บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 การจัดการธาตุอาหารสำหรับการผลิตพืช (plant nutrient management for crop production)

ดินที่ใช้ปลูกพืชต่อเนื่องเป็นระยะยาวนานจะมีการสะสมของธาตุอาหารในดินในปริมาณที่ค่อนข้างสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากมีการใช้ปุ๋ยอย่างต่อเนื่องในการผลิตพืช โดยขาดหลักในการจัดการปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ได้พิจารณาปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินและปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการ จึงทำให้มีการตกค้างของธาตุอาหารในดิน ปริมาณธาตุอาหารเหล่านั้นจะค่อยๆ สะสมอยู่ในดินทั้งในรูปที่ถูกดูดตรึงไว้บนอนุภาคของดินและในรูปของเกลือที่ละลายอยู่ในสารละลายดิน ซึ่งจะสังเกตได้จากคราบสีขาวๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวหน้าดินในขณะที่ผิวดินแห้ง จากการวิเคราะห์ตัวอย่างดินของเกษตรกรที่ส่งมาให้ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ดินบนพื้นที่สูง ที่เริ่มใช้ทำการเกษตรในปีแรกดิน จะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ (available P) ค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (อยู่ในช่วง 5 – 40 mg/kg) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) จะอยู่ในช่วงปานกลางถึงสูง (80 – 120 mg/kg) และค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ทั่วไปอยู่ในช่วง 25 – 120 mS/cm แต่หลังจากการใช้พื้นที่ในการเพาะปลูกและมีการใช้ปุ๋ยอย่างต่อเนื่อง พบว่า ค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินเพิ่มสูงขึ้นมาก (>300 mg/kg) บางตัวอย่างตรวจพบว่ามีประมาณสูงถึง 1,000 mg/kg โดยปกติแล้วปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดิน 25 - 40 mg/kg ก็ถือว่าเพียงพอสำหรับการผลิตพืชโดยทั่วไป (Peverill *et al*., 1999) สำหรับโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ก็พบว่ามีปริมาณที่สูงมากเช่นกัน พบตั้งแต่ 300 – 900 mg/kg เช่นเดียวกับค่า EC ของดิน ในโรงเรือนบางแห่งมีค่า EC สูงถึง 800 mS/cm จากการรายงานของ สุพัตรา (2545) ในการศึกษาสมบัติดินในพื้นที่บ้านแม่มะลอ อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ พบว่าคุณสมบัติของดินที่ใช้ในการเกษตรและพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (ไม่ได้ใช้ในการเกษตร) มีความแตกต่างกัน โดยดินที่ใช้ในการเกษตรอย่างต่อเนื่องมีปริมาณอินทรียวัตถุลดต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด โดยดินรกร้างว่างเปล่ามีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 5.36 - 10% ในขณะที่ดินที่ใช้ปลูกกะหล่ำปลี อยู่ในช่วง 4.69 - 5.36% และดินที่ใช้ปลูกข้าวมีเพียง 3.0-3.8% เช่นเดียวกับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ ที่ดินที่ใช้ในการเกษตรมีฟอสฟอรัสสูง 102 – 619 mg/kg ในขณะที่ดินที่เป็นป่าเขามีเพียง 10 mg/kg

จากการศึกษาของ ชูชาติ และคณะ (2550) พบว่าความต้องการธาตุอาหารของผักปวยเหล็งที่ปลูกในพื้นที่โครงการหลวงหนองหอย (ระยะปลูก 20 x 25 ซม.) ต้องการไนโตรเจน 15 กิโลกรัม/ไร่ (0.48 กรัม/ต้น) ฟอสฟอรัส 1.9 กิโลกรัม/ไร่ (0.06 กรัม/ต้น) โพแทสเซียม

36 กิโลกรัม/ไร่ (1.13 กรัม/ต้น) แคลเซียม 1.9 กิโลกรัม/ไร่ (0.06 กรัม/ต้น) และแมกนีเซียม 2.2 กิโลกรัม/ไร่ (0.07กรัม/ต้น) เท่านั้น แต่จากข้อมูลการวิเคราะห์ดินพบว่าดินมีปริมาณธาตุอาหารค่อนข้างสูง สามารถให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้มากกว่า 62 กิโลกรัม/ไร่ (avai.P >200 mg/kg) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มากกว่า 125 กิโลกรัม/ไร่ (exch.K >400 mg /kg) แคลเซียม มากกว่า 312 กิโลกรัม/ไร่ (exch.Ca >1000 mg /kg) และแมกนีเซียม มากกว่า 50 กก./ไร่ (exch.Mg > 160 mg/kg) ซึ่งปริมาณดังกล่าวเพียงพอต่อการปลูกผักปวยเหล็ง และจากข้อมูลการจัดการปุ๋ยในการผลิตผักปวยเหล็งของโครงการหลวงขุนวางพบว่ามีการใส่ปุ๋ยต่อเนื่องในทุกรอบการผลิต จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปุ๋ยตกค้างอยู่ในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ซึ่งการสะสมของธาตุอาหารทั้งสองตัวนี้ในปริมาณที่สูง อาจจะทำให้สมดุลของธาตุอาหารในดินเสียไป ส่งผลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารตัวอื่นๆ ได้ โดยเฉพาะการที่ดินมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในปริมาณที่สูง จะไปยับยั้งการดูดธาตุแมกนีเซียมของพืชเนื่องจากธาตุทั้งสองเป็นปฏิปักษ์ต่อกัน ซึ่งอาจทำให้พืชเกิดอาการขาดแมกนีเซียมขึ้นมาได้ (Metson, 1974) ซึ่ง ชาตรี และคณะ (2549) พบลักษณะอาการขาดแมกนีเซียมในคะน้าเห็ดหอมที่ปลูกภายใต้สภาพโรงเรือน ในระยะหลังย้ายปลูก 15 วัน โดยคะน้าที่แสดงอาการผิดปกติ มีการสะสมแมกนีเซียมในใบต่ำกว่าพืชที่ไม่แสดงอาการผิดปกติ (0.38 : 0.49% Mg) และจากค่าการวิเคราะห์ดิน ณ จุดที่พืชแสดงอาการผิดปกติ พบว่าดินมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับที่พอเพียงต่อการปลูกพืชโดยทั่วไป (250 – 260 mg/kg) แต่มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงถึง 910 - 990 mg /kg

จากการศึกษาของ ชาตรี และคณะฯ (2549) และ จริยา และคณะฯ (2549) ในการพัฒนาการผลิตผักคุณภาพและถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูกผักปลอดสารพิษในโรงตาข่ายกันแมลงก็พบปัญหาการสะสมของธาตุอาหารต่างๆ ในดินที่ใช้ในการผลิตพืชในโรงเรือนเช่นเดียวกัน จะเห็นได้ว่าการสะสมของธาตุอาหารและการเพิ่มขึ้นของค่า EC ของดินเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอย่างยิ่งสำหรับการผลิตพืชในโรงเรือน หากเกษตรกรขาดการจัดการดินและปุ๋ยอย่างถูกต้อง ในแต่ละฤดูปลูกธาตุอาหารต่างๆ จะค่อยสะสมอยู่ในดินในรูปของเกลือต่าง ๆ ทำให้ดินมีความเค็มเพิ่มขึ้น (ค่า EC เพิ่มขึ้น) เมื่อถึงจุดหนึ่งปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ในสารละลายดินมากเกินไปจนมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลิตผลของพืช เนื่องจากทำให้พืชเกิดอาการขาดน้ำ และมีการสะสมไอออนที่เป็นพิษในพืชมากเกินไป นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืชด้วย ซึ่ง จิราพร และคณะ (2551) ก็พบเช่นเดียวกัน ในการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินในโรงเรือน ที่มีการปลูกพืชที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ เบญจมาศ มะเขือเทศ และผักใบ อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานมากกว่า 3 ปี ในพื้นที่ของโครงการหลวงขุนวาง อำเภอขุนวาง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า การปลูกพืชในโรงเรือนเป็นระยะเวลาต่อเนื่องภายใต้สภาพการจัดการดินและปุ๋ยตามที่นิยมปฏิบัติ มีแนวโน้มทำให้

pH ของดินลดลง ค่าการนำไฟฟ้า ของดิน (EC) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มสูงขึ้น

ชูชาติ และคณะ (2560) ทำการศึกษาการทดสอบการให้ปุ๋ยแบบประหยัดและมีประสิทธิภาพแก่พืชสำคัญบนพื้นที่สูง 6 ชนิด ประกอบด้วย ผักใบ 3 ชนิด คือ เบบี้ฮ่องเต้ เบบี้คอส และคอส และผักผล 3 ชนิด คือ พริกหวาน มะเขือเทศ และแตงกวาญี่ปุ่น บนพื้นที่การผลิตของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง 3 พื้นที่ ได้แก่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ พบว่า การให้ปุ๋ยพบว่าการผลิตเบบี้คอส คอส และเบบี้ฮ่องเต้ ในพื้นที่โรงเรือนขนาด 180 ตารางเมตร ในสภาพที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง (ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงมาก) ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ อัตราการใส่ปุ๋ยโดยประเมินจากความต้องการธาตุอาหารของพืชที่ปลูก ร่วมกับปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินนั้นเพียงพอต่อการผลิตผักใบที่มีคุณภาพ โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 0.66 2.93 และ 1.53 กิโลกรัม สำหรับการปลูกเบบี้คอส คอส และเบบี้ฮ่องเต้ สำหรับการผลิตมะเขือเทศโครงการหลวง และพริกหวาน ที่ปลูกบนดินในอุโมงค์พลาสติก ในสภาพที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง (ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่สูงมาก) ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง อัตราการใส่ปุ๋ยโดยประเมินจากความต้องการธาตุอาหารของพืชที่ปลูก ร่วมกับปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินนั้นเพียงพอต่อการผลิตมะเขือเทศโครงการหลวง และพริกหวานที่มีคุณภาพ การผลิตมะเขือเทศโครงการหลวง ควรใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างน้อย 50 กิโลกรัม/ไร่ เช่นเดียวกับการผลิตพริกหวาน ควรใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างน้อย 40 กิโลกรัม/ไร่ ในขณะที่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมไม่มีความจำเป็น ผลการทดลองการผลิตแตงกวาญี่ปุ่นในโรงเรือน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ อัตราการใส่ปุ๋ยโดยประเมินจากความต้องการธาตุอาหารของพืชที่ปลูกร่วมกับปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินนั้น (ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 65 กิโลกรัม/ไร่) อาจไม่เพียงพอต่อการให้ผลผลิตแตงกวาญี่ปุ่นที่ดี ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้อัตราที่เหมาะสมต่อไป

ชูชาติ และคณะ (2561) ได้ศึกษาวิธีการให้น้ำและปุ๋ยสำหรับสตรอว์เบอร์รี่ เคพกูสเบอร์รี่ และองุ่น ของมูลนิธิโครงการหลวง พบว่าสตรอว์เบอร์รี่ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 500 กรัม/ต้น ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน 1.45 กรัม/ต้น ฟอสฟอรัส 0.31 กรัม/ต้น และโพแทสเซียม 3.54 กรัม/ต้น เคพกูสเบอร์รี่ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 3 กิโลกรัม/ต้น ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน 35.86 กรัม/ต้น ฟอสฟอรัส 17.5 กรัม/ต้น และโพแทสเซียม 76.96 กรัม/ต้น และองุ่นอายุ 7 ปี ให้ผลผลิตเฉลี่ย 5.38 กิโลกรัม/ต้น ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน 75.14 กรัม/ต้น ฟอสฟอรัส 7.40 กรัม/ต้น และโพแทสเซียม 61.04 กรัม/ต้น สำหรับความต้องการน้ำของไม้ผลทั้ง 3 ชนิดตลอดระยะเวลาการผลิต ซึ่งประเมินได้จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศของแต่ละพื้นที่ พบว่า สตรอว์เบอร์รี่มีความต้องการใช้น้ำ 509

มิลลิเมตร/ฤดูกาลปลูก เคพกูสเบอร์รี่มีความต้องการใช้น้ำ 619 มิลลิเมตร/ฤดูกาลปลูก และองุ่นมีความต้องการใช้น้ำ 588 มิลลิเมตร/ฤดูกาลปลูก

2.2 ความต้องการใช้น้ำของพืช (crop water requirement)

ตามหลักการความต้องการใช้น้ำของพืชสูงสุด (potential of crop water requirement, ETc) หมายถึงปริมาณน้ำที่พืชใด ๆ สามารถใช้ในกระบวนการคายระเหยได้สูงสุด (potential of crop evapotranspiration, ETc) ณ สภาพอากาศใดสภาพหนึ่ง โดยพืชนั้น ๆ มีความสมบูรณ์จากการปลูกในสภาวะแวดล้อมของดิน น้ำ ธาตุอาหารสมบูรณ์ และมีการอารักษ์ขาพืชอย่างดี ซึ่งจะมีค่าผันแปรไปตามในระยะการเจริญเติบโตของพืช และชนิดของพืช ค่า ETc ของพืชใด ๆ สามารถประมาณการได้จากสมการ

$$ETc = ETo * Kc$$

โดย ETo คือ ค่าการคายระเหยของพืชอ้างอิงสูงสุด (potential of reference evapotranspiration) ซึ่งสามารถประมาณการได้จากปัจจัยทางสภาพอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ลมและแสงอาทิตย์ เช่น สมการของ Penman-Monteith

Kc คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของพืช (crop coefficient) เป็นค่าสัมประสิทธิ์พืชใช้สำหรับการคายระเหยของพืชสูงสุด เป็นค่าที่ได้จากการทดลองปลูกพืชใน lysimeter แล้วหาค่า Kc จากสัดส่วนของ ETc /ETo ซึ่งค่า Kc ของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปและจะผันแปรไปตามระยะพัฒนาของพืชนั้น ๆ (Allen *et. al.*, 1998)

ดังนั้น การปลูกพืชใด ๆ ถ้าต้องการให้พืชนั้นเจริญเติบโตสูงสุดในสภาพอากาศใด ๆ นั้น พืชควรจะได้รับน้ำเพื่อใช้ในการคายระเหยอย่างเต็มที่ตามความต้องการใช้ในการคายระเหยสูงสุดในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของพืชนั้น ๆ นั่นคือน้ำในดินต้องมีเพียงพอต่อการดูดใช้ (uptake) ได้ในอัตราการคายระเหยสูงสุดของพืช ทั้งนี้กระบวนการที่เกี่ยวข้องทุกอย่างดังกล่าวมานั้นค่อนข้างซับซ้อนและต้องอาศัยความสัมพันธ์ระหว่าง ดิน-น้ำ-พืช รวมถึงสภาพสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะสภาพอากาศที่ผันแปรในแต่ละวัน (ส่วนการใช้น้ำชลประทาน, 2554)

Matinez-Romero *et al*. (2017) ศึกษาการจัดการน้ำที่ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่นำไปใช้ได้ระบบชลประทาน ในเมือง Albecete ประเทศสเปน โดยแบ่งการศึกษาเป็น 2 วิธี คือ (1) พืชได้รับน้ำแบบเต็มที่ และ (2) วิธีการชลประทานที่ไม่สมดุลที่ได้รับการปรับปรุงให้เหมาะสม โดยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่มีอยู่ของชลประทาน ผลการศึกษาพบว่าการจัดการน้ำแบบที่ 2 มีการใช้ประโยชน์ของน้ำมากกว่าในส่วนของมวลรวมชีวภาพ (สำหรับบาร์เลย์ เฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.68 kg m^{-3}, สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 0.15 kg m^{-3} และหอมหัวใหญ่ 0.03 kg m^{-3}) และผลผลิตแห้ง (สำหรับบาร์เลย์ เฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.21 kg m^{-3}, สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 0.08 kg m^{-3} และสำหรับหอมหัวใหญ่ 0.03 kg m^{-3}) คุณภาพผลผลิตและความแตกต่างอย่างมนัยสำคัญ ในการศึกษานี้ (น้ำหนักของข้าว บาร์เลย์ และเมล็ดข้าวโพด และ

ขนาดหัวของหอมหัวใหญ่) ไม่ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรในเรื่องราคา เพราะการจัดการน้ำแบบที่ 2 ได้กำไรที่สูงกว่าแบบแรกในสถานการณ์ที่น้ำในระบบชลประทานมีน้อย ($\leq$5000 m^3ha^{-1})

Hong *et al*. (2015) ศึกษาความต้องการน้ำในพื้นที่ทำการเกษตรที่สูง โดยใช้ โมเดลความชื้นในดิน ภายใต้สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง ในเกาหลีใต้ พบว่า การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่ไม่ปกติ และไม่คงที่ในพื้นที่สูง ทำให้เกิดความแห้งแล้ง และส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของน้ำ ผลผลิตเกษตร และความผันผวนของราคาผลผลิต การศึกษานี้ได้พัฒนาโมเดลความชื้นในดิน เพื่อความต้องการน้ำ (IR) สำหรับพืชที่ปลูกภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ โดยใช้การประมาณปริมาณน้ำฝนที่มีประสิทธิภาพ (ER) การคายระเหยของพืช (ETc) และ IR ของพืชในพื้นที่สูง 29 แห่ง อุณหภูมิ และหยาดน้ำฟ้า (หิมะ,ลูกเห็บ) เพิ่มขึ้น แต่ ER ลดลงภายใต้สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง และความต้องการน้ำสุทธิ (NIR) คาดการณ์ได้ว่าต้องเพิ่มขึ้น พืชผักที่ปลูกมีค่า ER น้อยลง และค่า NIR มากกว่าเมื่อเทียบกับธัญพืช โดยมีค่า ETc ที่เหมือนกัน ซึ่งหมายความว่าพืชผักมีความไวต้องการขาดน้ำมากขึ้น และ IR มากกว่าธัญพืช นอกจากนี้ เราพบว่าข้าวบาร์เลย์มีค่า ETc และ IR รายวันต่ำ แต่ค่า NIR มีอัตราที่เพิ่มขึ้นภายใต้สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคกลางของเกาหลีใต้ ค่า NIR ของกระหล่ำปลีจีน มีค่าต่ำตะวันออกของประเทศ ไปทางพื้นที่หมู่เกาะทางภาคเหนือ หอมหัวใหญ่มีค่า ETc และNIR ที่สูงกว่า พื้นที่ปลูกพืช 29 พื้นที่ แต่แสดงการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ชัดเจน เมื่อเทียบพืชอื่นภายใต้สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง ความขาดแคลนน้ำ เป็นปัญหาหลักที่จำกัด สำหรับผลผลิตของการเกษตรที่ยั่งยืน ค่าความแปรปรวนของ IR และค่า ETc สำหรับพืชแต่ละชนิดภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะการเพาะปลูกพืชพื้นที่และลักษณะทางสภาพภูมิอากาศ ผลการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการชลประทานและน้ำในดิน สำหรับพื้นบนพื้นที่สูงภายใต้สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง

Guillaume *et al*. (2015) ศึกษาการจัดการการชลประทานที่มีศักยภาพแบบ Matric ของเขตที่ปลูกสตรอว์เบอร์รี่ ผลต่อผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้น้ำ กล่าวว่า ความเหมาะสม และความมีประสิทธิภาพสำหรับช่วงการให้น้ำ คือความจำเป็นต่อการเพิ่มผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช (WUE) และลดผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมจาการสูญเสียน้ำ และธาตุอาหาร โดยการไหล่บ่าและการชะล้าง ในการศึกษานี้ การทดลองภาคสนามได้ดำเนินการที่การผลิตสตรอว์เบอร์รี่ 4 แห่ง โดยแต่ละพื้นที่ที่มีสภาพดินและสภาพภูมิอากาศแตกต่างกัน ในแต่ละพื้นที่ มีเนื้อดิน และศักยภาพการให้น้ำ (IT) และWUE ที่แตกต่างกันในพื้นที่การจัดการการให้น้ำแบบ Matric นำไปเปรียบเทียบกับการให้น้ำตามปกติจากผู้ผลิตในแต่ละไซต์ในไซต์ 1 (ดินร่วนปนเหนียวปนทราย, อากาศชื้น) ที่ IT 15 kPa เพิ่มผลผลิต 6.2 % เมื่อเทียบกับการให้น้ำตามปกติของผู้ผลิต ไซต์ที่ 2 เมื่อเนื้อดินและสภาพอากาศเดียวกันกับไซต์ 1 การให้น้ำตามกรรมวิธีทดลองไม่มีผลต่อผลผลิต และการจัดการการให้น้ำแบบ Matric ได้ลดค่า WUE เมื่อเทียบกับการปฏิบัติทั่วไป อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการ

รักษาสมบัติของดินที่ต่ำกว่า -9 kPa อาจก่อให้เกิดสภาวะเครียดสำหรับพืชได้ ไซต์ 3 (ดินร่วนปนทราย, สภาพอากาศแบบเมดิเตอเรเนียน) ผลผลิต และค่า WUE ที่ดีที่สุด ได้มาเมื่อค่า IT คือ -8 kPa และคำแนะนำสำหรับค่า WUE เพิ่มขึ้นได้เมื่อมีการให้น้ำที่ถี่มากขึ้น ไซต์ 4 (ดินร่วนปนเหนียว, สภาพอากาศแบบเมดิเตอเรเนียน) ผลการศึกษาพบว่าค่า IT ระหว่าง -10 kPa ถึง -15 kPa สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและผลผลิตได้ และการจัดการน้ำแบบ Matric ทำให้การชะล้างบริเวณเขตรากพืชลดลง เมื่อเทียบกับวิธีปฏิบัติทั่วไป เมื่อพิจารณาผลจากทุกไซต์ IT ของ -10 kPa ดูเหมือนจะเพียงพอที่จะเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการชลประทานในสภาพแวดล้อมส่วนใหญ่

Phogat *et al*. (2015) ศึกษาการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การเพาะปลูก ความเป็นประโยชน์ของน้ำและสมดุลน้ำสำหรับองุ่นทำไวน์ชลประทานที่ระดับการขาดดุลต่างกันโดยน้ำหยด พบว่า การประมาณการคายระเหย (ET) ซึ่งสามารถแบ่งแยกออกเป็นการคายน้ำและการระเหยกลายเป็นพื้นฐานสำหรับการปรับปรุงการจัดการน้ำในสภาพแวดล้อมที่มีน้ำจำกัด และสภาพการชลประทานที่ขาดแคลน การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาเพื่อประเมินความสมดุลของน้ำ และส่วนประกอบของ ET โดยการให้น้ำในน้ำหยดใต้ผิวดิน (SDI) ซึ่งทำการทดลองกับองุ่นไวน์พันธุ์ Chardonnay สองฤดูกาล (2010-2011 และ 2011-2012) โดยใช้แบบจำลองเชิงตัวเลข (HYDRUS-2D) การใช้น้ำเพื่อการชลประทานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (51% (I1), 64% (I2), 77% (I3) และ 92% (I4)) ได้มีการใช้แบบสัมประสิทธิ์การเพาะปลูกแบบผสมผสานแบบ FAO-56 ในรูปแบบ modified เพื่อสร้างการคายน้ำและการดูดน้ำเป็นรายวันเป็นปัจจัยการผลิตในรูปแบบ HYDRUS-2D แบบจำลองที่ได้รับการสอบเทียบและได้รับการตรวจสอบแล้วได้ประมาณการการคายระเหยจริง (ET_{Cact}), การคายน้ำจริง (T_{pact}) และการระเหยที่เกิดขึ้นจริง (E_{sact}) และการให้ความชุ่มชื้นภายใต้การใช้งานที่หลากหลาย จากนั้นจึงนำค่าจำลองมาใช้ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การเพาะปลูก ($K_{cactand}$ K_{cbact}) และผลผลิตน้ำขององุ่นไวน์ภายใต้สภาพไม่สมดุลที่แตกต่างกันโดยใช้วิธี HYDRUS-2D สำหรับกรรมวิธีที่แตกต่างกันระหว่าง 239 และ 382 mm อย่างไรก็ตามการระเหยตามฤดูกาล 44-59% ของฤดูกาล $ET_{Cactlosses}$ ในกรรมวิธีที่แตกต่างกัน อัตราการคายน้ำในแต่ละวันของ I_4t (T_{p4act}) เปลี่ยนแปลงจาก 0.11-2.74 mm/day ปริมาณน้ำลึกประมาณ 35-40% ของปริมาณน้ำทั้งหมดที่ใช้โดยปริมาณน้ำฝน และการชลประทาน ค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Kcact) ที่คำนวณได้จากการจำลองแบบ HYDRUS-2D มีค่าเท่ากับ 0.27 ซึ่งใกล้เคียงกับการตรวจสอบอื่น ๆ ในทำนองเดียวกันค่าของระยะเริ่มต้น $K_{cbactfor}$ กลาง และปลายคือ 0.13,0.27 และ 0.14 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การระเหยเป็นรายเดือน (Ke) มีค่าตั้งแต่ 0.1 ถึง 0.32 โดยมีค่าเท่ากับ 0.18 ความเป็นประโยชน์ของน้ำที่เกี่ยวกับการสูญเสีย ET (WPETC) อยู่ระหว่าง 5.9 ถึง 6.2 kg/m^3 ของน้ำใช้ อย่างไรก็ตามการผลิตน้ำสำหรับการคายน้ำ (WPTC) เกือบสองเท่าเมื่อเทียบกับ $WPET_C$ ในผลกระทบของการชลประทานที่ไม่สมดุลต่อองค์ประกอบของน้ำเบอร์รี่ (Brix, pH และ titratable

acidity) ต่ำกว่าความแปรปรวนระหว่างฤดูกาล ผลลัพธ์เหล่านี้สามารถช่วยพัฒนายุทธศาสตร์การชลประทานได้ดีขึ้นสำหรับองุ่นไวน์ที่ผ่านการชลประทานของ SDI ภายใต้สภาวะที่ขาดแคลนน้ำ

Thomas *et al*. (2016) กล่าวว่า ไนโตรเจนมีความสำคัญต่อคุณภาพขององุ่นที่ได้รับการให้น้ำกับไม่ได้รับการให้น้ำ แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและการชลประทานของไร่องุ่นมีผลต่อสรีรวิทยาของพืชผลไม้ที่มีคุณภาพและต่อการเน่าเสียของผลไม้

Losano *et al*. (2015) กล่าวว่า ในภาคตะวันตกเฉียงใต้ของสเปนพืชสตรอว์เบอร์รี่สร้างมูลค่าสูงทางเศรษฐกิจและอัตราการจ้างงานที่สูง อย่างไรก็ตามสตอรเบอร์รี่ได้รับการปลูกในบริเวณใกล้เคียงอุทยานแห่งชาติ Donana ซึ่งเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีการปกป้องสิ่งแวดล้อมสูงสุดของยุโรป ดังนั้นการลดการใช้น้ำในการเกษตรจึงน่าสนใจมากในพื้นที่นี้ ทำการทดลองเพื่อกำหนดความต้องการการชลประทานของสตรอว์เบอร์รี่ (Fragaria × ananassa) การทดลองดำเนินการกับพันธุ์ Sabrina และ Antonilla โดยมีการชลประทาน มีการใช้น้ำชลประทานสามครั้ง มีการติดตั้ง Lysimeters การระบายน้ำเพื่อวัดการรั่วไหลของพืช ในการทดลองของ Sabrina การคายระเหยของพืชตามฤดูกาลมีค่าระหว่าง 430 ถึง 453 mm ในขณะที่ Antilla มีปริมาตรถึง 352 mm สิทธิภาพการชลประทาน 81% ได้รับเมื่อมีปริมาณการชลประทาน 5500 m^3/ha ในการทดลองทั้งหมดของ Sabrina การผลิตผลไม้ที่ขายได้เกินกว่า 1,000 g/plant และผลผลิตสูงกว่า 74 ton/ha โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทดลอง ($P < 0.05$) ในการทดลอง Antilla ประสิทธิภาพการชลประทานสูงสุดถึง 58% ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 750 g/plant ในขณะที่การใช้ประโยชน์ดินมีค่ามากกว่า 48 ton/ha โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลผลิตน้ำสูงขึ้นในการทดลองของ Sabrina ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าตามตารางการชลประทานตามข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและค่าสัมประสิทธิ์การเพาะปลูกโดยประมาณสามารถทำให้ประหยัดน้ำได้อย่างมีนัยสำคัญ

จิราภรณ์ และคณะ (2557) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รี่ในสภาพปลอดเชื้อ โดยได้ศึกษาระดับความเข้มข้นของปุ๋ยเคมี 3 ชนิดได้แก่ 21-21-21, 15-30-15 และ 36-5-5 ที่มีต่อการเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รี่ในสภาพปลอดเชื้อโดยแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง แต่ละการทดลองศึกษาผลของปุ๋ยเคมีแต่ละชนิดแต่ละการทดลองวางแผนแบบ CRD มี 5 กรรมวิธี ได้แก่ ความเข้มข้นของปุ๋ย 0.5,1.5, 2.5 และ3.5 g/L และสูตร MS เป็นกรรมวิธีควบคุม ผลการทดลองพบว่า ปุ๋ยชนิด 21-21-21 ทุกความเข้มข้นสามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนได้และไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม สำหรับปุ๋ยชนิด 15-30-15 พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 2.5 g/L มีจำนวนต้นและจำนวนรากที่มีแนวโน้มที่ดีกว่าทุกความเข้มข้นรวมทั้งกรรมวิธีควบคุม และปุ๋ยชนิด 36-5-5 ที่ความเข้มข้น 0.5 g/L มีจำนวนต้นอ่อน และจำนวนรากที่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม แต่มีความยาวรากมากกว่าทางสถิติทุกความเข้มข้น และกรรมวิธีควบคุม