่อเพาะเมล็ดกล้วยไม้สกุลแวนด้าและแมลงปอ ต้องการพีเอช ๕ แต่สกุล Phalaenopsis ต้องการความเป็นกรดน้อยกว่า

Vacin and Went (1949) พบว่า เมื่อใช้สูตร Knudson C ในการเพาะเมล็ดกล้วยไม้ พีเอชเปลี่ยนจาก ๕.๔๖ ไปเป็น ๓.๗๔ ในเวลา ๑๔๐ วัน และลดลงเหลือ ๓.๑๒ ในอีก ๔๗ วันต่อมา ในขณะที่วุ้นอาหารที่ไม่ได้เพาะเมล็ดกล้วยไม้เปลี่ยนจาก ๕.๔๖ ไปเป็น ๕.๒๓ ในเวลา ๒๗๗ วัน การเปลี่ยนพีเอชมีสาเหตุ ๓ ประการคือ ๑) อุณหภูมิห้อง ๒) หม้อนึ่งความดัน ๓) การงอกของเมล็ดและการเจริญของ - ลูกกล้วยไม้ จากการนึ่งฆ่าเชื้ออาหารเหลว เขาพบว่าการเปลี่ยนของพีเอชช่วง ๓ ถึง ๖ เนื่องมาจากการมี iron sulphate สำหรับช่วงพีเอช ๖ ถึง ๙ เนื่องมาจากการมี calcium nitrate เขาจึงปรับปรุงสูตรขึ้นมาใหม่ เพื่อให้พีเอชคงที่อยู่ที่ ๔.๕ ถึง ๕.๖ ซึ่งเขาคิดว่าเป็นพีเอชที่จะให้การเจริญดีที่สุด แต่ Knudson (1951) ไม่เห็นด้วยกับ Vacin and Went เรื่อง Critical range ของพีเอชสำหรับการเจริญของต้นอ่อนของกล้วยไม้ โดยกล่าวว่าเป็นความจริงที่ว่าถ้าพีเอชเริ่มต้นต่ำกว่า๔.๕ เมล็ดของ Cattleya อาจไม่งอก และที่พีเอชเริ่มต้นต่ำกว่า ๔ เมล็ดของกล้วยไม้หลายสกุลจะตาย ซึ่งอาจเนื่องมาจากการที่พวกธาตุย่อย เช่น เหล็ก และแมงกานีสละลายออกมามากเกินไป และบางส่วนอาจเนื่องมาจากความไม่สามารถดูดแคลเซียม แต่ถ้าพีเอชใกล้ ๕ และความเข้มข้นของ H^+ เพิ่มขึ้นตามเวลาจะไม่มีผลร้ายต่อต้นอ่อน อาจเป็นเพราะความสามารถปรับตัวบันเองในพีเอชที่ต่ำลง และปริมาณ ธาตุย่อย เช่น เหล็ก และแมงกานีส ในวุ้นอาหารเริ่มลดลงแล้วจากการดูดของต้นอ่อน นอกจากนี้ยังได้ทดลองซ้ำ โดยใช้ Cattleya, Cymbidium, Vanilla, Oncidium, Phalaenopsis, Vanda และต้นอ่อนของกล้วยไม้สกุลอื่น ๆ สำหรับต้นอ่อนของ Cattleya เขาพบว่า

สามารถเจริญได้ในวุ้นอาหารที่มีพีเอชลดลงเหลือ ๓ ในเวลา ๓๓ เดือน

มีการทดลองกับกล้วยไม้โดยการปรับพีเอชเริ่มแรกต่างๆ กัน ปรากฏว่าให้ผลไม่ค่อยแน่นอน **Kotomori and Murashige (1965)** เลี้ยงต้นอ่อนอายุประมาณ ๑ ปี ของลูกผสมระหว่าง **Dendrobium johnsonii** x **Dendrobium ionoglossum** ในธาตุหลักของ **Vacin and Went (1949)** โดยปรับพีเอชเริ่มเป็น ๔.๖ ถึง ๕.๒ จากการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของต้นอ่อน ปรากฏว่าพีเอชเริ่มแรกเป็น ๕, ๔.๘ และ ๖ ให้การเจริญของต้นอ่อนเป็น ๒ เท่า ของพีเอชเริ่มแรก ๕.๒ และ ๕.๔ สุภาศิริ (๒๕๐๔) สรุปผลการทดลองสูตรวุ้นเพาะเมล็ดของ **Rhyncostylis gigantea** ว่า ๑) การเจริญของโปรโตคอมใบ ราก ในแต่ละสูตรอาหาร และระดับพีเอช ๕.๐ ถึง ๕.๕ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ๒) สูตรวุ้นอาหารของ **Knudson C** มีการงอกของเมล็ดดีกว่า **Knudson B** และพีเอช ๕.๕ มีมากกว่า ๕.๐ ๓) สูตร **Vacin and Went** พีเอช ๕.๕ งอกได้มากแต่ไม่แข็งแรง พีเอช ๕ มีเมล็ดงอกน้อยกว่า **Intuwong (1974)** ทดลอง **Phalaenopsis** และลูกผสมใกล้เคียง โดยใช้สูตร - ธาตุหลักของ **Vacin and Went (1949)** ปรับพีเอชก่อนการนึ่งฆ่าเชื้อให้เป็น ๔.๕, ๕, ๕.๕, ๖ และ ๖.๕ ผลปรากฏว่า สำหรับ **protocorm - like body** การเพิ่มของน้ำหนักสดมากที่สุดที่พีเอช ๖ ส่วนต้นอ่อน น้ำหนักสดเพิ่มขึ้นต่างกันในช่วง ๖๐ ถึง ๗๐% และไม่มีความแตกต่างของสีเกิดขึ้น **Espen (1974)** ศึกษาอิทธิพลของพีเอชที่มีต่อการเจริญและการเปลี่ยนรูปร่างของ **Cymbidium protocorm** ที่เลี้ยงในอาหารเหลว ที่มีพีเอช ๒.๕ ถึง ๖.๘ ปรากฏว่ามันสามารถปรับพีเอชของอาหารเหลว ไปเป็นค่าที่เหมาะกับการเจริญที่ดีที่สุดของมันเองได้ **Linderman et al (1970)** ทำการทดลองเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญของ **Cattleya** ในอาหารเหลว พบว่าการเปลี่ยนของพีเอชจาก ๕.๕ ไปเป็น ๔.๘ ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างในการเจริญ

๔. การเปลี่ยนของพีเอชของสารละลาย

นักวิทยาศาสตร์จำนวนมากได้ศึกษาถึงอิทธิพลของสารละลายที่มีต่อการเปลี่ยนพีเอชเมื่อปลูกพืช จากการปลูกข้าวสาลีในสารละลายที่มีเกลือ ๓ ชนิด พบว่าอัตรา -

ของการเปลี่ยนความเข้มข้นของ H^+ ลดลงในขณะที่มีการเพิ่มค่าออสโมซีสของสารละลาย และปริมาตรของพืชเพิ่มขึ้น **Trelease and Trelease (1933, 1935)** บอกว่าสัดส่วนของเกลือที่มีธาตุไนโตรเจน สามารถใช้ในการพิจารณา หาค่าพีเอชของสารละลายได้ - ถ้าอัตราส่วนของ **nitrate** ต่อ **ammonium** ต่ำ ค่าพีเอชลดลงอย่างเร็ว เนื่องจากอิทธิพลของพืช และเข้าใกล้ ๓ เมื่ออัตราส่วนสูงขึ้น ค่าพีเอชขึ้นอย่างรวดเร็ว มีแนวโน้มเข้าหา ๖.๕

มีการสังเกตที่สำคัญแสดงให้เห็นว่าพืชที่เจริญในสารละลายที่มีพีเอชสูง หรือต่ำกว่าพีเอช ๗ ต่อมามีแนวโน้มเปลี่ยนความเข้มข้นของ H^+ ไปเป็นกลาง แต่ต้องขึ้นกับชนิดของพืชด้วย **(Toole and Tottingham, 1918; Hoagland, 1917; Meier and Halstead, 1921) Bakke and Erdman (1923)** บันทึกไว้ว่าข้าวสาลีในระยะเริ่มแรกมีการเปลี่ยนพีเอชของสารละลายที่มันเจริญอยู่ในช่วง $3\frac{1}{2}$ วัน จากพีเอช ๓.๙๕ ไปเป็น ๕.๔๔ เมื่อใช้ปลูกด้วยน้ำ และเปลี่ยนไปเป็น ๖.๖ เมื่อใช้ปลูกด้วยทราย **Jacobson (1925)** พบว่ามีความแตกต่างกันตามชนิดของพืช โดยทำกับข้าวสาลีและข้าวเมื่อทดลองปลูกข้าวสาลีอายุ ๙๗ วัน ในสารละลาย . พบว่าพีเอชเพิ่มจาก ๓.๔ ไปเป็น ๖.๓ ใน ๑๒ ชั่วโมงแรก ความเข้มข้นของไนโตรเจนในสารละลายลดลงจาก **85 p.p.m.** ไปเป็น **24 p.p.m.** แสดงว่า การดูด **potassium** จาก **potassium nitrate** ไม่เร็วเท่า **nitrate** และมันจะไปรวมกับธาตุอื่นหลังจากแยกตัวจาก **anion** ของมัน ทำให้เกิดการฆ่าฤทธิ์ความเป็นกรดในสารละลาย ส่วนในข้าวทดลองในสารละลาย พบว่าค่าพีเอชลดจาก ๕.๐ ไปเป็น ๓.๕ ใน ๒๔ ชั่วโมงแรก แสดงว่า **cation** ในเกลือ **sulphate** ถูกดูดจากสารละลายเร็วมากกว่า **anion** จึงทำให้สารละลายเป็นกรดมากขึ้น **Hoagland (1918)** ก็เห็นด้วย แล้วเสริมว่า ทั้งข้าวและข้าวสาลีปล่อยเอาคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทางราก เป็นเหตุให้ค่าพีเอชในสารละลายลดลงด้วย

นอกจากการเปลี่ยนของพีเอชเนื่องจากการเจริญของพืชในสารละลายแล้ว อุณหภูมิห้องและการนึ่งฆ่าเชื้อยังทำให้เกิดการเปลี่ยนของพีเอชด้วย **(Vacin and Went, 1949)**

๕. การป้องกันการเปลี่ยนของพีเอช

เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์จำนวนมากคิดว่าพีเอชเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเจริญ และพืชต้องการช่วงพีเอชที่คงที่ จึงพยายามหาทางป้องกันการเปลี่ยนของพีเอช โดยวิธีต่าง ๆ กัน Burgeff (จากรายงานของ Withner, 1959) ใช้ buffering mixture หลายชนิด และพบว่า citrate นอกจากช่วยให้สารละลายมีช่วงพีเอชที่เหมาะแล้ว ยังทำหน้าที่เป็น chelating agent ช่วยป้องกันแคลเซียม และ complex salt อื่น ๆ ไม่ให้ตกตะกอน เมื่อพีเอชของสารละลายกลายเป็นด่างมากขึ้น Vacin and Went (1949) ใช้ amino acid เป็น buffer amino acid นอกจากเป็น buffer ที่ดีแล้ว ยังเป็น growth factor ด้วย Street (1973) พบว่าส่วนประกอบของสารละลายพื้น ๆ ส่วนมากเป็น buffer ในตัวเล็กน้อย และการดูดไนโตรเจนทำให้สารละลายเป็นกรด - มากขึ้น เพราะฉะนั้นต้องปรับความสมดุลย์ระหว่าง nitrate กับ ammonium เพื่อให้พีเอชคงที่ Eeuwans (1976) พบว่า การเพิ่ม nitrate ในสารละลายที่มี ammonium จะช่วยยับยั้งการลดของพีเอช และช่วยกระตุ้นการเจริญด้วย Puphan and Martin (1970) รายงานว่าส่วนผสมของ mono และ dihydrogen phosphate จะช่วยทำให้พีเอชคงที่ แต่ต้องมีขอบเขตจำกัด เนื่องจากความเข้มข้นของ phosphate ที่พอเหมาะจะให้ buffer capacity ได้ไม่เกิน ๖.๐ Ernst (1967) รายงานว่ากล้วยที่ใช้ - ผสมในวุ้นอาหารจะช่วยไม่ให้ค่าพีเอชในวุ้นอาหารต่ำลงกว่า ๓.๘ Murashige and Skoog (1962) รายงานว่าการปรับพีเอชจะปรับก่อนหรือหลังใส่วุ้นก็ได้ แล้วต้มเป็นเวลา๒ถึง๓ นาที การต้มวุ้นก่อนเป็นการป้องกันการเปลี่ยนของพีเอชระหว่างการนึ่งฆ่าเชื้อ

วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย

๑. ศึกษาความเปลี่ยนแปลงของพีเอชในวุ้นอาหารเมื่อใส่และไม่ใส่กล้วยไม้
๒. ศึกษาอิทธิพลของพีเอชเริ่มแรกที่มีต่อการเจริญของกล้วยไม้ เมื่อสัดส่วนของบางธาตุหรือชนิดของสารประกอบในสารละลายต่างกัน
๓. ศึกษาอิทธิพลของพีเอชเริ่มแรกที่มีต่อการเจริญของกล้วยไม้ เมื่อขนาด ชุดโครโมโซม และสกุลต่างกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

๑. ถ้าพีเอชเริ่มแรกมีอิทธิพลต่อการเจริญ ก็หราบจุดที่พีเอชเหมาะสมที่สุดสำหรับกล้วยไม้แต่ละขนาด ชุดโครโมโซม และสกุล

๒. ถ้าพีเอชเริ่มแรกไม่มีอิทธิพลต่อการเจริญ ต่อไปในการเตรียมอาหารก็ไม่ต้องปรับ - พีเอช ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย