แนวคิดการทำเกษตรกรรมในอาคาร เพื่อความมั่นคงทางอาหารของเมือง

© Photo by https://news.sap.com

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม
สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้รับผิดชอบหลักของบทความ email: Saowanee.w@chula.ac.th

บทนำ

พื้นที่เกษตรกรรมทั่วโลกได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการผลิตอาหารของมนุษย์ (IPCC, 2007) ประกอบกับ ภาวะภัยพิบัติต่าง ๆ ในพื้นที่เมือง เช่น ภาวะน้ำท่วม การระบาดของโรคติดเชื้อต่าง ๆ ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาด้านความมั่นคงทางอาหารของมนุษย์ โดยเฉพาะพื้นที่เมืองที่มีการขยายตัวของเมืองและจำนวนประชากรเมืองเพิ่มสูงขึ้น โดยการคาดการณ์ขององค์การสหประชาชาติระบุว่า พื้นที่ประมาณร้อยละ 50 จะกลายเป็นพื้นที่เมืองภายในปี ค.ศ. 2050 (United Nation, 2018) ซึ่งส่งผลต่อความต้องการอาหารเพื่อเลี้ยงประชากรเมืองดังกล่าว ทั้งนี้ เมืองพึ่งพาทรัพยากรต่าง ๆ จากภายนอกเมือง จึงนับเป็นความเปราะบางและความเสี่ยงของเมืองในอนาคตท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในหลาย ๆ ด้าน

ความสำคัญและบทบาทของเกษตรกรรมในพื้นที่เมือง (urban agriculture) มิใช่เพียงการปลูกพืชอาหารไว้บริโภคภายในครัวเรือนเท่านั้น เกษตรกรรมในเมืองยังถูกกล่าวถึงในการประชุม The International Conference Urban Challenges and Poverty Reduction in African, Caribbean and Pacific Countries ในปี ค.ศ. 2009 ว่ามีศักยภาพสูงในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมของเมืองและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเมือง (UN-Habitat, 2009) กล่าวคือ การทำเกษตรกรรมในพื้นที่เมืองช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการขนส่งอาหาร (food miles) การเพิ่มพื้นที่สีเขียว การลดอุณหภูมิพื้นผิวของเมือง รวมถึง การปรับปรุงและเสริมสร้างภูมิทัศน์ที่ดีให้แก่เมืองอีกด้วย

ทั้งนี้ การทำเกษตรกรรมในศตวรรษที่ 21 จึงมีการปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ (paradigm shift) เพื่อมุ่งเน้นการสร้างความมั่นคงทางอาหารและความปลอดภัยทางอาหารให้แก่มวลมนุษยชาติ โดยการทำเกษตรกรรมจะมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบไปสู่การทำเกษตรกรรมแบบไม่พึ่งพาสารเคมี (bio-agriculture) การเพาะปลูกในโรงเรือน (indoor agriculture) ที่สามารถควบคุมปัจจัยแวดล้อมได้ (เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม, 2561ก) การทำเกษตรกรรมแบบที่มีความแม่นยำสูง (precision agriculture) รวมทั้ง การทำเกษตรกรรมในพื้นที่เมืองทั้งในรูปแบบเกษตรกรรมในอาคาร (building integrated agriculture) เกษตรกรรมบนดาดฟ้าอาคาร (roof-top agriculture) และเกษตรกรรมแนวตั้ง (vertical agriculture) โดยเป็นการทำเกษตรกรรมที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างให้เกิดการทำเกษตรกรรมที่ยั่งยืนในพื้นที่เมือง (sustainable urban agriculture)

ความสำคัญของเกษตรกรรมในพื้นที่เมือง

เกษตรกรรมในพื้นที่เมือง (urban agriculture) เป็นการปลูกพืชและการเลี้ยงสัตว์ทั้งภายในเมืองและบริเวณเขตเมือง รวมทั้ง การจัดหาปัจจัยในการผลิต การแปรรูป และกิจกรรมทางการตลาดและบริการที่เกี่ยวข้องกับอาหาร ยาจากพืชและสัตว์ เส้นใย และเชื้อเพลิง ที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่เข้มข้น และมีการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ รวมถึงการนำทรัพยากรธรรมชาติกลับมาใช้ซ้ำในการทำเกษตรกรรมด้วย (Smit et al., 1996; Pearson et al., 2010)

การทำเกษตรกรรมในเมืองมีความสำคัญทั้งในมิติทางกายภาพ เศรษฐกิจ สังคม และสภาพแวดล้อม ทั้งในพื้นที่ระดับชุมชน ระดับเมือง และในภาพรวม อาจกล่าวได้ว่าการทำเกษตรกรรมในพื้นที่เมืองเป็น Multi-functionalize Agricultural Land โดยครอบคลุมทั้งหน้าที่ในการผลิตอาหารเพื่อเลี้ยงประชากรเมือง หน้าที่ต่อระบบนิเวศ และหน้าที่ต่อสังคมวัฒนธรรม (Lovell, 2010) โดยเกษตรกรรมในพื้นที่เมืองมีความสำคัญต่อเมืองผ่านหน้าที่ (function) หลักใน 3 ส่วน ดังนี้

1) หน้าที่การผลิตอาหาร

ด้วยการเปลี่ยนแปลงทางสังคม การขยายตัวของเมือง ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้พื้นที่เกษตรกรรมในชนบทมีขนาดพื้นที่ลดน้อยลง ความสามารถในการผลิตอาหารจึงลดลง แนวคิดการทำเกษตรกรรมในพื้นที่เมืองให้เป็นแหล่งผลิตอาหารเพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหารให้กับประชากรเมืองจึงเกิดขึ้น ซึ่งการทำเกษตรกรรมในพื้นที่เมืองมีข้อได้เปรียบในหลาย ๆ ประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ สภาพที่ตั้งที่ทำให้ผลผลิตที่ผลิตได้มีความสด ใหม่ ไม่ต้องใช้สารเคมีในการรักษาสภาพของผลผลิต รวมถึงการสร้างความมั่นคงทางอาหารให้กับเมือง โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ไม่ปกติต่าง ๆ เช่น การเกิดภัยพิบัติ น้ำท่วม การเกิดการระบาดของโรคติดเชื้อ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม ในด้านสภาพที่ตั้งก็ยังนับเป็นข้อจำกัดหนึ่งในการพัฒนาเกษตรกรรมในพื้นที่เมืองเช่นเดียวกัน โดยมีประเด็นที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ การคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการทำเกษตรกรรม ซึ่งจำเป็นต้องพิจารณาทั้งเรื่องศักยภาพของพื้นที่ ความเหมาะสมทางกายภาพของที่ดิน และราคาที่ดิน

ในการทำเกษตรกรรมในพื้นที่เมืองในลักษณะเกษตรกรรมในอาคารหรือเกษตรกรรมบนดาดฟ้าอาคารจึงเข้ามาตอบโจทย์และแก้ไขปัญหาเรื่องข้อจำกัดเชิงพื้นที่ดังกล่าว ซึ่งเกษตรกรรมในอาคารหรือบนดาดฟ้าอาคารมีทั้งการเพาะปลูกแบบทั่วไป และการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมต่าง ๆ เข้ามาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการ เช่น เทคโนโลยีการปลูกผักไฮโดรโพนิกส์แบบใช้น้ำหมุนเวียน การปลูกผักโดยการควบคุมปริมาณแสงเพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพของผลผลิต การปลูกพืชผักแนวตั้งที่ใช้พื้นที่จำกัดแต่ได้ผลผลิตในปริมาณมาก ฯลฯ องค์ความรู้และนวัตกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ยังช่วยในการสร้างและถ่ายทอดนวัตกรรมทางการเกษตรในรูปแบบต่าง ๆ ให้แก่ชุมชน รวมทั้งการนำไปสู่การต่อยอดทางธุรกิจของชุมชน เช่น Start up หรือการทำธุรกิจในรูปแบบบริษัทใหญ่ เป็นต้น นอกจากนั้น เกษตรกรรมในพื้นที่เมืองยังมีผลต่อการพัฒนาเมืองในหลาย ๆ ด้าน เช่น การสร้างเศรษฐกิจของชุมชนเมือง ทำให้เกิดการหมุนเวียนกระแสเงินในชุมชน เป็นต้น (Foeken and Owuor, 2008)

2) หน้าที่ต่อระบบนิเวศ

เกษตรกรรมในพื้นที่เมืองส่งผลดีต่อระบบนิเวศเมืองและระบบนิเวศโดยภาพรวม ดังนี้

การลดการใช้พลังงานจากการขนส่งและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งพืชผัก (food mile) จากพื้นที่เกษตรกรรมในชนบทเข้าสู่พื้นที่เมือง การลดพลังงานแฝง (embodied energy) ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กระบวนการแปรรูปผลผลิตเพื่อรักษาสภาพผลผลิตไม่ให้เน่าเสียระหว่างการขนส่ง เป็นต้น ส่งผลให้ผลผลิตจากพื้นที่เกษตรกรรมในเมืองจึงเป็น low-mile food การลดการใช้บรรจุภัณฑ์เพื่อป้องกันความเสียหายของผลผลิตจากการขนส่งและเพื่อรักษาความสดใหม่ของผลผลิต เช่น โฟมกันกระแทก พลาสติกต่าง ๆ เป็นต้น รวมทั้ง การลดใช้สารเคลือบผิวซึ่งได้จากการเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม เช่น พอลิเอทิลีนแวกซ์ (Polyethylene Wax) เป็นต้น

นอกจากนั้น การทำเกษตรกรรมในรูปแบบฟาร์มแนวตั้งยังมักมีการออกแบบการให้น้ำเป็นระบบน้ำหมุนเวียน การออกแบบแผงพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับใช้ในอาคาร จึงเป็นการลดการใช้ทรัพยากรและเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การนำขยะอินทรีย์ในเมืองมาหมักเพื่อทำปุ๋ยเพื่อใช้ในการทำเกษตรกรรมในเมือง ซึ่งเป็นการช่วยกำจัดขยะอินทรีย์ของชุมชนได้อีกทางหนึ่ง (Hara et al., 2010) การทำเกษตรกรรมในพื้นที่เมืองยังเป็นการเพิ่มพื้นที่สีเขียวประเภทหนึ่งให้กับเมือง ซึ่งสร้างคุณภาพทางสายตาและการมองภาพที่ดีให้กับเมือง (visual quality) (Lovell, 2010) และหากพื้นที่เกษตรกรรมมีพื้นที่ขนาดใหญ่พอยังสามารถช่วยบรรเทาปัญหาอุณหภูมิพื้นผิว (surface temperature) บางย่าน/บางพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงเนื่องจากสิ่งก่อสร้างที่มีจำนวนมากในเมืองได้อีกด้วย

3) หน้าที่ด้านสังคมวัฒนธรรม

การทำเกษตรกรรมในพื้นที่เมือง เป็นการสร้างกิจกรรมทางสังคมอย่างหนึ่งให้กับชุมชนเมือง ทำให้เกิดความสัมพันธ์อันดีระหว่างกันของคนในชุมชนเมือง (Lovell, 2010) ซึ่งโดยทั่วไปแล้ววิถีชีวิตคนเมืองจะมีลักษณะต่างคนต่างอยู่ คนในชุมชนมีปฏิสัมพันธ์กันน้อย ซึ่งในหลายประเทศได้ใช้การทำเกษตรกรรมในพื้นที่เมืองเป็นการสร้างกิจกรรมทางสังคมในชุมชน อาทิ สวนชุมชนในเมืองมิสซูลา ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่มีการรวมตัวกันของคนในชุมชนเพื่อทำแปลงปลูกผักร่วมกัน เป็นต้น โดยกรรมสิทธิ์ของพื้นที่อาจเป็นของเทศบาล โบสถ์ หรือองค์กรเอกชนที่ให้เช่าในราคาถูก ซึ่งกิจกรรมต่าง ๆ มีทั้งการปลูกพืชผัก การซื้อขาย การฝึกอบรมให้ความรู้สำหรับผู้สนใจ การจัดสรรพืชผักที่ปลูกได้ให้แก่ธนาคารอาหาร (food bank) สำหรับผู้ที่ยากจน หรือ การขายผลผลิต/ผลิตภัณฑ์ให้แก่กลุ่มผู้บริโภคที่สนับสนุนเกษตรกรผู้ผลิต (community supported agriculture) ซึ่งมักเป็นกลุ่มที่มีความสนใจเฉพาะด้าน เช่น ผู้บริโภคที่ใส่ใจในอาหารสุขภาพ เป็นต้น ในหลาย ๆ ประเทศจึงใช้การทำเกษตรกรรมในชุมชนเป็นกลวิธีในการขับเคลื่อนกิจกรรมในชุมชนและการเปลี่ยนแปลงทางสังคมในชุมชน (Steele, 2017) เกษตรกรรมในเมืองจึงถูกมองว่าเป็นการเคลื่อนไหวทางสังคม (urban agriculture as a social movement) ในสังคมสมัยใหม่ด้วย

เกษตรกรรมในอาคาร

เกษตรกรรมในอาคาร (building integrated agriculture) เกษตรกรรมบนดาดฟ้าอาคาร (roof-top agriculture) หรือเกษตรกรรมในร่ม (indoor agriculture) รวมทั้ง เกษตรกรรมแนวตั้ง (vertical farming) เป็นรูปแบบหนึ่งของเกษตรกรรมในพื้นที่เมือง ซึ่งการทำเกษตรกรรมในอาคารมีการดำเนินการในพื้นที่เมืองในหลาย ๆ ประเทศ ทั้งในรูปแบบเกษตรกรรมเชิงพาณิชย์ (commercial urban agriculture) หรือการทำเกษตรกรรมที่อิงกับสถาบันการศึกษาเพื่อเป็นต้นแบบการทำวิจัยและการเรียนการสอน โดยส่วนใหญ่เป็นการทำเกษตรกรรมในอาคารหรือเกษตรกรรมแนวตั้ง เนื่องจากข้อจำกัดด้านขนาดพื้นที่ และราคาที่ดินในพื้นที่เมืองที่มีราคาสูง รวมทั้ง ความต้องการผลิตสินค้าทางการเกษตรที่ตอบสนองความต้องการและวิถีชีวิตของคนในชุมชนเมือง หรือความต้องการของคนเฉพาะกลุ่ม การสร้างความโดดเด่นของสินค้าและผลิตภัณฑ์ เช่น อาหารปลอดภัย เกษตรอินทรีย์ เกษตรสีเขียว เกษตรกรรมคาร์บอนต่ำ เป็นต้น

การทำเกษตรกรรมแนวตั้ง เป็นรูปแบบหนึ่งในการทำเกษตรกรรมในอาคาร/โรงเรือน ด้วยการเพาะปลูกพืชหรือเลี้ยงสัตว์ในอาคารในลักษณะเป็นชั้น ๆ แนวตั้ง โดยใช้พื้นที่จำกัด ใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาช่วยควบคุมสภาวะแวดล้อมในการเพาะปลูกพืช (Controlled Environment Agriculture: CEA) (Leblang, 2019) ทั้งการควบคุมแสง อุณหภูมิ ความชื้น การควบคุมวัสดุปลูกให้มีความอุดมสมบูรณ์และมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการเพาะปลูกพืช ซึ่งอาจเป็นการเพาะปลูกโดยใช้ดินหรือไม่ใช้ดิน การควบคุมระบบการให้น้ำ การควบคุมโรคและแมลง และการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนให้เหมาะสมกับการเพาะปลูกพืช โดยมีเป้าหมายหลัก คือ การเพาะปลูกพืชให้ได้ผลผลิตในปริมาณสูงในพื้นที่จำกัด นอกจากนั้นยังมีการใช้องค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรมในการทำเกษตรกรรม อาทิ การใช้เทคโนโลยีเพื่อประหยัดพลังงานและทรัพยากรน้ำ การใช้องค์ความรู้ในการออกแบบโครงสร้างอาคาร การใช้นวัตกรรมในการเพาะปลูก เช่น การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถหมุนรับแสงอาทิตย์ตามตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาของวัน การออกแบบอาคารให้มีรูปทรงกระบอกเพื่อให้แสงสว่างตามธรรมชาติส่องเข้ามาได้ทุกทางเพื่อประหยัดพลังงาน การใช้กระจกเคลือบด้วยนาโนไทเทเนียมเพื่อลดการทำความสะอาด การใช้แสงจากหลอด LED ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานและลดต้นทุนค่ากระแสไฟฟ้าเหลือเพียง 1 ใน 3 (McCurry, 2016) เป็นต้น

นอกจากนั้น การทำเกษตรกรรมในอาคารยังมีความพยายามในการพัฒนาหุ่นยนต์มาใช้ในกระบวนการทำฟาร์มอีกด้วย ดังเช่น การพัฒนาหุ่นยนต์ ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และเทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อใช้ในการทำเกษตรกรรมในประเทศญี่ปุ่น อาทิ ระบบการเก็บเกี่ยวสตรอเบอรีของ Shibuya Seiki ซึ่งร่วมกับองค์การวิจัยอาหารและเกษตรกรรม ทำการพัฒนาระบบเก็บเกี่ยวสตรอเบอรีที่ใช้เวลาเพียง 8 วินาที/ลูก ฟาร์มปลูกผักกาดขาวระบบปิดโดยใช้หุ่นยนต์ในกระบวนการผลิตของบริษัท Spread ที่เมือง Kameoka จังหวัดเกียวโต ซึ่งเป็นการทำเกษตรกรรมแนวตั้งแห่งแรกของโลกที่ใช้หุ่นยนต์ในกระบวนการผลิตอย่างเต็มรูปแบบ ได้แก่ การย้ายต้นอ่อน การรดน้ำ การตัดแต่งใบ การเก็บเกี่ยว ยกเว้น การเพาะเมล็ดที่ยังคงใช้แรงงานของมนุษย์ โดยคาดการณ์ว่า การนำหุ่นยนต์เข้ามาใช้ในการทำฟาร์มแห่งนี้จะสามารถเพิ่มกำลังการผลิตผักกาดขาวจาก 21,000 ต้น/วัน เป็น 50,000 ต้น/วัน และตั้งเป้าไว้ว่าภายใน 5 ปี ด้วยระบบหุ่นยนต์จะสามารถขยายกำลังการผลิตผักกาดขาวของฟาร์มเป็น 500,000 ต้น/วัน เป็นต้น

ตัวอย่างการทำเกษตรกรรมในอาคาร เช่น Singapore Sky Green Farm ประเทศสิงคโปร์ ซึ่งเป็นการทำเกษตรกรรมแนวตั้งเชิงพาณิชย์แห่งแรกของโลก โดยมีแนวคิดการทำเกษตรกรรมคาร์บอนต่ำด้วยนวัตกรรมของบริษัท Sky Urban Solution โดยความร่วมมือและช่วยเหลือของ Agri-Food & Veterinary Authority of Singapore (AVA) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงด้านอาหาร เกษตร และสัตวแพทย์ สังกัด Ministry of National Development ในการออกแบบเกษตรกรรมแนวตั้ง Singapore Sky Green Farm (จดสิทธิบัตร) เพื่อให้เป็นฟาร์มที่ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีขั้นสูงในการเพาะปลูกพืชในอาคารอย่างเต็มรูปแบบ (ภาพที่ 1) โดยการใช้พื้นที่จำกัดในการปลูกพืชด้วยชั้นปลูกแบบทาวเวอร์ (tower) ในขณะที่ให้ผลผลิตในปริมาณสูง (มากกว่า 10 เท่าต่อหน่วยพื้นที่เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกพืชแบบ monolayer) และมีการจัดการระบบสิ่งแวดล้อมและการใช้ทรัพยากรในฟาร์มด้วยเทคโนโลยีการประหยัดพลังงาน การออกแบบรูปแบบการให้น้ำแก่พืชที่เป็นรูปแบบการประหยัดน้ำและพลังงาน การรีไซเคิลน้ำ การใช้เศษอาหาร (food waste) ของเมืองมาผลิตเป็นปุ๋ย

ภาพที่ 1 นวัตกรรมการทำเกษตรกรรมแนวตั้งของ Singapore Sky Green Farm
ที่มา : Mold Editors (2015) และ Zimmer (2012) อ้างถึงใน เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม (2561ก)

การทำเกษตรกรรมของบริษัท Comcrop ในประเทศสิงคโปร์ ด้วยความมุ่งหวังในการสร้างความมั่นคงทางอาหารและการผลิตอาหารที่ปลอดภัยให้แก่สิงคโปร์ การทำเกษตรกรรมบนดาดฟ้าอาคาร Scape Shopping Centre ในพื้นที่ 6,000 ตารางฟุต เป็นการปลูกพืชแนวตั้งด้วยระบบไฮโดรโพนิกส์ ซึ่งสามารถลดการใช้น้ำลงถึงร้อยละ 90 เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะปลูกพืชแบบเดิม พืชที่ปลูก ได้แก่ Wasabi Greens Wood Sorrel Ghost Peppers Sweet Basil Spearmint Serrata Basil และ Peppermint ผลผลิตที่ได้มากกว่า 500 กิโลกรัม/เดือน ซึ่งนอกจากการขายผลผลิตสด และส่งไปยังร้านอาหารและโรงแรมชั้นนำหลายแห่ง เช่น Shangri-La Hotel และ Raffles Hotel แล้ว ยังมีการแปรรูปผลผลิตที่ปลูกเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ด้วย (ภาพที่ 2)

ภาพที่ 2 การทำเกษตรกรรมแนวตั้งในระบบอควาโพนิกส์ บนดาดฟ้าอาคารของบริษัท Comcrop
ที่มา : ดัดแปลงจาก Comcorp (n.d.)

นอกจากนั้น การทำเกษตรกรรมในอาคารยังมีการดำเนินการในสถาบันการศึกษาและสถาบันราชการ (Institution-based Urban Agriculture: IBA) ซึ่งในหลายประเทศใช้พื้นที่เกษตรกรรมในอาคารของสถาบันการศึกษาและสถาบันวิจัยเพื่อการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างต้นแบบ/สร้างนวัตกรรม อันจะนำไปสู่การขยายผลแก่สังคมและชุมชนต่อไป รวมทั้ง การใช้ประโยชน์เพื่อการจัดการเรียนการสอน เช่น การสร้างฟาร์มและโรงเรือนเพื่อเป็นชั้นเรียนนอกสถานที่แก่เด็กนักเรียนของ Marsiling Secondary School ประเทศสิงคโปร์ (ภาพที่ 3) โดยมุ่งเน้นการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศ สิ่งแวดล้อม และความยั่งยืน ซึ่งจัดอยู่ใน Applied Learning Programme (ALP) โดยเป็นการเรียนเกี่ยวกับวิธีการปลูกพืชแนวตั้ง การจัดการพื้นที่ดินที่มีจำกัด และการผลิตห่วงโซ่อาหารที่สามารถพึ่งพาตนเอง โรงเรียนยังได้จัดให้มีมินิมาร์ท (Minimart) เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้และทดลองการจัดหาและการจำหน่ายสินค้า รวมถึง การให้บริการลูกค้าอีกด้วย (Marsiling Secondary School, 2020) เป็นต้น

ภาพที่ 3 ฟาร์มและโรงเรือนเพื่อการเรียนการสอนของ Marsiling Secondary School ประเทศสิงคโปร์
ที่มา : Marsiling Secondary School (2020)

การประยุกต์ใช้ถ่านชีวภาพในการเพาะปลูกพืชอาหารบนอาคารสูงเพื่อความมั่นคงทางอาหาร

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาและทดลองปลูกพืชอาหารเพื่อเป็นต้นแบบการทำเกษตรกรรมบนอาคารสูง (pilot scale) บนดาดฟ้าอาคารในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภายใต้วัตถุประสงค์หลัก ได้แก่ การศึกษาความเป็นไปได้ในการทำเกษตรกรรมบนดาดฟ้าอาหารสูงด้วยการประยุกต์ใช้ถ่านชีวภาพเป็นวัสดุปลูก และเพื่อกำหนดแนวทางการทำเกษตรกรรมบนอาคารสูงในพื้นที่เมืองเพื่อความมั่นคงทางอาหารและการกักเก็บคาร์บอน โดยการประยุกต์ใช้ถ่านชีวภาพซึ่งมีสมบัติเป็นวัสดุในการปลูกพืชที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตของพืชและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพืชและในดิน

การดำเนินการวิจัยแบบสุ่มตลอด (Completely Randomize Design: CRD) เลือกทดลองพืชอาหาร 2 ชนิด ได้แก่ กวางตุ้ง และคะน้า (*Brassica oleracea* ver. *alboglabra*) โดยปลูกในดินที่ผสมถ่านชีวภาพแกลบในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน (อัตราร้อยละ 0, 1.5, 2.0 และ 2.5 โดยน้ำหนัก) ร่วมกับ ปุ๋ยมูลไส้เดือน (vermicompost) สายพันธุ์ยูดริลัส ยูจีนิแอ ในอัตราคงที่ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ปลูกพืชในรางปลูกขนาดความกว้าง 0.3 เมตร ความยาว 0.8 เมตร และสูง 0.3 เมตร (ภาพที่ 4) ถ่านชีวภาพแกลบที่ผลิตด้วยกระบวนการไพโรไลซิสด้วยเตาผลิตแกลบชีวภาพควบคุมอุณหภูมิในกระบวนการเปลี่ยนสภาพด้วยความร้อนแบบช้า (คำขอรับสิทธิบัตร เลขที่ 1601001281) ซึ่งเป็นเตาที่ได้รับการประดิษฐ์ขึ้นเพื่อให้สามารถผลิตถ่านชีวภาพแกลบที่มีคุณภาพดีเหมาะสมกับการเป็นสารปรับปรุงดิน ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินเหนียว มีค่าความเป็นกรดด่าง 7.9-8.1 และมีปริมาณอินทรียวัตถุร้อยละ 1.21-3.80

ภาพที่ 4 การทดลองปลูกพืชอาหารด้วยการประยุกต์ใช้ถ่านชีวภาพเพื่อเป็นต้นแบบการทำเกษตรกรรมบนดาดฟ้าอาคาร
ที่มา : เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม (2561ข)

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การใช้ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยมูลไส้เดือนสามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของพืชผักทั้งสองชนิดได้ โดยการใช้ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยมูลไส้เดือนทำให้พืชผักทั้งสองชนิดมีจำนวนต้น ความยาวของต้น และจำนวนใบมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกพืชผักทั้งสองโดยใช้มูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียว โดยการเจริญเติบโตของพืชผักทั้งสองชนิดสูงที่สุดเมื่อปลูกด้วยการใช้ถ่านชีวภาพในอัตราสูงที่สุด (ร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนัก) ในขณะที่ น้ำหนักสดในส่วนที่ประกอบอาหารของพืชผักทั้งสองมีค่าสูงที่สุดเมื่อปลูกด้วยการใช้ถ่านชีวภาพในอัตราร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนักร่วมกับปุ๋ยมูลไส้เดือนในอัตราร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก

ทั้งนี้ การทำเกษตรกรรมบนดาดฟ้าอาคารสูงมีสิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ โครงสร้างโรงเรือนซึ่งสามารถดำเนินการได้ทั้งแบบโครงสร้างถาวรและแบบชั่วคราวโดยต้องพิจารณาครอบคลุมในเรื่องของความปลอดภัยในกรณีที่เกิดพายุหรือกระแสลมแรงด้วย รวมทั้ง จำเป็นต้องพิจารณาเรื่องปริมาณแสงแดดและการให้ร่มเงาแก่พืชที่ปลูกเนื่องจากแสงแดดจัด ในส่วนของการให้น้ำสามารถให้น้ำได้ทั้งระบบน้ำหยดและการรดน้ำด้วยวิธีทั่วไป

บทสรุป

เกษตรกรรมในพื้นที่เมืองเป็นส่วนหนึ่งของระบบอาหารของเมือง สร้างอาหารที่สดใหม่ให้กับเมือง กิจกรรมการผลิต การแปรรูป และการจัดจำหน่ายทั้งส่วนประกอบและผลผลิตสามารถเชื่อมโยงกับกิจกรรมและผลประโยชน์ของชุมชนได้ นอกจากนั้น เกษตรกรรมในพื้นที่เมืองยังก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมในหลาย ๆ ประการ เช่น การจัดการขยะอาหาร การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งอาหาร การลดการใช้สารเคมีต่าง ๆ ในการถนอมอาหาร เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม ในการพัฒนาพื้นที่เกษตรกรรมในเมืองทั้งเกษตรกรรมแนวราบและเกษตรกรรมในอาคารมีความซับซ้อนทั้งในมิติเชิงพื้นที่ สิ่งแวดล้อม และสังคม จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการใช้ประโยชน์พื้นที่และการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหากสามารถขยายระดับหรือขนาดการผลิตได้ เกษตรกรรมในพื้นที่เมืองจะเป็นส่วนการผลิตอาหารที่สามารถเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหารให้แก่เมืองได้

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของผลการศึกษาวิจัยของโครงการ ***"การประยุกต์ใช้ถ่านชีวภาพในการทำเกษตรกรรมในพื้นที่เมือง (urban farming) เพื่อความมั่นคงทางอาหาร (food security) และการกักเก็บคาร์บอนบนอาคารสูง"*** ซึ่งเป็นโครงการวิจัยภายใต้ชุดโครงการ ***"การเตรียมการชุมชนอัจฉริยะเพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยพิบัติ"*** ซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการศึกษาวิจัยจาก ทุนส่งเสริมการทำงานวิจัยเชิงลึกในสาขาที่มีศักยภาพสูง กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรม

เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม. (2561ก). เรื่องน่ารู้: การทำเกษตรกรรมแนวตั้ง (Vertical Farming). *วารสารสิ่งแวดล้อม.22*(2), 56-63.

เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม. (2561ข). *รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการ การประยุกต์ใช้ถ่านชีวภาพในการทำเกษตรกรรมในพื้นที่เมือง (Unban farming) เพื่อความมั่นคงทางอาหาร (food security) และการกักเก็บคาร์บอนบนอาคารสูง* ภายใต้ชุดโครงการ การเตรียมการชุมชนอัจฉริยะเพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยพิบัติ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Foeken, D. W. J., & Owuor, S. O. (2008), Farming as a livelihood source for the urban poor of Nakuru, Kenya. *Geoforum, 39,* 1978-1990.

Hara, Y., Hiramatsu, A., Honda, R., Sekiyama, M., & Matsuda, H. (2010). Mixed land-use planning on the periphery of large Asian cities: The case of Nonthaburi Province, Thailand. *Sustainability Science, 5*(2), 237-248.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC.* Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Leblang, R. (2019). *What You Should Know About Vertical Farming Is It the Future of Agriculture?* Retrieved October 1, 2020, from https://www.thebalancesmb.com/what-you-should-know-about-vertical-farming-4144786

Lovell, S. T. (2010). Multifunctional Urban Agriculture for Sustainable Land Use Planning in the United States. *Sustainability,* 2(8), 2499-2522.

Marsiling Secondary School. (2020). *Applied Learning Programme (ALP).* Retrieved October 1, 2020, from https://marsilingsec.moe.edu.sg/curriculum/applied-learning-programme/

McCurry, J. (2016). *Japanese firm to open world's first robot-run farm.* Retrieved October 1, 2020, from https://www.theguardian.com/environment/2016/feb/01/japanese-firm-to-open-worlds-first-robot-run-farm

Pearson, L. J., Pearson, L., & Pearson, C. J. (2010). Sustainable urban agriculture: Stocktake and opportunities. *International Journal of Agricultural Sustainability, 8,* 7–19.

Smit, J., Ratta, A., & Nasr, J. (1996). *Urban agriculture: Food, jobs and sustainable cities. United Nations Development Programme, publication series for Habitat II, Vol. 1.* New York: UNDP.

Steele, K. (2017). *URBAN FARMING WORK BOOK: An introduction to urban farming, from types and benefits to strategies and regulations.* Retrieved October 1, 2020, from http://vitalysthealth.org/wp-content/uploads/2017/07/WrkBk-UrbnAgrcltr-FNL-Edited.pdf

United Nation. (2018). *68% of the World Population Projected to Live in Urban Areas by 2050, Says UN.* Retrieved October 1, 2020, from https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html

United Nations Environment Programme. (2019). *Collaborative Framework for Food Systems Transformation: A Multi-Stakeholder Pathway for Sustainable Food Systems.* Retrieved October 1, 2020, from http://www.oneplanetnetwork.org/initiative/setting-table-our-children-improving-governance-food-systems-

United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT). (2009). *STATE OF THE Harmonious Cities.* Quicksilver Drive, Sterling, VA20166-2012, USA.

Photo by Freepik.com