

การพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ควบคู่กับการทำเกษตรกรรม
ในโรงเรือน (Greenhouse) จากแนวคิดนโยบายของสาธารณรัฐประชาชนจีน

โดย นางสาวจรรวรณ์ พิพัฒน์พุทธพันธ์ นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ
สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

ภายใต้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 ของสาธารณรัฐประชาชนจีน (The Thirteenth Five-Year Plan 2016-2020 on National Economic and Social Development) มุ่งเน้นนโยบายการพัฒนาด้านพลังงานควบคู่ไปกับการสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก จะเห็นได้จากการกำหนดเป้าหมายการพัฒนาสีเขียว (Green development) อย่างเป็นทางการเป็นรูปธรรม คือ ลดความเข้มพลังงานหรือสัดส่วนการใช้พลังงานต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) และลดความเข้มก๊าซคาร์บอนหรือสัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อ GDP ลงร้อยละ 15 และร้อยละ 18 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2015

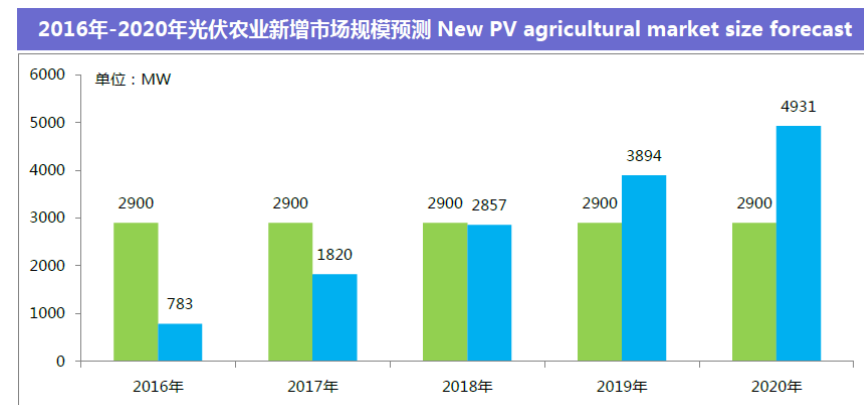
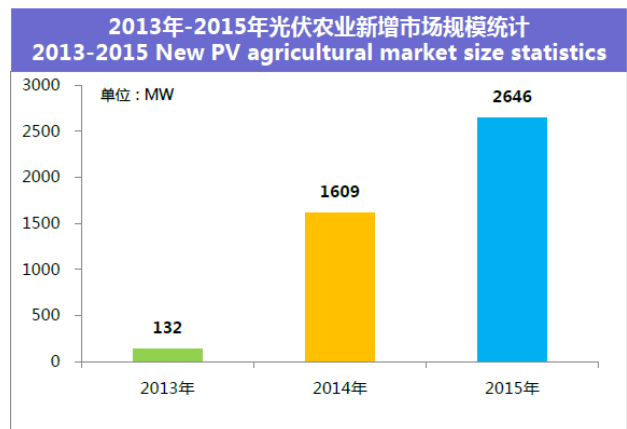
	12th Five-Year Plan's Targets (Compared to 2010)	12th Five-Year Plan's Achievements (Compared to 2010)	13th Five-Year Plan's Targets (Compared to 2015)
Energy Intensity (Energy Consumption per Unit of GDP)	-16%	-18.2%	-15%
Carbon Intensity (Carbon Emissions per Unit of GDP)	-17%	-20%	-18%
Non-Fossil Fuel Percentage	11.4%	12%	15%
Sulfur Dioxide (SO ₂)	-8%	-18%	-15%
Nitrogen Oxides (NO _x)	-8%	-18.6%	-15%
Ammonia Nitrogen	-10%	-13%	-10%
Chemical Oxygen Demand	-10%	-12.9%	-10%

ปัจจุบันสาธารณรัฐประชาชนจีนใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงหลักเพื่อการผลิตพลังงานบริโภคภายในประเทศ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 64.2 ของการบริโภคพลังงานรวม โดยปี 2014 จีนมีบริโภคพลังงานขั้นต้นรวมทั้งสิ้นประมาณ 4.26 ล้านตันของถ่านหินซึ่งเป็นสถิติที่สูงที่สุด และคาดว่าจะเพิ่มสูงขึ้นถึง 5 ล้านตันในปี 2020 ทั้งนี้มาจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจ จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล การพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชากรที่ดีขึ้น สภาพความเป็นเมืองที่ขยายตัวเพิ่มขึ้น และแรงกดดันด้านความร่วมมือระหว่างประเทศเพื่อแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas emission) ในเวทีการประชุมระดับนานาชาติ รวมถึงความถี่การเกิดภัยพิบัติที่เพิ่มขึ้นได้สร้างความสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างมากแก่ประเทศ ด้วยเหตุผลต่างๆ ดังกล่าว ทำให้ประเทศจีนปรับนโยบายด้านพลังงานโดยอยู่บนหลักการ 2R คือ การทดแทนด้วยพลังงานรูปแบบอื่นๆ (Replace) การลดปริมาณการใช้พลังงาน (Reduce)

ในบทความนี้จะนำเสนอหลักการของนโยบายพลังงานเพียง R เดียว นั่นคือ Replace การทดแทนด้วยพลังงานรูปแบบอื่นๆ สามารถดำเนินการในหลากหลายกลยุทธ์ ซึ่งการพัฒนาเทคโนโลยีสะอาดอย่างเต็มรูปแบบ (Clean technology) เป็นกลยุทธ์หนึ่งที่น่ามาใช้ในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมเพื่อให้การใช้วัตถุดิบ พลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดผลกระทบ ความเสี่ยงต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ด้วยการควบคุมมลพิษและของเสียที่แหล่งกำเนิดน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย ดังนั้น หนึ่งในนโยบายสำคัญของแผนนี้ คือ รัฐบาลจีนต้องการกระตุ้นการสร้างความสามารถการแข่งขันทางธุรกิจของภาคอุตสาหกรรมโดยเฉพาะธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสะอาด เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมาธุรกิจการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์และกังหันลมในประเทศได้รับความเดือดร้อนจากปัญหาสินค้าล้นตลาด ทำให้ผู้ประกอบการจีนพยายามมองหาตลาดใหม่ๆ ที่จะเป็นการขยายโอกาสทางธุรกิจเพื่อต่อยอดการใช้งานในภาคธุรกิจอื่นมากขึ้น ซึ่งธุรกิจเกษตรเป็นเป้าหมายลำดับต้นๆ ของผู้ประกอบการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพราะพื้นที่และประชากรส่วนใหญ่ยังคงประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก



แนวคิดการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา ร่วมกับการทำเกษตรกรรมในโรงเรือน (Greenhouse) สามารถผลิตพลังงานได้ทั้งรูปแบบความร้อนและพลังงานไฟฟ้า ซึ่งรูปแบบการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าบนหลังคาโรงเรือนกำลังได้รับความนิยมอย่างมากในสาธารณรัฐประชาชนจีน จากข้อมูล สถานการณ์ตลาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าในภาคเกษตร (PV agricultural market) มีอัตราเติบโตเฉลี่ยต่อปีมากกว่าร้อยละ 200 โดยปี 2015 มีขยายตัวสูงถึงประมาณ 2.6 GW คิดเป็นมูลค่าประมาณ 24.7 พันล้านบาท หรือประมาณ 47.5 ล้านบาทต่อเมกะวัตต์ และภายใต้การดำเนินการตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจ



ฉบับล่าสุดที่มุ่งส่งเสริมการลงทุนให้นำพลังงานทดแทนมาใช้ในภาคอุตสาหกรรมอื่นเพิ่มมากขึ้น คาดว่าอีก 5 ปีข้างหน้าจะส่งผลให้มีการขยายตัวของตลาดเพิ่มสูงขึ้นถึง 7.8 GW คิดเป็นมูลค่าประมาณ 74 พันล้านบาท

หยวน หรือประมาณ 370,000 ล้านบาท (อัตราแลกเปลี่ยน 5 บาทต่อหยวน) การขยายตัวของตลาดอุตสาหกรรมการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เพิ่มมากขึ้นในแต่ละปีนับเป็นโอกาสที่ช่วยกระตุ้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ก้าวหน้ามากยิ่งขึ้นด้วยการค้นหาเทคโนโลยีใหม่ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงานให้ใกล้เคียงกับพลังงานที่ผลิตได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิล เป็นต้น

ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงสำหรับการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาโรงเรือน




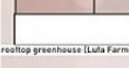
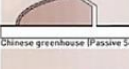
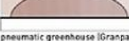
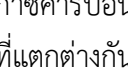
1. **ลักษณะสภาพอากาศทั่วไป** ประเทศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียสในฤดูหนาว การเพิ่มอุณหภูมิด้วยระบบความร้อน (Heat system) ภายในโรงเรือนมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ในฤดูร้อนบางพื้นที่จะมีอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ระบบความเย็น (Cooling system) จะช่วยลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนในช่วงเวลากลางวันหรือค่าความร้อนสะสมตลอดทั้งวันสูงกว่าระดับที่เหมาะสม



2. **ที่ตั้งของประเทศ (ตำแหน่งละติจูด)** ความลาดเอียงของหลังคาที่ต้องมีความลาดเอียงให้เท่ากับหรือใกล้เคียงกับละติจูดในพื้นที่นั้นๆ เพื่อให้สามารถรับแสงอาทิตย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

3. **ลักษณะและรูปร่างของโรงเรือน** ความเหมาะสมของโรงเรือน เช่น รูปลักษณะ ความสูง วัสดุประกอบโครงสร้างโรงเรือน เป็นต้น รวมทั้งอุณหภูมิ ความชื้น การระบายอากาศภายในโรงเรือน การควบคุมโรคและ

COMPARISON: GREENHOUSE TYPOLOGIES

	support structure	cover materials	growing method	energy input	expected yields/year (kg/m ²)	investment costs (\$/m ²)
 low-tech greenhouse, hoop house (Growing Power)	metal pipe or PV pipe, wood	single layer of PE film	soil-based with drip irrigation (manual)	solar radiation, compost, passive cooling	10-20 kg/m ² 45-90 tons/acre tomatoes	25-30
 medium-tech greenhouse	steel frame	double PE film or rigid plastic	soil based or hydroponic with drip irrigation	solar radiation, passive + active controls (fans + vents) with or without heating	20-50 kg/m ² 90-225 tons/acre tomatoes	30-100
 high-tech greenhouse, Venlo Style	steel frame or aluminum frame	glass, polyethylene, polycarbonate	recirculating hydroponics, high wire aggregate drip culture and NFT	solar radiation, forced ventilation, evaporative cooling, heating, CO ₂ fertilization, energy curtains	50-70 kg/m ² tomatoes, up to 80 kg/m ² lettuce (225-360 tons/acre)	150-300 and more
 reeltop greenhouse (Lufa Farms, Gotham Greens)	steel frame or aluminum frame	glass	recirculating hydroponics, high wire aggregate drip culture and NFT	solar radiation, forced ventilation, evaporative cooling, heating, CO ₂ fertilization, energy curtains	50-70 kg/m ² tomatoes, up to 80 kg/m ² lettuce (225-360 tons/acre)	300-500
 reeltop greenhouse (Lufa Farms, Gotham Greens)	steel trussed (low tech bamboo)	single layer of PE film	soil based	solar radiation, thermal blanket	30 kg/m ² 125 tons/acre all vegetables	25-30 (steel) 4-10 (bamboo)
 Chinese greenhouse (Passive Solar Greenhouse)	fan to create positive pressure	ETFE film	recirculating hydroponic raft culture	solar radiation, forced ventilation, heating + cooling through fans, vents + misters	30 kg/m ² 135 tons/acre lettuce	400
 pneumatic greenhouse (Grampa Domes)						

แมลง ส่งผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตทางการเกษตร

4. **ความเข้มและปริมาณแสงที่พืชได้รับ** ขึ้นอยู่กับชนิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และสัดส่วนพื้นที่ติดตั้งบนหลังคาโรงเรือน ส่งผลกระทบต่อปริมาณแสงแดดที่พืชจะได้รับ พืชจำเป็นต้องได้รับความเข้มและปริมาณแสงที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ เพื่อการเจริญเติบโตทางสรีรวิทยา สันฐานวิทยา และการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีภายในพืช (พลังงานที่เกิดจากปฏิกิริยาที่มีแสงแดดเป็นสารตั้งต้นจะเปลี่ยน

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำให้กลายเป็นคาร์โบไฮเดรตและออกซิเจน) ซึ่งพืชแต่ละชนิดต้องการความเข้มแสงที่แตกต่างกัน บางชนิดต้องการช่วงแสงยาว (Long day, LD) บางชนิดต้องการความเข้มแสงสั้น (Short day, SD)

การติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา ร่วมกับการทำเกษตรกรรมในโรงเรือนของสาธารณรัฐประชาชนจีน ช่วยเพิ่มประโยชน์การใช้ที่ดินด้วยการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เอง ลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าของโรงเรือน ลดภาระการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ลดการสร้างมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และพัฒนาศักยภาพของเกษตรกร รวมถึงสามารถต่อยอดเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรนิเวศอีกด้วย

อย่างไรก็ตาม อีกหลายประเทศทั่วโลกเริ่มศึกษาการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาโรงเรือนงานวิจัยส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับการออกแบบประเภทโรงเรือน ประเภทของวัสดุประกอบโครงสร้างโรงเรือน ชนิดของพืชที่นำมาวิจัยส่วนใหญ่เป็นมะเขือเทศ และพืชอื่น เช่น ผักกาดขาว หัวหอม wild rocket พืชจำพวกใบ เป็นต้น ในประเทศกลุ่มเขตภูมิอากาศร้อนชื้น (Tropical Climates) เช่นเดียวกับประเทศไทย อย่างเช่น มาเลเซียเริ่มมีงานศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 18.75 วัตต์ จำนวน 48 แผง อินเวอร์เตอร์ จำนวน 1 เครื่อง แบตเตอรี่สำรอง จำนวน 12 ตัว และระบบควบคุม จำนวน 1 ระบบ เพื่อสร้างความเย็นภายในโรงเรือนด้วยการผลิตไฟฟ้าไปหมุนพัดลมไอน้ำ ขนาดกำลังไฟฟ้า 400 วัตต์ จำนวน 2 เครื่อง ในช่วงเวลา 11.00 – 16.00 น. ซึ่งสามารถรองรับปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโรงเรือนได้ทั้งหมด โดยไม่ต้องพึ่งพาไฟฟ้าจากระบบสายส่ง

สำหรับประเทศไทย การประยุกต์ใช้งานแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าแบบติดตั้งบนหลังคาโรงเรือนสำหรับภาคการเกษตรยังไม่แพร่หลาย อาจมาจากข้อมูลด้านเทคนิค การบริหารจัดการ รวมทั้งข้อมูลการลงทุนยังไม่เพียงพอ ทำให้ยากต่อการตัดสินใจของผู้ประกอบการ ดังนั้น หากภาครัฐต้องการมุ่งส่งเสริมการผลิตพลังงานเพื่อใช้เอง (self-consumption) ควรมีการศึกษาวินิจฉัยข้อมูลทางเทคนิค และทางเศรษฐศาสตร์ที่สอดคล้อง และเหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย เช่น

- อุณหภูมิที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ จากสถิติย้อนหลัง 60 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2494 – 2556 อุณหภูมิสูงสุดของภาคเหนือประมาณ 44-44.5 °C ต่ำที่สุดประมาณ 0.8-1 °C ส่วนอุณหภูมิสูงสุดของภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีทั้งพื้นที่ภูเขาสูงและที่ราบ ในขณะที่ภาคกลางมีลักษณะพื้นที่เป็นแอ่งที่ราบ ส่งผลให้ปริมาณแสงที่ตกกระทบแต่ละจุดของพื้นที่จะแตกต่างกันไป ทำให้ต้องมีการประยุกต์ออกแบบระบบเพื่อปรับใช้ในแต่ละอุณหภูมิให้เกิดประโยชน์สูงสุด

- ตำแหน่งที่ตั้ง ลักษณะพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันในแต่ละภูมิภาคของไทย ลักษณะภูมิประเทศของภาคเหนือมีเขาสูงสลับกับหุบเขา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีทั้งพื้นที่ภูเขาสูงและที่ราบ ในขณะที่ภาคกลางมีลักษณะพื้นที่เป็นแอ่งที่ราบ ส่งผลให้ปริมาณแสงที่ตกกระทบแต่ละจุดของพื้นที่จะแตกต่างกันไป

- การออกแบบโรงเรือน ต้องสร้างสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชปลูกแต่ละชนิด ซึ่งควรเป็นพืชที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง จะมีความคุ้มค่าและสามารถคืนทุนได้เร็ว

- การกำหนดสัดส่วนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา ส่งผลต่อปริมาณแสงอาทิตย์ที่พืชจะได้รับ หากปริมาณแสงไม่เพียงพอหลังการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา การลงทุนเพื่อเพิ่มปริมาณแสงภายในโรงเรือนจะสูงมาก

ซึ่งข้อมูลต่างๆ เหล่านี้สามารถนำมาใช้วางแผนและกำหนดนโยบายทิศทางการส่งเสริม สนับสนุนของภาครัฐเพื่อการยกระดับการทำเกษตรกรรมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งยังขยายตลาดอุตสาหกรรมพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไปยังภาคการผลิตอื่นให้หลากหลายมากขึ้น และพัฒนาศักยภาพบุคลากรของภาคเกษตรและพลังงานให้สูงขึ้นในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

https://en.wikipedia.org/wiki/Geography_of_Thailand#Climate

Al-Shamiry, F.M.S. และคณะ , 2550. Design and development of a photovoltaic power system for tropical greenhouse cooling. American Journal of Applied Sciences. Volume 4, Issue 6, 2007, Pages 386-389

China's 13th Five-Year Plan Opportunities for Finnish Companies, 2016. The Economist Corporate Network

Gundula Proksch, 2017. Creating Urban Agricultural Systems: An Integrated Approach to Design

Reda Hassanien Emam Hassanien และคณะ, 2016. Advanced applications of solar energy in agricultural greenhouses. Renewable and Sustainable Energy Reviews 54 (2016) 989–1001.

Peng Peng, 2017. Presentation “Global PV Policy & Market Outlook” on 15 January 2017 of APEC Low Carbon Model Town Solar Photovoltaic Agricultural Development Mode Study meeting.