ห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมการผลิตกรดอะมิโน

1. การศึกษาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกรดอะมิโน

กรดอะมิโน (Amino acid) เป็นโมเลกุลหน่วยเล็ก ๆ (Monomer) เกิดจากปฏิกิริยาการสลายพันธะ (Hydrolysis) ของพอลิเปปไทด์ (Polypeptide) ได้เป็นกรดอะมิโน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า กรดอะมิโนหลายโมเลกุลสามารถจับกันเป็นสายยาวด้วยพันธะเปปไทด์ (Peptide bond) และเมื่อพอลิเปปไทด์เกิดการเกี่ยวพันกันหรือรวมตัวกันเป็นจำนวนมากจะเรียกว่า โปรตีน ที่เปรียบเสมือนเป็น Biopolymer แสดงให้เห็นว่าชนิดของกรดอะมิโน จะส่งผลให้โปรตีนมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลำดับของกรดอะมิโนที่เป็นหน่วยโครงสร้างการจับกันของอะตอมภายในสายพอลิเปปไทด์ และการขดพับของสายพอลิเปปไทด์ เป็นต้น สำหรับกรดอะมิโนแต่ละโมเลกุลจะประกอบด้วยธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก 4 ธาตุ ด้วยกัน ได้แก่ ไฮโดรเจน ออกซิเจน คาร์บอน และ ไนโตรเจน นอกจากนี้ กรดอะมิโนบางชนิดยังมีกำมะถันและฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบ

โดยทั่วไปการจำแนกกรดอะมิโนตามความสำคัญทางชีวภาพ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ

1. กรดอะมิโนจำเป็น (Essential amino acid) เป็นกรดอะมิโนที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของ ร่างกายมนุษย์และช่วยป้องกันการเกิดโรค ซึ่งกรดอะมิโนชนิดนี้ จะได้รับจากการรับประทานอาหารประเภทต่าง ๆ เนื่องจากร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์เองได้หรือสังเคราะห์ได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย โดยผลกระทบที่เกิดจากการขาดกรดอะมิโนจำเป็นคือ อาจก่อให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตของร่างกายและ ทำให้เกิดความบกพร่องอย่างต่อเนื่องหรืออาจทำให้สัตว์ขนาดเล็กตายได้ กรดอะมิโนจำเป็น มีหลายชนิด ได้แก่ ไอโซลิวซีน (Isoleucine) ไลซีน (Lysine) ทรีโอนีน (Threonine) วาลีน (Valine) เมทิโอนีน (Methionine) เฟนิลอะลานีน (Phenylalanine) ลิวซีน (Leucine) เทรโอนีน (Threonine) และทริปโทเฟน (Tryptophan) พบได้ในอาหารจำพวกเนื้อ นม ชีส แครอท และมะพร้าว สำหรับในเด็กทารกต้องการกรดอะมิโนจำเป็นเพิ่มอีก 1 ชนิด คือ ฮิสติดีน (Histidine)

2. กรดอะมิโนไม่จำเป็น (non-essential amino acid) เป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายสังเคราะห์ขึ้นเองได้ และมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ไม่จำเป็นต้องได้รับจากการรับประทานอาหาร โดยส่วนใหญ่แล้วกรดอะมิโนชนิดนี้ สามารถสังเคราะห์ได้จากสารประกอบไนโตรเจน หรือจากกรดอะมิโนจำเป็นหรือจากไขมัน คาร์โบไฮเดรต เป็นต้น กรดอะมิโนไม่จำเป็น มีหลายชนิด ได้แก่ ไกลซีน (Glycine) ไทโรซีน (Tyrosine) อาร์จีนีน (Arginine) กลูตามีน (Glutamine) แอสพาราจีน (Asparagine) และโพรลีน (Proline) เป็นต้น

ปัจจุบันมีหลายประเทศทั่วโลกรวมถึงประเทศไทย เป็นฐานการผลิตกรดอะมิโนที่สำคัญ โดยมีผู้ประกอบรายใหญ่ที่เป็นผู้ผลิตและจำหน่ายกรดอะมิโนดังแสดงใน***ตารางที่ 1***

ตารางที่ 1 ผู้ประกอบการผลิตและจำหน่ายกรดอะมิโนทั้งในและต่างประเทศ

ตัวอย่างบริษัทผู้ผลิต Amino acid ภายในต่างประเทศ	AJINOMOTO, ADM, Cargill, GLOBAL Bio-Chem
ตัวอย่างบริษัทผู้ผลิต Amino acid ภายในประเทศ	Aji AJINOMOTO, Otsuka, JBF, บริษัท ตรามหาภาพ้า การเกษตร จำกัด, บริษัท ซุปเปอร์นามโนอะโกรเทค จำกัด
ตัวอย่างบริษัทผู้จัดจำหน่าย Amino acid ภายในประเทศ	GAMMACO, บริษัท ซุปเปอร์นามโนอะโกรเทค จำกัด, Aji AJINOMOTO, Otsuka, JBF, บริษัท ตรามหาภาพ้า การเกษตร จำกัด

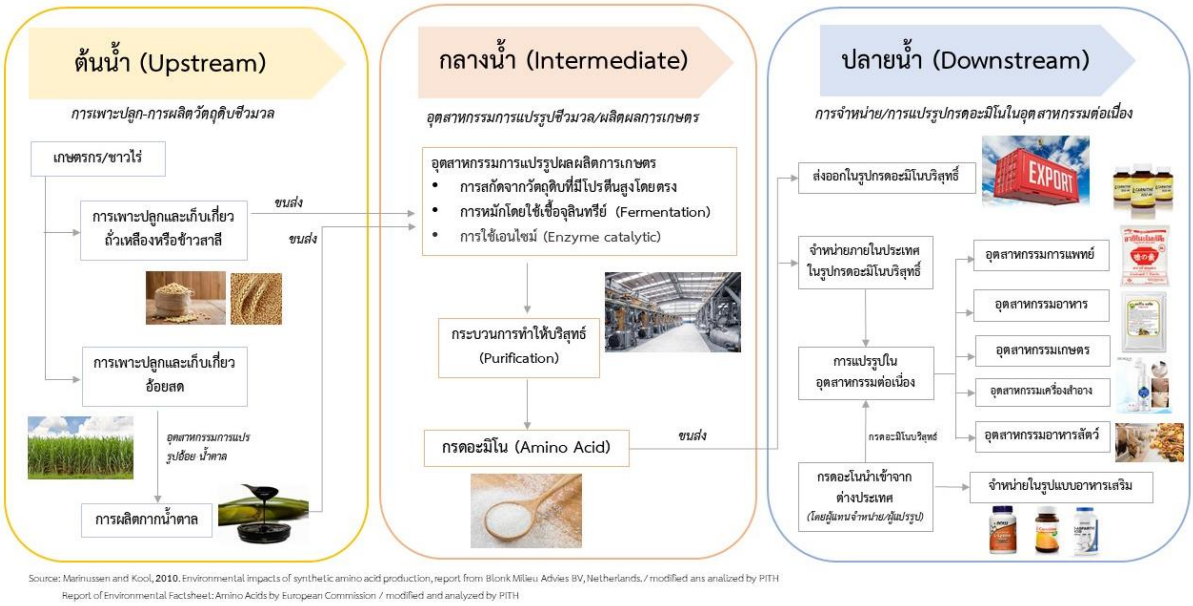
ที่มา: โครงการเพิ่มศักยภาพฐานข้อมูลอุตสาหกรรมฐานชีวภาพ

สำหรับการผลิตกรดอะมิโน สามารถผลิตได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของชีวมวลหรือวัตถุดิบตั้งต้นที่ใช้ในการผลิต ซึ่งกรดอะมิโนส่วนมากสังเคราะห์จากสารประกอบอินทรีย์ของสิ่งมีชีวิต โดยมากจะเป็นการสังเคราะห์จากปฏิกิริยา Transamination (Transamination Reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยา Catabolism ของกรดอะมิโนซึ่งเกิดขึ้นโดยจุลินทรีย์ โดยปฏิกิริยาดังกล่าว เป็นปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์ transferase หรือ transaminase เป็นตัวเร่งให้เกิดการขนส่งหมู่อะมิโนจากกรดอะมิโนไปยัง keto acid แล้วทำให้ได้ keto acid กับกรดอะมิโนชนิดใหม่เกิดขึ้น โดยปัจจุบัน ในการผลิตกรดอะมิโนสามารถทำได้หลายวิธี อาทิ การสกัด (Extraction) การหมักด้วยจุลินทรีย์ (Fermentation) การใช้ปฏิกิริยาทางเคมี (Chemical Reaction) หรือการใช้เอนไซม์ (Enzyme catalytic process) เป็นต้น ทั้งนี้ จะได้กล่าวถึงรายละเอียดกระบวนการผลิตในส่วนของการศึกษาห่วงโซ่อุปทานต่อไป

2. การศึกษาและวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานขออุตสาหกรรมงการผลิตกรดอะมิโน

จากการศึกษาและรวมข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบ กระบวนการผลิต และรูปแบบการใช้งานของกรดอะมิโน ข้างต้น จะเห็นได้ว่า กรดอะมิโน เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนทางทางชีวภาพ และต้องอาศัยกระบวนการทางชีวภาพ (Bioprocess) และเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาใช้ในการผลิต และแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรให้กลายเป็นกรดอะมิโนเป้าหมาย ซึ่งกรดอะมิโน จัดเป็นผลิตภัณฑ์ชีวภาพมีความเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องจำนวนมาก โดยจากข้อมูลทั้งหมด สามารถวิเคราะห์เป็นแผนภาพห่วงโซ่อุปทานของการผลิตกรดอะมิโนได้ดัง***รูปที่ 1***

รูปที่ 1 ห่วงโซ่อุปทานของกรดอะมิโน (Amino acid Supply Chain)



Source: Marinussen and Kool, 2010. Environmental impacts of synthetic amino acid production, report from Blonk Milieu Advies BV, Netherlands. / modified ans analized by PITH
Report of Environmental Factsheet: Amino Acids by European Commission / modified and analyzed by PITH

จากข้อมูลห่วงโซ่อุปทานของกรดอะมิโน ดังแสดงใน***รูปที่ 1*** จะเห็นได้ว่า อุตสาหกรรมการผลิตกรดอะมิโนแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ อุตสาหกรรมต้นน้ำ (Upstream) อุตสาหกรรมกลางน้ำ (Intermediate) และอุตสาหกรรมปลายน้ำ (Downstream) โดยแต่ละในส่วนมีองค์ประกอบและความสำคัญดังนี้

อุตสาหกรรมต้นน้ำ (Upstream) เป็นการเพาะปลูกและผลิตผลิตผลทางการเกษตร ซึ่งจะถูกนำมาใช้เป็นชีวมวลหรือวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์กรดอะมิโน ซึ่งในส่วนนี้จะมีความคล้ายคลึงกับการผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพอื่น ๆ โดยทั่วไป ซึ่งการเพาะปลูก ในส่วนนี้ จะรวมถึงขั้นตอนของการศึกษาและปรับปรุงพันธุ์พืชให้ได้รูปแบบของผลผลิตที่มีคุณภาพ ให้ผลผลิต (yield) ในการผลิตกรดอะมิโนสูง ซึ่งโดยส่วนใหญ่ พืชเศรษฐกิจที่นิยมนำมาใช้ในการผลิตกรดอะมิโน ได้แก่ พืชตระกูลถั่วเหลือง และข้าวสาลี นอกจากนี้ ยังมีการนำกากน้ำตาลจากการผลิตอ้อย มีใช้เป็นองค์ประกอบร่วมในการผลิตกรดอะมิโนด้วยเช่นกัน

อุตสาหกรรมกลางน้ำ (Intermediate) เป็นอุตสาหกรรมในการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรให้เป็นกรดอะมิโนบริสุทธ์ โดยในส่วนนี้มีเทคโนโลนีที่เกี่ยวข้องจำนวนมากขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและรูปแบบของวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิต อาทิ

- **การสังเคราะห์โดยวิธีทางเคมี (Chemical synthesis)** เป็นกระบวนการสังเคราะห์กรดอะมิโนที่มีโครงสร้างแบบไม่สมมาตรโดยกระบวนการทางเคมี เช่น การผลิต ดีแอล เมทไทโอนีน และไกลซีน แต่ไม่เป็นที่นิยมมากนัก เนื่องจากกระบวนการที่ใช้ค่อนข้างรุนแรง มีทั้งการใช้อุณหภูมิ และความดันสูง ซึ่งทำให้**กรดอะมิโน**เสียสภาพได้ ซึ่งปัจจุบันการสังเคราะห์ใช้ปฏิกิริยาทางเคมีเพื่อสร้างกรดอะมิโนและใช้กันอย่างแพร่หลายในการพัฒนาวิธีการสร้างกรดอะมิโนในยุคแรก ๆ ปัญหาในการสังเคราะห์

คือปฏิกิริยาเคมีทำให้กรดแอล - และดี - อะมิโนมีปริมาณเท่ากัน ดังนั้น กรดอะมิโนชนิด D-form ที่ถูกสร้างขึ้นจะต้องถูกทำให้เป็นกรดแอลอะมิโน วิธีการที่มีค่าใช้จ่ายสูงกว่านี้จึงต้องใช้ขั้นตอนและอุปกรณ์ในการประมวลผลเพิ่มเติม ทำให้กระบวนการดังกล่าวเริ่มไม่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน

- **การสกัด (Extraction)** โดยจะเป็นการสกัดกรดอะมิโนโดยตรงจากวัตถุดิบตั้งต้น หรือการสลายโปรตีนจากวัตถุดิบตั้งต้น ซึ่งวัตถุดิบตั้งต้นดังกล่าวจะต้องเป็นวัตถุดิบที่มีการสะสมโปรตีนหรือกรดอะมิโนเป้าหมาย ซึ่งการสกัดจะอาศัยการทำงานของตัวทำละลาย (solvent) หรือสารเคมีที่เกี่ยวข้อง ที่มีความเหมาะสมกับกรดอะมิโนแต่ละชนิด แต่อย่างไรก็ตาม กระบวนการสกัดอาจมีข้อจำกัดบางประการ เช่น การใช้ตัวทำละลายในปริมาณมากเมื่อเทียบกับวิธีอื่นซึ่งอาจจะทำให้เกิดความสิ้นปลืองและตัวทำละลายบางประเภทอาจมีความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม กำจัดได้ยาก นอกจากนี้ การสกัดอาจจะได้สารผสมที่มีสารอื่นเจือปนค่อนข้างมาก ดังนั้น จึงต้องอาศัยกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ (Purification) ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามปริมาณกรดอะมิโนในโปรตีนตั้งต้น (Protein substrate) จะเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณกรดอะมิโนที่สร้างขึ้น
- **การหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ (Fermentation)** เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมในอุตสาหกรรมชีวภาพมาอย่างยาวนาน โดยการหมักเป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของวัตถุดิบตั้งต้น (Raw material) หรือชีวมวล (Biomass) ให้เป็นผลิตภัณฑ์เป้าหมายหรือกรดอะมิโนเป้าหมาย โดยใช้เอนไซม์ของจุลินทรีย์ โดยวิธีการหมักด้วยจุลินทรีย์ดังกล่าว ต้องอาศัยองค์ความรู้เฉพาะด้าน อาทิ การเพาะเลี้ยงเชื้อและการควบคุมระบบ รวมถึงสภาวะแวดล้อม (Condition) ให้มีความเหมาะสมกับการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (โดยทั่วไปจะเป็นแบคทีเรียโปรไบโอติก) และการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ ซึ่งสัดส่วนผลได้ที่เกิดขึ้นนั้น ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสภาวะแวดล้อมดังกล่าว รวมถึงชนิดของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิต สำหรับขั้นตอนการเตรียมการหมัก ส่วนผสมการหมัก เช่น กากน้ำตาล จะถูกเพิ่มลงในอาหารที่เพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ ซึ่งจะช่วยให้จุลินทรีย์เพิ่มจำนวนและสร้างกรดอะมิโน จุลินทรีย์มีเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาในการสลายและสังเคราะห์สารใหม่กระบวนการหมักเป็นชุดของปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ประมาณ 10 ถึง 30 ชนิด เมื่อได้ผลผลิตแล้วก็จะต้องมีการนำไปคัดแยกจุลินทรย์รวมถึงของผสมอื่น ๆ ที่เป็นผลิตภัณฑ์ข้างเคียง (By product) ออก เพื่อให้ได้กรดอะมิโนบริสุทธ์ (Purified amino acid) ที่ต้องการ สำหรับข้อดีที่สำคัญของการหมัก คือ ทำให้สามารถสร้างกรดอะมิโนได้ในปริมาณมากโดยมีต้นทุนที่ต่ำและมีสิ่งอำนวยความสะดวกค่อนข้างน้อย
- **การใช้เอนไซม์ (Enzyme catalytic**) วิธีนี้เป็นการผลิตกรดอะมิโนทางชีวสังเคราะห์ (Biosynthesis) ที่อาศัยระบบของเอนไซม์ในจุลินทรีย์ ในการเปลี่ยนสารตั้งต้นเป็นกรดอะมิโนที่ต้องการ โดยในกระบวนการปฏิกิริยาของเอนไซม์จะใช้เอนไซม์หนึ่งหรือสองชนิดเพื่อเปลี่ยนสารตั้งต้นของกรดอะมิโนให้เป็นกรดอะมิโนที่เหมาะสม ในวิธีนี้ไม่จำเป็นต้องเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์โดยการเปลี่ยนกรดอะมิโนเฉพาะและไม่มีกระบวนการที่ยาวนานโดยเริ่มจากน้ำตาลกลูโคสเป็นวัตถุดิบตั้งต้น ทั้งนี้ กระบวนการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์เหมาะอย่างยิ่งในกรณีที่สารตั้งต้นมีต้นทุนต่ำ

อุตสาหกรรมปลายน้ำ (Downstream) เป็นอุตสาหกรรมต่อเนื่องของกรดอะมิโน ซึ่งรวมถึงการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด โดยอุตสาหกรรมปลายน้ำสามารถจำแนกเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องดังนี้

- **การนำเข้า-ส่งออก** โดยในส่วนของการส่งออก เป็นการส่งออกผลิตภัณฑ์กรดอะมิโนไปยังจำหน่ายยังแหล่งกระจายสิงค้าในต่างประเทศ รวมถึงการส่งออกไปเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหดรรมต่อเนื่องในต่างประเทศ ส่วนการนำเข้า เป็นการนำเข้ากรดอะมิโนมาจำหน่ายหรือใช้เป็นวัตถุดิบภายในประเทศ โดยเฉพาะกรดอะมิโนที่มีการผลิตภายในประเทศไม่พียงพอต่อการแปรรูป หรือไม่สามารถผลิตได้ รวมถึงการนำกรดอะมิโนเข้ามาจำหน่ายในรูปแบบอาหารเสริมหรือผลิตภัณฑ์บำรุงสุขภาพต่าง ๆ ตามความต้องการของตลาด เป็นต้น
- **การจำหน่ายภายในประเทศ** ทั้งในรูปของกรดอะมิโนบริสุทธ์สำหรับการแปรรูปในอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่าง ๆ โดยจากการศึกษา พบว่า อุตสาหกรรมต่อเนื่องที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์กรดอะมิโน และการแปรรูปผลิตภัณฑ์โดยใช้กรดอะมิโน มีรายละเอียดดังแสดงใน***ตารางที่ 2***

ตารางที่ 2 การประยุกต์ใช้กรดอะมิโนในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง[1]

อุตสาหกรรมปลายทาง	รายละเอียดการใช้งาน/ผลิตภัณฑ์ (โดยสังเขป)
อุตสาหกรรมการแพทย์	มีการใช้กรดอะมิโนบางชนิดเพื่อเป็นยารักษาโรคและอาหารเสริมสำหรับการบำรุงสุขภาพของผู้ป่วย อาทิ ● **แอลคาร์นิทีน (L-Carnitine)** เป็นสารที่สามารถผลิตได้เองในร่ายกายมนุษย์สังเคราะห์จากกรดอะมิโน Lysine และ Methionine หรือได้รับจากอาหารจำพวกสัตว์เนื้อแดง หน้าที่หลักของแอลคาร์นิทีนคือการเปลี่ยนไขมันไปเป็นพลังงาน แต่หากร่างกายได้รับในปริมาณที่ไม่เพียงพอจะท้าให้เกิดไขมันสะสมใต้ผิวหนัง ส่งผลให้เกิดไขมันส่วนเกินได้แอลคาร์นิทีนสามารถใช้ในการสังเคราะห์หรือผลิตยา อาหารลดน้ำหนักได้ หรือประยุกต์ใช้กับนักกีฬา เช่น นักกีฬายกน้ำหนักจะใช้แอลคาร์นิทีนเพื่อเสริมสร้างกล้ามให้ได้รูปชัดเจน เนื่องจาก จะต้องมีการนำไขมันจากบริเวณดังกล่าวไปใช้เผาผลาญเป็นพลังงานเพื่อเพิ่มสมรรถภาพในการออกกำลังกาย และช่วยเพิ่มความทนทานของกล้ามเนื้อ ช่วยให้สามารถออกกำลังกายได้นานขึ้น ● สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตยา นิยมใช้เจลาตินเป็นตัวนำส่งยาสำหรับการผ่าตัด การปลูกถ่ายเนื้อเยื่อ การสมานแผล หรือการนำเจลาตินมาผลิตเป็นแคปซูลยาทั้งชนิดอ่อนและชนิดแข็ง เนื่องจากเจลาตินมีแคลอรี่ต่ำ ดังนั้น

[1] รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการเพิ่มศักยภาพฐานข้อมูลอุตสาหกรรมฐานชีวภาพ โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

อุตสาหกรรมปลายทาง	รายละเอียดการใช้งาน/ผลิตภัณฑ์ (โดยสังเขป)
	จึงมักจะถูกแนะนำให้ใช้เป็นส่วนประกอบอาหารเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนให้กับ ผู้บริโภค โดยเฉพาะในผู้บริโภคที่ต้องการสร้างกล้ามเนื้อให้กับร่างกาย นอกจากนี้ เจลาตินยังถูกใช้เป็น ส่วนประกอบอาหารเพื่อทดแทนปริมาณคาร์โบไฮเดรตในสูตรอาหารควบคุมสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน (Diabetes Mellitus: DM) อีกด้วย ● Branch chain amino acids (BCAAs) เป็นกรดอะมิโนชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอาหาร มากขึ้น สามารถใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องดื่ม หรือผลิตภัณฑ์อาหารเสริม สำหรับผู้ที่ต้องการเสริมสร้างกล้ามเนื้อ หรือผู้ที่จำเป็นต้องใช้พลังงานเป็นเวลานาน เพื่อป้องกันไม่ให้กล้ามเนื้อถูกทำลาย นอกจากนี้ ยังมีการนำ BCAAs มาใช้ในทางการแพทย์ โดยจะผสม BCAAs ในอาหารของ ผู้ป่วยที่มีปัญหาในเรื่องโรคตับ โรคไต เป็นต้น ประโยชน์หลักของ BCAAs คือช่วยกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีน ท้าหน้าที่เป็นตัวขนส่งไนโตรเจนระหว่างอวัยวะ ช่วยป้องกันการแตกตัวของโปรตีนในกล้ามเนื้อขณะการออกกำลังกาย
อุตสาหกรรมอาหาร	อุตสาหกรรมอาหารมีการนำกรดอะมิไปใช้ในหลายส่วน ทั้งใช้เป็นองค์ประกอบหลักในอนาคตและสารเติมแต่งในอาหาร อาทิ ● เจลาติน ถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร เพื่อให้อาหารมีลักษณะเป็นเจลหรือใช้เพื่อเพิ่มเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เช่น ขนมขบเคี ยว ผลิตภัณฑ์ไขมันต้า ผลิตภัณฑ์นม ผลิตภัณฑ์ขนมอบ หรือผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ โดยในแต่ละผลิตภัณฑ์มีความต้องการปริมาณและสมบัติที่แตกต่างกันของเจลาติน ● ถั่วเหลืองและกากถั่วเหลืองมาผ่านความร้อน เพื่อลดสารยับยั้งและช่วยให้สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น โดยกากถั่วเหลืองที่ผ่านการให้ความร้อนแล้ว สามารถไปหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์อีกครั้งเพื่อทำลายสารยับยั้ง โดยจุลินทรีย์จะทำหน้าที่ย่อยสลายโครงสร้าง ที่เป็นส่วนประกอบในกากถั่วเหลืองให้กลายเป็นน้ำตาล ย่อยโครงสร้างโปรตีนที่มีความซับซ้อนให้เป็นเปปไทด์สายสั้นหรือให้อยู่ในรูปของกรดอะมิโนอิสระมากขึ้น ทำให้อาหารที่ได้มีคุณสมบัติเป็นสารช่วยลดอาการ ท้องเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมสารอาหารในลูกสัตว์ได้มากขึ้น[2]

[2] NAGAI, T., & SUZUKI, N. (2000). Preparation and characterization of several fish bone collagens. *Journal of Food Biochemistry*, *24(5), 427-436.*

อุตสาหกรรมปลายทาง	รายละเอียดการใช้งาน/ผลิตภัณฑ์ (โดยสังเขป)
อุตสาหกรรมเกษตร	สำหรับอุตสาหกรรมการเกษตร สามารถประยุกต์ใช้กรดอะมิโนเพื่อเป็นสารช่วยเพิ่มผลผลิต เร่งการ เจริญเติบโตในทุกระยะของพืช ช่วยสร้างเนื้อเยื่อขยายโครงสร้างและผลผลิตของพืช เพิ่มน้ำหนักผล เร่งใบ เขียว เร่งราก แตกยอด ขยายกอ เร่งสีดอก ผล ช่วยในการสังเคราะห์แสงของต้นพืชและบังคับการ ปิด-เปิด ปากใบของพืชเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ในต้นพืช และช่วยกระตุ้นการทำงานของฮอร์โมนพืชได้อีกด้วย นอกจากนี้ ยังสามารถใช้กรดอะมิโนเป็นส่วนผสมในการผลิตปุ๋ยน้ำหมัก เนื่องจากกรดอะมิโนเหล่านี้ มีประโยชน์ต่อพืช ช่วยให้พืชสามารถดูดซับและนำไปใช้ได้โดยตรงเป็นส่วนใหญ่ หรือบางส่วนมีประโยชน์ต่อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน โดยการผลิตปุ๋ยหมักมีหลายสูตรขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของกรดอะมิโนแตกต่างกัน
อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องสำอาง	มีการใช้กรดอะมิโนหรือผลิตภัณฑ์จากกรดอะมิโน เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เส้นไหมประกอบด้วยโปรตีน 2 ชนิดคือ ไฟโบรอิน (Fibroin) และเซริซิน (Sericin) โดยไฟโบรอินจัดว่า เป็นเส้นใยหลักที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนไม่มีขั้หรือมีขั้วต่ำ ความสามารถในการละลายในตัวทำละลาย ในขณะเดียวกัน เซริซินประกอบด้วยกรดอะมิโนที่มีความมีขั้วสูง จึงสามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีขั้ว[3] โดยกรดอะมิดังกล่าว จะช่วยเพิ่มสารอาหารให้แก่เซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างคอลาเจนและอิลาสติน (Elastin) ซึ่งเป็นโปรตีนที่ช่วยพยุงผิวให้เต่งตึงและมีความยืดหยุ่น ช่วยให้ริ้วรอยลดลง มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ลดการอักเสบของเซลล์และลดปริมาณเชื้อโรคบนผิวหนัง ช่วยให้แผลหายเร็ว ลดการอักเสบจากสิว เป็นต้น

ซึ่งจากการศึกษาห่วงโซ่อุปทานของกรดอะมิโนข้างต้น จะเห็นว่า กรดอะมิโนเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่สำคัญและมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ รวมถึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างรายได้ให้กับประเทศ นอกจากนี้ ในประเทศไทยยังเป็นประเทศที่มีอุตสาหกรรมการเกษตรที่เข้มแข็ง รวมถึง มีการเพาะปลูกและแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางเกษตรที่เป็นวัตถุดิบตั้งต้นที่สำคัญในการผลิตกรดอะมิโน มีการลงทุนจากต่างประเทศทางด้านเทคโนโลยีและการถ่ายทอดองค์ความรู้ (Know-how) ในการผลิตกรดอะมิโน อีกทั้งยังมีอุตสาหกรรมปลายทางหรืออุตสาหกรรมต่อเนื่องจำนวนมากที่มีความต้องการใช้กรดอะมิโนในการผลิตภายในประเทศ สะท้อนให้เห็นว่า ประเทศไทยมีความพร้อมและมีความเข้มแข็งของห่วงโซ่อุปทานของการผลิตกรดอะมิโน ซึ่งสามารถขยายผลและต่อยอดเป็นอุตสาหกรรมศักยภาพของประเทศในอนาคตได้

[3] Boonsod, Y., & Srihanam, P. (2011). Silk: Compositions and Structures, Properties and Applications *Vol 31, No 4, July-August 2012*.

อย่างไรก็ตาม ในส่วนของการผลิตกรดอะมิโนซึ่งต้องอาศัยกระบวนการทางชีวภาพ อาจจะมีปัญหาหรือข้อจำกัดตามมาที่อาจส่งผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม อาทิ ของเสียหรือน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต ซึ่งต้องอาศัยวิธีในการจัดการ บำบัดหรือกำจัดอย่างถูกต้อง รวมถึง การใช้พลังงานความร้อนในกระบวนการหมัก (Fermentation) และการใช้น้ำในการผลิตปริมาณมาก ซึ่งหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องอาจจะต้องให้ความสำคัญกับการวางโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) เพื่อสนับสนุนการขยายตัวของอุตสาหกรรมในอนาคต

ขณะเดียวกัน การสร้างมูลค่าเพิ่มให้ผลิตภัณฑ์ปลายทางก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญ ในการยกระดับห่วงโซ่อุปทานของกรดอะมิโน โดยในปัจจุบัน พบว่า ในหลายประเทศทั่วโลกมีการพัฒนาอาหารทางเลือก อาหารเสริม (Functional food) รวมถึงผลิตภัณฑ์ดูแลสุขภาพที่มีการใช้กรดอะโนจำเป็นเป็นวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งในกระบวนการผลิตต้องอาศัยเทคโนโลยีขั้นสูงมาใช้ในการแปรรูป เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานการผลิตสากล ดังนั้น การให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการผลิตที่ถูกต้อง รวมถึงการแสวงหาแนวทางในการสนับสนุนและส่งเสริมการลงทุนด้านการผลิตดังกล่าวให้กับผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดเล็กให้สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีการผลิตและองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องได้ จึงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมการผลิตกรดอะมิโนของไทยในระยะต่อไป