บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะเม่า

มะเม่าเริ่มมีแนวโน้มที่จะเป็นผลไม้เศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งในประเทศไทย มีชื่อเรียกตามภาษาท้องถิ่นที่พบแตกต่างกันออกไป เช่น เหม้า หมากเหม้า บ่าเหม้า (ภาคเหนือ) มะเม่า ต้นเม่า หมากเม่า (ภาคกลาง) ผลนำมาทำน้ำผลไม้พร้อมดื่ม น้ำผลไม้เข้มข้น แยม และไวน์แดง ให้สีสัน และรสชาติดี ส่วนลำต้นสามารถนำมาทำเป็นเฟอร์นิเจอร์ได้ รูปผลมะเม่าแสดงดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 ลักษณะของผลมะเม่าขณะเริ่มสุก
ที่มา: ไพฑูรย์ ศรีฟ้า, (2546)

2.1.1 ลักษณะโดยทั่วไปของพืชตระกูลมะเม่า (Stilaginaceae)

มะเม่าเป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae สกุล Antidesma พืชในสกุลนี้มีประมาณ 100 ชนิด (species) โดยมีศูนย์กลางความหลากหลายทางพันธุกรรมอยู่ที่แถบมาเลเซีย ที่พบมากในประเทศไทยมีไม่ต่ำกว่า 13 ชนิด กระจัดกระจายทั่วประเทศ ได้แก่

- เม่าสร้อย : *Antidesma acidum* Retz.
- มะเม่าดง : *Antidesma bunius* Spreng.
- เม่าไข่ปลา : *Antidesma ghaesembilla* Gaertn.
- มะเม่าเขา : *Antidesma laurifolinum* Airy shaw.

- เม่าส้ม : *Antidesma leucoceadon* Hook.f.
- เม่าโปโล : *Antidesma leucopodum* Miq.
- ส้มเม่าเขา : *Antidesma martabanicum* Presl.
- ตะไคร้น้ำ : *Antidesma microphyllum* Hemsl.
- มะเม่าขน : *Antidesma montanum* Bl.
- พลองขาว : *Antidesma meurocarpum* Miq.
- มะเม่าสาย : *Antidesma sootepens* Craib.
- เม่าหลวง : *Antidesma thwaitesianum* Muell. Arg.
- มะเม่าควาย : *Antidesma volutinosum* Bl. (วินัย แสงแก้วและอร่าม คุ้มกลาง, 2543)

Hoffmann (2005) รายงานว่าพบมะเม่ากระจายอยู่ในประเทศไทย 18 ชนิด 9 สายพันธุ์ ขึ้นได้ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย พบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือแถบจังหวัดสกลนคร อุดรธานี กาฬสินธุ์ มุกดาหาร และนครพนม โดยเฉพาะในพื้นที่ติดเทือกเขาภูพาน แต่มะเม่าที่นิยมนำมาบริโภคและแปรรูปคือ มะเม่าหลวง ซึ่งพบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีลักษณะเด่นคือผลโตกว่ามะเม่าทุกพันธุ์

2.1.2 ลักษณะทางพันธุศาสตร์ที่สำคัญของมะเม่า

มะเม่าเป็นพืชที่มีประวัติยาวนานกว่า 2,500 ปี เป็นไม้ผลที่พบมากในป่าโปร่ง จัดเป็นไม้ผลขนาดกลาง ยืนต้น ไม่ผลัดใบ (evergreen tree) สูง 12-15 เมตร แตกกิ่งก้านมาก กิ่งแขนงแตกเป็นพุ่มทรงกลม ใบเป็นใบเลี้ยงเดี่ยว ด้านบนมีสีเขียวเข้ม เป็นมันวาว เรียงตัวแบบสลับ (alternate) รูปใบหอกกลับ กว้าง 2-5 ซม. ยาว 4-9 ซม.ใบหนา ปลายแหลม กิ่งก้านเป็นฝอย มีการออกดอกแบบแยกเพศต่างต้น (dioecious plant) ดอกมีขนาดเล็กจำนวนมาก ไม่มีกลีบดอกชั้นใน (apetalous) ออกดอกเป็นช่อปลายยอด ลักษณะของดอกเป็นช่อแบบ panicled spike กลีบดอกเชื่อมติดกัน (calyx) ปลายกลีบแยกเป็นแฉกหรือหยักคล้ายฟันเลื่อย 3-5 แฉก แต่จะพบน้อยที่มี 6-8 แฉก ดอกเพศผู้ (male flower) มีฐานรองรับดอกล้อมรอบรังไข่ (ovary) มีลักษณะเรียบหรือเป็นหยัก หนึ่งดอกมีเกสรเพศผู้ 2-5 เกสร ก้านชูเกสร (filament) แยกอิสระออกจากกัน และจะสอดแทรกขึ้นมาระหว่างแฉกของฐานรองรับดอกอับเรณู ปลายดอกเกสรเพศเมียแยกเป็น 2-4 แฉก ผลเป็นแบบ drupe มีขนาดเล็ก ภายใน 1 ผล ประกอบด้วย 1 เมล็ด และมีเปลือกแข็ง ผลเกิดเป็นช่อ (crowned) ผลแก่จะมียอดเกสรติดแน่นอยู่ (วินัย แสงแก้วและอร่าม คุ้มกลาง, 2543) ออกดอกในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม ลักษณะผลมะเม่าจะเป็นพวงเหมือนพริกไทยอ่อน ผลกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8-1.2 ซม. เมื่อผลยังอ่อนอยู่จะมีสีเขียว เมื่อเข้าสู่ระยะสุกผลเปลี่ยนเป็นสีแดงถึงม่วง และเป็นสีดำเมื่อสุกเต็มที่ ผลสุกจะมีรสหวานอมเปรี้ยวปนฝาด ฤดูกาลที่ออกผลได้ดีคือ ช่วงต้นเดือนกันยายนถึงปลายเดือนตุลาคม มีความทนแล้งได้ดี ขึ้นได้เองในเขตร้อนของแอฟริกา เอเชีย ออสเตรเลีย หมู่เกาะของอินโดนีเซีย เกาะต่าง ๆ ในมหาสมุทรแปซิฟิก สำหรับมะเม่า

หลวงพบมากที่ภาคอีสานและภาคตะวันออกของประเทศไทย (อนุศิษฎ์ ธำรงรัตนศิลป์, 2547) ขึ้นตามป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง และตามหัวไร่ปลายนาของทุกภาคในประเทศไทย จังหวัดกาญจนบุรีมีต้นมะเม่าเกิดขึ้นในป่าเป็นจำนวนมาก (โอภาษ บุญเส็ง, 2550)

2.1.3 คุณค่าทางโภชนาการและประโยชน์ของมะเม่า

2.1.3.1 คุณค่าทางโภชนาการ

ผลมะเม่า 100 กรัม ให้พลังงานแก่ร่างกาย 75.20 กิโลแคลอรี ประกอบด้วย โปรตีน 0.63 กรัม ใยอาหาร 0.79 กรัม คาร์โบไฮเดรต 17.96 กรัม แคลเซียม 13.30 มิลลิกรัม เหล็ก 1.44 มิลลิกรัม วิตามินซี 8.97 มิลลิกรัม วิตามินบี 1 4.50 ไมโครกรัม วิตามินบี 2 0.03 ไมโครกรัม วิตามินอี 0.38 ไมโครกรัม (โอภาษ บุษเส็ง, 2550)

2.1.3.2 ประโยชน์ทางยา

ลักษณะเด่นของมะเม่าคือ มีสารแอนโทไซยานิน ซึ่งให้สีม่วงแดง มีฤทธิ์ทำให้เส้นเลือดมีความยืดหยุ่นดี โดยเฉพาะเส้นเลือดที่ไปหล่อเลี้ยงสายตา และยังมีสมบัติเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันการแก่ชราของเซลล์ และเพิ่มภูมิคุ้มกันอีกด้วย มะเม่ายังมีสมบัติเป็นยาบำรุงหัวใจ บำรุงสายตา ป้องกันไขมันอุดตันในเส้นเลือด ช่วยในระบบการย่อยและระบบไหลเวียนเลือด ช่วยปรับความดันโลหิตให้เป็นปกติ แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ แก้อ่อนเพลีย นอกจากนั้นยังช่วยบำรุงร่างกาย และเป็นยาระบายอ่อน ๆ (อนุศิษฎ์ ธำรงรัตนศิลป์, 2547) ต้น ราก มีรสจืด แก้กษัย ขับปัสสาวะ บำรุงไต แก้มดลูกพิการ แก้ตกขาว เส้นเอ็นพิการ แก้ปวดเมื่อยตามร่างกาย แก้มดลูกอักเสบช้ำบวม ขับโลหิต และน้ำคาวปลา (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550; วุฒิ วุฒิธรรมเวช, 2540) เมื่อมีอาการฟกช้ำดำเขียวให้ใช้ใบมะเม่าอังไฟแล้วนำมาประคบจะรักษาได้ดี ใบมะเม่าสดตำรักษาแผลฝีได้ ทางเภสัชกรรมล้านนาใช้มะเม่าควายหรือเหม้าตาควายเป็นส่วนประกอบของยามะโหกเพื่อรักษาโรคกระษัย (รัตนา พรหมพิชัย, 2542) นอกจากนั้น กัมมาล กุมารและคณะ(2546) ศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อ HIV เชื้อรา เชื้อแบคทีเรียของสมุนไพรไทย 5 ชนิด คือ มะเม่า ฟ้าทะลายโจร หญ้าแห้วหมู ผักเป็ดแดง และสายน้ำผึ้ง พบว่า มะเม่าสายน้ำผึ้ง และหญ้าแห้วหมู มีศักยภาพในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันและมีฤทธิ์ต้านเชื้อ HIV ได้

2.1.3.3 ประโยชน์ทางอาหาร

รับประทานเป็นผลไม้สด เปลือกต้นหรือใบ นำไปโขลกรวมกับพริกสด น้ำปลาร้า เรียกว่า “ตำเมี่ยง” รับประทานกันในฤดูร้อนช่วยลดอาการท้องเสียได้ ชาวล้านนา นิยมนำใบและยอดอ่อนของมะเม่าควายหรือเหม้าตาควาย มะเม่าหลวงหรือเหม้าเสี้ยน ใส่แกงเห็ดเผาะ (เห็ดถอบ) และแกงเห็ดตับเต่า (เห็ดห้า) (รัตนา พรหมพิชัย, 2542)

จากสมบัติที่โดดเด่นของผลมะเม่า ไม่ว่าจะเป็นด้านรสชาติเฉพาะตัวที่อมเปรี้ยวอมหวาน มีสีสันสดใส จึงสามารถนำมาดัดแปลงทำผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย อาทิเช่น น้ำมะเม่าพร้อมดื่ม

(ready to drink juice) ไวน์ขาว และไวน์แดง (white and red table wine) น้ำมะเม่าสควอช (squash) แยม มะเม่า (jam) มะเม่ากวน (preserve) เป็นต้น

2.2 ไซรัปผลไม้ (fruit syrup) (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศ, 2548)

ไซรัปผลไม้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำน้ำผลไม้มาทำให้เข้มข้น มีลักษณะข้นหนืด มีกลิ่นรสผลไม้ สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานเนื่องจากมีความเข้มข้นของน้ำตาลสูง ไซรัปผลไม้อาจมีลักษณะขุ่นหรือใสก็ได้ แต่ต้องมีส่วนของน้ำผลไม้ไม่น้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณสารที่ละลายน้ำได้อย่างน้อย 65 เปอร์เซ็นต์ ถ้ามีน้ำตาลน้อยกว่า 68 เปอร์เซ็นต์ ต้องใช้สารเคมีช่วยในการเก็บรักษา หากต้องการดื่มเป็นเครื่องดื่มต้องทำให้เจือจางก่อน ซึ่งควรมีสารที่ละลายน้ำ 10-20 เปอร์เซ็นต์ และมีความเป็นกรด 0.5-0.6 เปอร์เซ็นต์

น้ำเชื่อมได้โดยนำน้ำตาลมาละลายน้ำ สามารถนำไปปรุงรสชาติของเครื่องดื่มและอาหารได้ น้ำเชื่อมผลไม้ที่นำมาใช้เป็นส่วนผสมในสูตรของค็อกเทลนั้น อาจจะสามารถแยกออกได้อีกตามรสชาติและที่มา คือ

- กรีนาดีน (grenadine) เป็นน้ำเชื่อมที่มีกลิ่นหอมของทับทิม เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ใช้บ่อยมากในคอกเทล
- ออจีท (orgeat) เป็นน้ำเชื่อมที่มีรสชาติแอลกอฮอล์ ซึ่งบางตำราอาจผสมเครื่องเทศหรือสมุนไพรบางชนิด
- กลิ่นมะพร้าว (coconut scent) เป็นน้ำเชื่อมที่มีรสชาติของมะพร้าว ซึ่งอาจจะได้จากการเคี่ยวกะทิผสมกับน้ำตาล และนำไปผสมคอกเทล อย่าง “Pina Colada” หรือ ผสมเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ ที่มีกะทิหรือไอศกรีมเป็นส่วนผสม
- คาสซีส (cassis) เป็นน้ำเชื่อมที่มีกลิ่นและรสชาติของลูกแบล็คเคอเรนท์ (blackcurrent)
- พีช (peach) เป็นน้ำเชื่อมที่มีกลิ่นหอมและรสชาติของลูกพีชสุก นำไปผสมในคอกเทลบางชนิดที่ต้องการเน้นกลิ่นหอมเป็นหลัก

2.3 กรีนาดีน (grenadine)

Random House Webster’s Dictionary ให้ความหมายของกรีนาดีน (grenadine) ว่าเป็นน้ำเชื่อมที่ทำจากน้ำผลทับทิม คนส่วนมากนึกว่าน้ำเชื่อมกรีนาดีนเป็นส่วนผสมหลักของ Shirley Temples ซึ่งมีบริการตามร้านเหล้าทั่วไปแต่ส่วนใหญ่กรีนาดีนจะนิยมนำมาผสมกับเครื่องดื่มทั้งที่มีแอลกอฮอล์และไม่มีแอลกอฮอล์

น้ำเชื่อมกรีนาดีน (grenadine syrup) มีชื่อเดียวกับ Grenadines ซึ่งเป็นหมู่เกาะรวม 32 เกาะในแคริเบียนตะวันออก บางคนอาจนึกว่าที่บนเกาะนี้อาจมีการปลูกทับทิมแล้วนำมาผลิตเป็นน้ำเชื่อมกรีนาดีน จึงเป็นที่มาของชื่อผลิตภัณฑ์ แต่ที่จริงแล้วจากรายงานผลผลิตทางการเกษตรของ FAO พบว่าไม่มี

ผลทับทิมอยู่ในรายการเลย น้ำเชื่อมกรีนาดีนที่ขายในปัจจุบันจะเป็นของผสมของน้ำเชื่อม กลิ่นผลไม้และสีแดง คำว่า granada เป็นภาษาสเปน แปลว่าผลทับทิม ใกล้กับหมู่เกาะ Grenadines มีเกาะหนึ่งเรียกว่า Grenada ซึ่งน่าจะมาจากคำว่า Granada แต่การที่ชื่อเพี้ยนไปอาจเนื่องมาจากภาษาฝรั่งเศสที่เรียกผลทับทิมว่า grenade ในรายการสินค้าส่งออกของเกาะ Grenada ไม่มีผลทับทิมอยู่ ซึ่งตามความจริงแล้วทับทิมก็ไม่เหมาะกับการปลูกในภูมิอากาศแบบ tropical ผลทับทิมถูกนำเข้าไปยังอเมริกาโดยชาวสเปน ซึ่งเป็นพวกแรกที่เข้าไปที่เกาะ Grenada โดยอาจจะนึกถึงรูปร่างว่าคล้ายผลทับทิม ซึ่งอาจจะเป็นผลไม้ที่นิยมนำติดเรือไประหว่างการเดินทาง ถิ่นกำเนิดที่แท้จริงของทับทิมจะอยู่บริเวณตั้งแต่ประเทศอิหร่านไปจนถึงแถบหิมาลัยทางตอนเหนือของอินเดีย ดังนั้นจะเห็นว่าหมู่เกาะ Grenadines ซึ่งชื่อพ้องกับน้ำเชื่อมกรีนาดีนนี้ไม่ใช่แหล่งผลิตทั้งผลทับทิมที่เป็นวัตถุดิบ รวมทั้งน้ำเชื่อมกรีนาดีน จึงไม่ใช่ประเทศที่เป็นต้นกำเนิดของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมกรีนาดีน (Coon, 2005)

กระบวนการผลิตกรีนาดีนจากทับทิมทำได้โดยการแยกเมล็ดออกจากผลทับทิม ผสมกับน้ำในอัตราส่วนประมาณ 2 ต่อ 1 แล้วเคี่ยวให้น้ำทับทิมออกจากเมล็ด ใช้เวลาประมาณ 5 นาที หลังจากนั้นนำมากรองผ่านตะแกรงเพื่อแยกเมล็ดออก แล้วผสมน้ำตาลเท่ากับปริมาณน้ำทับทิมที่ได้ นำไปต้มโดยใช้ไฟอ่อนเป็นเวลา 10-15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น บรรจุใส่ขวด อาจเติมสีผสมอาหารลงไปด้วยก็ได้ (Trowbridge, 2006)

2.4 องค์ประกอบที่สำคัญของกรีนาดีน

องค์ประกอบที่สำคัญของกรีนาดีน มีดังนี้

2.4.1 น้ำ

เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในเครื่องดื่ม โดยทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายและนำพาส่วนประกอบอื่น เช่น น้ำตาล สารให้สี กลิ่น รส ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ให้เกิดการผสมเป็นเนื้อเดียว จะต้องมีน้ำในปริมาณมากพอที่จะรักษาคุณภาพและสมดุลของส่วนผสม โดยน้ำที่นำมาใช้ควรมีการปรับปรุงคุณภาพก่อนเพื่อที่จะได้น้ำที่มีคุณภาพ โดยทั่วไปน้ำที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มจะต้องแน่ใจว่าปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ไม่มีสารต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของลักษณะรสชาติ และความคงตัว และต้องมีคุณภาพคงที่ สามารถปรับระดับความเป็นกรดด่างได้ตามต้องการ (ทนง ภัครัชพันธุ์, 2546)

2.4.2 สารให้ความหวาน

น้ำตาลที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปผักผลไม้อาจใช้ในรูปของน้ำเชื่อมหรือใช้เป็นส่วนผสมในองค์ประกอบในกระบวนการบรรจุกระป๋อง น้ำเชื่อมจะช่วยเพิ่มรสหวานให้ผลิตภัณฑ์ ช่วยเติมส่วน

ช่องว่างระหว่างผักผลไม้ในภาชนะบรรจุให้เต็ม ซึ่งจะเป็นการช่วยถ่ายเทความร้อนในระหว่างการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ ในกระบวนการแช่อิ่ม น้ำตาลจะช่วยในการเก็บรักษา โดยลดปริมาณ a_w ของอาหารในการทำแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด น้ำตาลจะช่วยในการเกิดเจลของเพคติน (กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์, 2535)

2.4.2.1 น้ำตาลซูโครส (sucrose) คำว่าน้ำตาลหรือน้ำตาลทรายที่ใช้กันอยู่ทั่วไปนั้นหมายถึงน้ำตาลซูโครส เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 342 ปกตินำ้ตาลบริสุทธิ์จะอยู่ในรูปของผลึกแบบ monoclinic ไม่มีสี และมีลักษณะโปร่งแสง เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความบริสุทธิ์ค่อนข้างสูง ประมาณ 99.99 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถ้าน้ำตาลผ่านกระบวนการผลิตที่ถูกต้องทุกขั้นตอนจะไม่มีส่วนผสมของวิตามินและแร่ธาตุปะปนมาเลย น้ำตาลทรายเป็น นอนรีดิวซิ่ง ชูการ์ (non reducing sugar) ประกอบด้วยกลูโคสและฟรักโตสในสภาวะที่เป็นกลาง ปกติเมื่อพืชสังเคราะห์แสงจะสร้างแป้งเพื่อเก็บไว้เป็นอาหาร แต่พืชบางชนิดสามารถสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสได้ปริมาณสูงและเก็บไว้ในลำต้นหรือหัวได้ โดยเฉพาะอ้อย (*Saccharum officnarum*) หรือบีท (*Beta vulgaris*) เมื่อนำพืชประเภทนี้มาสกัดด้วยน้ำ น้ำตาลจะละลายออกมา หลังจากสกัดแยกสิ่งแปลกปลอมออก ก็สามารถตกผลึกน้ำตาลออกมาได้ น้ำตาลจัดได้ว่าเป็นวัตถุดิบที่สำคัญและนิยมใช้กันมากที่สุดในอุตสาหกรรมอาหาร นอกจากจะเป็นสารให้ความหวานแล้ว ยังมีหน้าที่อื่น ๆ อีกมากที่หาสารอื่นทดแทนไม่ได้ ทั้งนี้เพราะน้ำตาลมีสมบัติเด่นหลายประการ เช่น ความหนืด ความมันเงา เป็นต้น ซึ่งจะมีผลทำให้คุณภาพของอาหารเปลี่ยนแปลงไป เช่น ช่วยเพิ่มความหนืด ช่วยเปลี่ยนแปลงของแรงดันออสโมติก รวมทั้งน้ำตาลยังมีส่วนในการก่อให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในเครื่องดื่มได้อีกด้วย ในประเทศไทยมีการใช้น้ำตาลในอุตสาหกรรมอาหารและยา โดยกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องดื่มเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้มากที่สุด (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2538)

2.4.2.2 น้ำตาลกลูโคส (glucose) รู้จักกันในชื่อ D-glucose มีสูตรเคมีคือ $C_6H_{12}O_6$ เป็นน้ำตาลประเภทน้ำตาลชั้นเดียว โครงสร้างโมเลกุลตามธรรมชาติจะอยู่ในรูปที่เรียกว่า เด็กซ์โตรส (dextrose) และพบว่าเป็นหน่วย (unit) เล็กของแป้ง เซลลูโลส (cellulose) และไกลโคเจน (glycogen) (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2538) มีความสำคัญที่สุดในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตด้วยกัน เซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดใช้กลูโคสเป็นแหล่งพลังงานและสารเผาผลาญขั้นกลาง (metabolic intermediate) กลูโคสเป็นหนึ่งในผลผลิตหลักของการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) และเป็นแหล่งพลังงานสำหรับการหายใจของเซลล์ (cellular respiration) น้ำเชื่อมกลูโคส (glucose syrup) สามารถผลิตเป็นการค้าได้โดยการไฮโดรไลซิสแป้งด้วยกรด เอ็นไซม์ หรือใช้กรดร่วมกับเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยา ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นส่วนผสมของเด็กซ์ตริน (dextrin) มอลโตส (maltose) และกลูโคส สัดส่วนขององค์ประกอบแต่ละชนิดจะขึ้นกับวิธีและสภาวะที่ใช้ไฮโดรไลซ์ มีพืชหลายชนิดที่สามารถใช้เป็นแหล่งของแป้งได้ เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวสาลี มันเทศ มันสำปะหลัง (cassava) เท้ายายม่อม (arrowroot) และสาคู การใช้แป้งจากพืช

จะแตกต่างกันไปตามส่วนต่าง ๆ ของโลก ในประเทศแถบเอเชียอย่างประเทศไทยจะใช้วัตถุดิบเป็นข้าว เช่น แป้งข้าวเจ้า และแป้งข้าวเหนียว แต่ในสหรัฐอเมริกาแป้งส่วนใหญ่จะเป็นแป้งข้าวโพด ดังนั้นจึงเรียกว่าน้ำเชื่อมข้าวโพด (corn syrup) ในประเทศไทยรู้จักในชื่อแบะแซ น้ำเชื่อมกลูโคสจะมีความหวานน้อยกว่าน้ำตาลทรายมาก นิยมใช้ร่วมกับน้ำตาลทรายในการผลิตแยม เยลลี่ มาร์มาเลด แช่อิ่ม หรืออาจใช้ทดแทนน้ำตาลทรายในบางส่วนในการเตรียมน้ำเชื่อม

2.4.2.3 น้ำตาลฟรักโตส (fructose) รู้จักกันในชื่อ D-fructose เป็นน้ำตาลชั้นเดียว (monosaccharide) มีสูตรเคมีคือ $C_6H_{12}O_6$ เหมือนกับกลูโคสแต่ต่างกันที่โครงสร้าง ฟรักโตสมีน้ำหนักโมเลกุล 180.16 และมีค่า specific rotation เท่ากับ -92.3 องศาบริกซ์ เนื่องจากค่านี้เป็นค่าลบ บางครั้งจึงเรียกน้ำตาลฟรักโตสว่าเป็น เลวูลโลส (laevulose) (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2538) ฟรักโตสมีมากในน้ำผึ้งและผลไม้ต่าง ๆ เช่น เบอร์รี เมลอน ฯลฯ ซึ่งโดยปกติจะอยู่ร่วมกับซูโครสและกลูโคส ฟรักโตสได้มาจากการย่อยสลายซูโครส ซึ่งเป็นน้ำตาลชั้นเดียว ที่ประกอบด้วยกลูโคสและฟรักโตส ข้อดีของฟรักโตสคือจะให้แคลอรี่เท่ากับกลูโคสแต่จะมีความหวานเป็น 1.5 เท่าของกลูโคส เพราะฉะนั้นจึงสามารถใช้ในปริมาณที่น้อยกว่า ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารนั้นมีจำนวนแคลอรี่น้อยกว่า นอกจากนั้นยังพบว่าการดูดซึมฟรักโตสของร่างกายจะช้ากว่าน้ำตาลกลูโคสและซูโครส ฟรักโตสไม่มีสมบัติในการกระตุ้นอินซูลิน (ศิวาพร ศิวเวชช, 2546)

ความสำคัญของน้ำตาลในอาหารและเครื่องดื่ม รวมถึงคุณภาพของอาหารขึ้นอยู่กับความหวานเป็นปัจจัยสำคัญ การใช้น้ำตาลต่างชนิดหรือผสมกันหลายชนิดทำให้การยอมรับแตกต่างกันไป ทั้งนี้เพราะน้ำตาลไม่ได้ให้แค่ความหวานอย่างเดียว แต่ยังให้ความหนืด ในระบบของอาหารนั้นพบว่าน้ำตาลที่เติมลงไปอาจทำปฏิกิริยากับสารเคมีอื่นในอาหาร แล้วช่วยให้ผลิตภัณฑ์นั้นได้รับการยอมรับในเรื่องรสหวาน ความหนืด และกลิ่นรสอีกด้วย

สารให้ความหวานที่ไม่มีคุณค่าทางอาหารเป็นสารที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารดังกล่าวไม่ใช่น้ำตาล คือเมื่อย่อยแล้วไม่ได้กลูโคส แต่สามารถนำมาใช้แทนน้ำตาลกันมาก เช่น แอสปาแทม แซคคารีน และ ไซคลาเมท เป็นต้น

2.4.3 กรด

เป็นส่วนประกอบสำคัญ หน้าที่ของกรดในเครื่องดื่มคือ ให้รสเปรี้ยว กระตุ้นให้เกิดความพอใจในการรับรส ช่วยระงับความกระหาย โดยจะไปกระตุ้นต่อมน้ำลายให้ทำงาน ช่วยเพิ่มความหวานของน้ำตาล และสามารถช่วยถนอมรักษาเครื่องดื่ม

การใช้กรดในเครื่องดื่มค่อนข้างสะดวกและมีปริมาณการใช้ไม่มาก โดยปริมาณกรดของเครื่องดื่มขึ้นอยู่กับระดับความชอบของรสชาติ ซึ่งต้องอาศัยผู้ทดสอบที่มีประสบการณ์ หรืออาจใช้การตรวจสอบทางเคมีก็ได้ ระดับความเปรี้ยวของกรดจะแตกต่างกันไปตามความเข้มข้นและชนิดของกรดที่ใช้ กรดที่สำคัญและนิยมใช้ได้แก่

2.4.3.1 กรดแอสคอร์บิก หรือวิตามินซี เป็นกรดที่ทำหน้าที่ป้องกันและระงับการเกิดออกซิเดชัน ดังนั้นจึงมีส่วนช่วยให้กลิ่นรสของเครื่องดื่มคงตัวอยู่ได้นาน โดยปกติสารที่ให้กลิ่นรสในเครื่องดื่มจะเป็นพวกอัลดีไฮด์ (aldehyde) คีโตน (ketone) และคีโตนเอสเทอร์ (ketone ester) ซึ่งสารพวกนี้สามารถถูกออกซิไดซ์ได้ง่ายหากไม่มีกรดแอสคอร์บิก และสามารถสูญหายได้ในระหว่างเก็บรักษา เมื่อเติมกรดแอสคอร์บิกลงไป กรดนี้จะถูกออกซิไดซ์และสูญเสียไปแทน ทำให้กลิ่นรสของเครื่องดื่มยังคงอยู่ ดังนั้นการสูญเสียกรดแอสคอร์บิกในเครื่องดื่มจึงขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจนที่หลงเหลืออยู่ตามทฤษฎี ออกซิเจน 1 มิลลิลิตรจะออกซิไดซ์กรดแอสคอร์บิก 15.7 มิลลิลิตร การเติมกรดแอสคอร์บิกมักจะเติมก่อนการพาสเจอไรซ์ หรือก่อนการบรรจุร้อนแล้วทำให้เย็นลงโดยเร็ว กรดแอสคอร์บิกคงตัวที่สุดที่สภาพเป็นกรด ในการผลิตถ้าหากมีการไล่อากาศออกหมด และรักษาระดับของเหล็กและทองแดงให้น้อยที่สุดก็สามารถรักษาปริมาณกรดแอสคอร์บิกและรสชาติไว้ได้ดี อย่างไรก็ตามแม้ว่ากรดแอสคอร์บิกจะช่วยในด้านคุณค่าทางโภชนาการ แต่กรดนี้ไม่ได้ช่วยในการเสริมสี กลิ่น และรสของเครื่องดื่ม

2.4.3.2 กรดซิตริก นิยมใช้กันมากในเครื่องดื่ม สามารถรวมตัวและผสมได้ดีกับกลิ่นรสผลไม้แทบทุกชนิด ในทางการค้า กรดซิตริกผลิตจากมะนาวและสับปะรด หรือการหมักจากเชื้อรา ซึ่งจะมีลักษณะเป็นผลึกหรือผงที่ละลายน้ำได้ มีการนำกรดซิตริกมาใช้ในอาหารและเครื่องดื่มก็เพราะต้องการคุณสมบัติของความเป็นกรด

2.4.3.3 กรดฟอสฟอริก เป็นกรดที่นิยมใช้กันมากในเครื่องดื่มประเภทโคลา โดยจะช่วยเพิ่มกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ กรดชนิดนี้สามารถละลายน้ำได้ทุกอัตราส่วน สามารถกัดกร่อนภาชนะที่ทำด้วยโลหะ ถ้าถูกผิวหนังจะไหม้ แต่ไม่มีการระเหยจึงไม่เป็นอันตรายต่อนัยน์ตา ยกเว้นจะสัมผัสกับกรดโดยตรง

2.4.3.4 กรดทาร์ทาริก นิยมใช้กันมากในอดีต และใช้มากกว่ากรดซิตริก แต่ปัจจุบันปริมาณการใช้ลดลง ยกเว้นจะใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ทำจากองุ่นและเครื่องดื่มที่มีกลิ่นรสของมะขาม

การเลือกใช้กรดในเครื่องดื่มต้องพิจารณาถึง ชนิด ปริมาณ และสมบัติของกรดให้เหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ นิยมใช้กรดหลายชนิดร่วมกัน (ทนง ภัครัชพันธุ์, 2546)

2.4.4 สี

เป็นปัจจัยที่เพิ่มความดึงดูดแก่ผู้บริโภค ดังนั้นผู้ผลิตควรใช้สีที่ถูกต้องและตามความต้องการของผู้บริโภค สีที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ สีธรรมชาติ เช่น แคโรทีนอยด์ คลอโรฟิลล์ เป็นต้น สีเทียม เช่น สีน้ำตาลไหม้ (คาราเมล) จากน้ำตาล ซึ่งแตกต่างไปจากสีสังเคราะห์ และสีสังเคราะห์ คือสีที่ได้จากการสังเคราะห์โดยตรง

ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มชนิดไม่มีแอลกอฮอล์ พบว่าสีสังเคราะห์และสีเทียมเข้ามามีบทบาทมาก ส่วนสีธรรมชาตินั้นใช้กันมากในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มทั่วไป เพราะเป็นสีที่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย

คือไม่มีความคงตัว ซึ่งทำให้ยากต่อการควบคุมทั้งในกรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มและระหว่างการเก็บและจำหน่าย ขณะที่สีสังเคราะห์และสีเทียมสามารถใช้ในปริมาณน้อย ให้สีคงทน สดใสกว่าสีธรรมชาติ สีสังเคราะห์ต้องเป็นสีชนิดที่กฎหมายอนุญาตให้ใช้ ผ่านการทดสอบแล้วว่ามีโทษต่อผู้บริโภคน้อย เช่น Brillian Blue FCF, Fast Green FCF, Sunset Yellow FCF เป็นต้น (ทนง ภัครัชพันธุ์, 2546)

2.4.5 น้ำผลไม้

ผลไม้ที่สามารถนำมาผลิตน้ำผลไม้ได้นั้นมีหลายชนิด เมื่อคั้นน้ำจะให้น้ำผลไม้มีลักษณะสีสันและรสชาติต่างกันไป ลักษณะตามธรรมชาติของน้ำผลไม้เมื่อคั้นออกมาใหม่ ๆ เกือบทุกชนิดจะมีลักษณะขุ่น อาจมีเนื้อของผลไม้ชนิดปะปนอยู่ แต่ในด้านของผู้บริโภคนั้น สำหรับน้ำผลไม้แต่ละชนิดจะนิยมให้มีลักษณะต่างไป อาจแบ่งน้ำผลไม้ตามความต้องการของผู้บริโภคโดยดูจากลักษณะปรากฏออกเป็นกลุ่มได้ คือ

1. น้ำผลไม้ชนิดใส (clear clarified juices) น้ำผลไม้ในกลุ่มนี้มีลักษณะใส ไม่มีเศษเนื้อของผลไม้ปะปน เช่น น้ำองุ่น น้ำแอปเปิ้ล

2. น้ำผลไม้ขุ่นเล็กน้อย (light cloud juices) น้ำผลไม้ในกลุ่มนี้จะมีลักษณะขุ่นขึ้นเล็กน้อย ไม่ใสเหมือนกลุ่มแรก เช่น น้ำสับปะรด น้ำฝรั่ง

3. น้ำผลไม้ขุ่นมาก (heavy cloud juices) น้ำผลไม้กลุ่มนี้จะมีความขุ่นมากขึ้น และอาจชิ้นส่วนของเนื้อผลไม้ลอยปะปนอยู่ด้วย เช่น น้ำส้ม น้ำเกรพฟรุท

4. น้ำผลไม้ชนิดข้น (pulpy juice) เป็นน้าผลไม้ที่มีลักษณะข้น มีความหนืดมากกว่าน้ำผลไม้ 3 กลุ่มแรก ที่สำคัญ คือ น้ำมะเขือเทศ (กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์, 2535)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เสกสรร วงศ์ศิริ (2546) ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อของน้ำมะเม่า 25 เปอร์เซ็นต์ และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา รวมทั้งผลของวิตามินซีต่อคุณภาพของน้ำมะเม่า 25 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษา เมื่อนำน้ำคั้นที่ได้จากผลมะเม่ามาผลิตเป็นน้ำมะเม่า 25 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อน้ำมะเม่าคือ 85 องศาเซลเซียส 10 นาที หลังจากบรรจุน้ำมะเม่าที่ได้ในขวดแก้วใสขนาด 300 มิลลิลิตรช่องว่างเหนืออาหาร head space 10 มิลลิลิตร ปิดด้วยฝาจีบ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา พบว่าการสลายตัวของแอนโทไซยานินในน้ำมะเม่าเป็นแบบ first order โดยมีค่าคงที่ของการสลายตัว (k) เท่ากับ 8.80×10^{-3} ต่อวัน ค่าครึ่งชีวิตของแอนโทไซยานิน

เท่ากับ 79 วัน ในระหว่างการเก็บรักษาตรวจไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และได้รับความชอบในด้านสีแดงและสีโดยรวมอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง เมื่อศึกษาผลของวิตามินซีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมะเม่าในระหว่างการเก็บรักษา โดยเติมวิตามินซีลงไปให้มีปริมาณคงเหลือหลังการพาสเจอไรส์ 0 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ daily intake ต่อขวด บรรจุน้ำมะเม่าในขวดแก้วสีชาขนาด 190 มิลลิลิตรช่องว่างเหนืออาหาร head space 4.5 มิลลิลิตร ปิดด้วยฝาพลาสติก 2 ชั้น แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าวิตามินซีที่เติมไม่มีผลต่อคุณภาพของน้ำมะเม่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การสลายตัวของแอนโทไซยานินในน้ำมะเม่าทุกตัวอย่างเป็นแบบ first order ซึ่งมีค่า k เท่ากับ 8.00×10^{-3}, 8.20×10^{-3}, 9.30×10^{-3}, 1.02×10^{-2} และ 1.09×10^{-2} ต่อวัน และมีค่าครึ่งชีวิตของแอนโทไซยานิน เท่ากับ 86, 84, 74, 68 และ 63 วันตามลำดับ เมื่อนำน้ำมะเม่าดังกล่าวไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าได้รับความชอบต่อสีแดงและสีโดยรวมอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลางตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทุกตัวอย่าง

จากการทดลองผลิตสควอชจากมะเม่า ณัฐพงศ์ เวฬุวันวัฒนาและภาสกร ทับวัง (2548) พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการทำสควอชมะเม่าคือ ใช้น้ำมะเม่าที่มีอัตราส่วน น้ำต่อมะเม่า 1:1 ปรับให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 45 องศาบริกซ์ ปริมาณกรด 1.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักทั้งหมด ส่วนปริมาณเพคตินคือ 1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักทั้งหมด

จากการทดลองศึกษาการผลิตภัณฑ์ท็อปปิ้งมะเม่า ปวริส แสงเขียวและคณะ (2548) พบว่าสัดส่วนในการสกัดคือมะเม่า:น้ำ เป็น 1:2 และใช้อัตราส่วนน้ำตาลต่อแบะแซ 1:4 ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด ผลิตภัณฑ์ท็อปปิ้งมะเม่ามีส่วนผสมดังนี้ น้ำมะเม่าซึ่งสกัดโดยใช้อัตราส่วน1:2 (มะเม่า:น้ำ) 50 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 10 เปอร์เซ็นต์ และแบะแซ 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์สมบัติของท็อปปิ้งมะเม่าได้ค่าดังนี้คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมด 75 องศาบริกซ์ ความเป็นกรดด่าง 3.53 ปริมาณกรด 0.29 เปอร์เซ็นต์ ค่าสี L =18.22, a = 7.11, b= -1.22 และความหนืด 1670.67 cPs

ศุภชัย ภูลายดอกและอรนุช ศรีหามาลา (2548) ศึกษาความแก่อ่อนของมะเม่าที่มีผลต่อคุณภาพของแยมมะเม่า คือ มะเม่าสุก มะเม่าแก่ และมะเม่าดิบ พบว่าผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี แยมมะเม่าสุก แยมมะเม่าแก่ และแยมมะเม่าดิบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม แยมมะเม่าสุกและแยมมะเม่าดิบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ปริมาณกรดทั้งหมดและลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เรียงจากแยมมะเม่าสุก แยมมะเม่าแก่ และแยมมะเม่าดิบ ตามลำดับ

สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรสกลนคร (2549) ได้สรุปวิธีแปรรูปน้ำมะเม่า โดยน้ำมะเม่าเข้มข้นซึ่งมีส่วนผสมคือ น้ำมะเม่าแท้ (ใช้มะเม่าดำ:มะเม่าแดง ในอัตราส่วน 1:1) 3 กิโลกรัม กรดซิตริก 60 กรัม น้ำตาลทราย 4.5 กิโลกรัม น้ำ 4 กิโลกรัม วิธีการผลิตคือ ผสมน้ำกับน้ำตาลทรายพอน้ำตาลทรายละลายยกลงกรอง ใส่น้ำมะเม่าแท้ผสมให้เข้ากัน ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 82 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที บรรจุขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปิดฝาให้สนิทแล้วทำให้เย็น