

ปุ๋ยแบบไหน ที่พืชต้องการ?



รศ.ดร.ยงยุทธ โอสกสภา
อาจารย์พิเศษ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



สาระสำคัญ



ถาม: จะเพิ่มผลผลิตพืช ควรทำอะไร ?
ตอบ: ต้องทราบว่า “ปัจจัยที่จำเป็นต่อพืช มีอะไรบ้างที่พืชขาดแคลน” แล้วจัดการให้ พืชได้รับพอเหมาะ

ถาม: ปุ๋ยแบบไหนดีกับพืชของเรา ?

ตอบ: ปุ๋ยที่ดี คือ “ปุ๋ยคุณภาพดีและมีธาตุ ซึ่งตรงกับที่พืชของเราขาด”

ใส่ปุ๋ยนั้นให้พืชของเราในอัตราที่เหมาะสม และใส่ใน ระยะเวลาที่สอดคล้องกับระยะการเจริญเติบโต ของพืช





ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโต ของพืชมี 2 อย่าง



1 ปัจจัยซึ่งมีชีวิต
เช่น โรคพืช แมลงศัตรูพืช วัชพืช

ปัจจัยซึ่งเป็นสิ่งไม่มีชีวิต
เช่น ภูมิอากาศ น้ำ และดิน

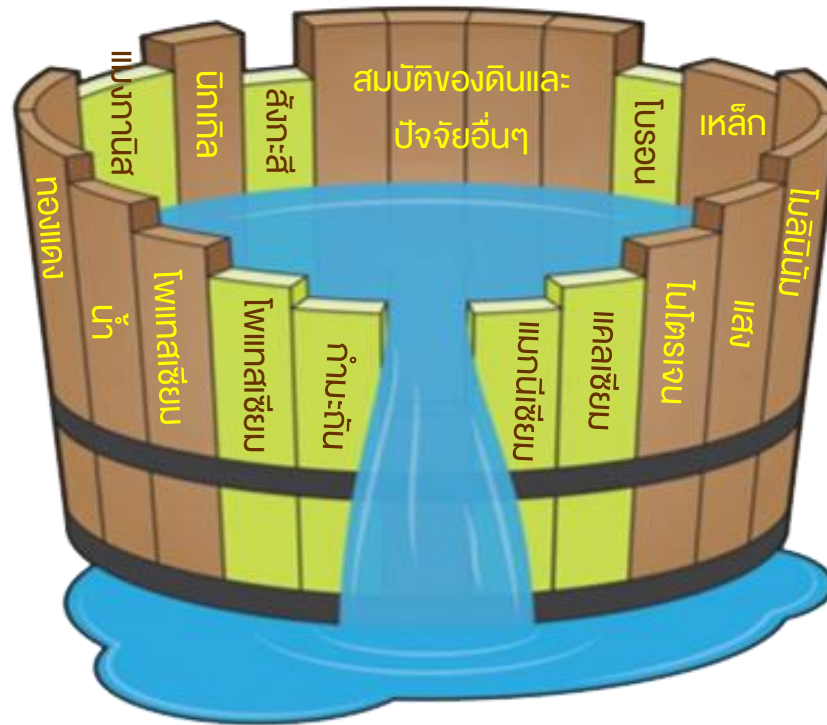
2





กฎว่าด้วยปัจจัยที่มีจำกัด

“ หากพืชได้รับทุกปัจจัยเพียงพอ ยกเว้นปัจจัยหนึ่งที่ได้รับน้อย ปัจจัยที่ขาดแคลนนั่น จะเป็นตัวจำกัด การเจริญเติบโตของพืช ”



เฉพาะดินยังมีปัจจัยย่อยอีก เช่น

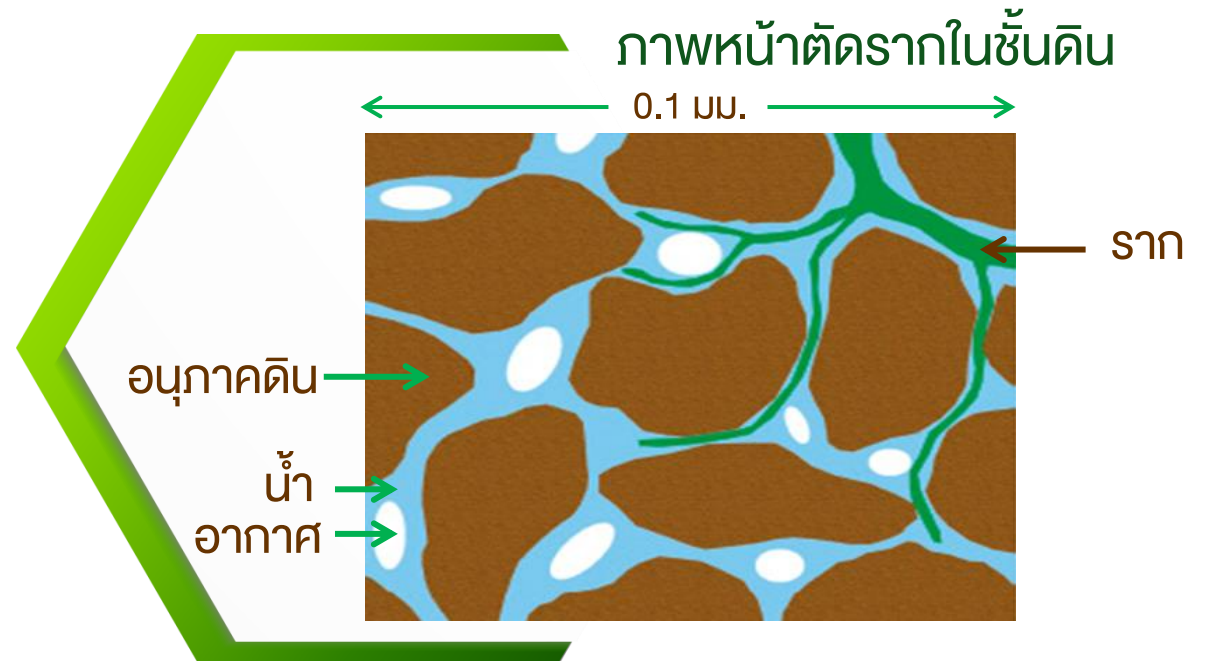
- ❖ สมบัติทางเคมี เช่น สภาพกรดด่าง
- ❖ สมบัติทางฟิสิกส์ เช่น การอุ้มน้ำ
- ❖ ธาตุอาหารในดินแต่ละธาตุ

(หากขาดแคลนเพียงธาตุเดียว พืชก็ไม่เจริญเติบโต)



ดินสำคัญต่อพืช

- ❖ เป็นแหล่งน้ำ
- ❖ เป็นแหล่งธาตุอาหาร
- ❖ เป็นแหล่งของอากาศสำหรับราก
- ❖ เป็นที่ค้ำจุนรากให้ทรงลำต้นได้



ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง คือ

- ✓ มีธาตุอาหารครบทุกธาตุ
- ✓ ให้แต่ละธาตุเพียงพอต่อพืช
- ✓ ให้ธาตุเหล่านั้นอย่างสมดุลกัน



ธาตุอาหารพืช

ธาตุที่สำคัญ 3 ประการ

❖ พืชต้องใช้เพื่อดำรงชีพ

❖ หากขาดพืชมีอาการผิดปกติ

❖ แต่ละธาตุมีหน้าที่โดยตรงใน
กระบวนการต่างๆ ของเซลล์



การจำแนกธาตุอาหารพืช

มหธาตุ
(มีในพืชมากกว่า 500 มก./กก.)

จุลธาตุ
(ธาตุอาหารเสริม)
(มีในพืชน้อยกว่า 100 มก./กก.)

ธาตุอาหารหลัก
(มักขาดแคลนในดินทั่วไป)

ธาตุอาหารรอง
(มักไม่ขาดแคลนในดินทั่วไป)



ธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารหลัก

- ❖ ไนโตรเจน (N)
- ❖ ฟอสฟอรัส (P)
- ❖ โพแทสเซียม (K)

ธาตุอาหารรอง

- ❖ แคลเซียม (Ca)
- ❖ แมกนีเซียม (Mg)
- ❖ กำมะถัน (S)

จุลธาตุ

- ❖ เหล็ก (Fe)
- ❖ ทองแดง (Cu)
- ❖ แมงกานีส (Mn)
- ❖ สังกะสี (Zn)

- ❖ โบรอน (B)
- ❖ โมลิบดีนัม (Mo)
- ❖ คลอรีน (Cl)
- ❖ นิกเกิล (Ni)





พืชต้องได้รับครบทุกธาตุ แต่ละธาตุเพียงพอ
และสมดุลกัน ตามความต้องการของพืช



ธาตุหลัก (N P K)

ธาตุรอง (Ca Mg S)

พืชเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตสูง

จุลธาตุ (Fe Mn Cu Zn B Mo Cl Ni)



ภาพรวมบทบาททางของธาตุอาหารพืช



- ❖ เป็นองค์ประกอบของโมเลกุลสารอินทรีย์
- ❖ ช่วยในการสังเคราะห์แสงและการหายใจ
- ❖ เร่งกิจกรรมของเอนไซม์
- ❖ ทำลายอนุมูลอิสระ
- ❖ ควบคุมการสร้างและการทำงานของฮอร์โมน
- ❖ อยู่ในระบบการส่งสัญญาณของเซลล์



ธาตุอาหารในใบส้มที่ถือว่าเพียงพอ

ธาตุ	%	ธาตุ	มก./กก.
N	2.5-2.8	Fe	35-130
P	0.1-0.17	Zn	19-50
K	0.8-1.7	Mn	19-100
Ca	2.6-5.0	Cu	5-15
Mg	0.19-0.5	B	25-200
S	0.2-0.5	Mo	0.07-0.25





ความเข้มข้นของธาตุหลักในใบพืชที่ถือว่าเป็นเพียงพอ

พืช	N (%)	P (%)	K (%)
ข้าว	2.5-3.2	0.25-0.45	1.8-2.6
ข้าวโพด	3.0-3.5	0.3-0.4	2.5-3.0
ถั่วเหลือง	4.5-5.5	0.3-0.5	1.7-2.5
มะเขือเทศ	4.6-6.0	0.3-0.9	3.3-5.0
สับ	2.5-2.7	0.12-0.16	1.2-1.7
ทุเรียน	2.06-2.18	0.14-0.21	1.55-1.71
ยางพารา	3.31-3.90	0.20-0.27	1.37-1.85



ปุ๋ย คือ สิ่งที่ให้ธาตุอาหารซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืช

ปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยชีวภาพ





ปุ๋ยเคมี เป็นปุ๋ยที่ผลิตด้วยกระบวนการทางเคมี

ปุ๋ยเคมี

(ชื่อทางการค้าของปุ๋ย)

สูตรปุ๋ย เช่น 16-16-8

ปริมาณธาตุอาหารรับรอง

ไนโตรเจนทั้งหมด (N) 16%

ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5) 16%

โพแทชที่ละลายน้ำ (K_2O) 8%

น้ำหนักสุทธิ 50 กก.

สถานที่ผลิต.....

เลขทะเบียนปุ๋ยเคมี.....

สาระสำคัญของบนฉลากปุ๋ย

- ❖ สูตรปุ๋ย
- ❖ ปริมาณธาตุอาหารรับรอง
- ❖ น้ำหนักสุทธิ
- ❖ สถานที่ผลิต
- ❖ เลขทะเบียนปุ๋ยเคมี





สมบัติสำคัญของปุ๋ยเคมีทั่วไป

มีเลขทะเบียนปุ๋ยเคมี

มีปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยตรงกับที่ระบุไว้ในฉลาก



ถ้าเป็นปุ๋ยเม็ด

- ❖ มีช่วงขนาดของเม็ดเหมาะสม
- ❖ มีฝุ่นน้อย
- ❖ ความชื้นไม่เกิน 3%





หลักการใช้ปุ๋ยเคมี (4R)-ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยสูง

วิธีการ	ผลที่ได้รับ
ใช้ชนิดปุ๋ยที่ถูกต้อง	พืชได้รับธาตุอาหารครบถ้วน
ใช้อัตราเหมาะสม	พืชได้รับธาตุอาหารที่ขนาดเพียงพอ
ใส่ในจังหวะเวลาที่เหมาะสม	พืชได้รับในช่วงที่ต้องการมากอย่างเพียงพอ
บริเวณที่ใส่ถูกต้อง	เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย



4R **r**ight kind, **r**ight rate, **r**ight time, **r**ight place

ปุ๋ยดี + คนใส่ปุ๋ยเก่ง = ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยสูง

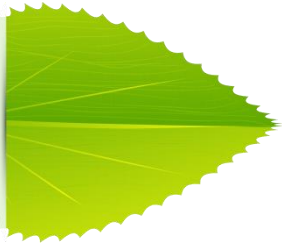

ปุ๋ยดี

- (1) มีธาตุอาหารตรงกับที่ดินขาด
- (2) มีสัดส่วนของธาตุอาหารเหมาะสม
- (3) สมบัติโดยทั่วไปดี



คนใส่ปุ๋ยเก่ง


- (1) ใช้อัตราเหมาะสม
- (2) ใส่ในจังหวะเวลาที่เหมาะสม
- (3) บริเวณที่ใส่ถูกต้อง




จะทราบได้อย่างไรว่าดินขาดธาตุอะไรบ้าง
และควรใส่ปุ๋ยให้ธาตุนั้นอัตราเท่าไร



1. คำแนะนำทั่วไป (พอใช้ได้แต่ไม่แม่นยำ)



2. ใช้ผลการตรวจดินในจาก
ห้องปฏิบัติการ (ช้าแต่แม่นยำ)



3. ใช้ผลการตรวจดิน
แบบปุ๋ยสังเคราะห์ (เร็วและแม่นยำ)





1. คำแนะนำทั่วไป (พอใช้ได้แต่ไม่แม่นยำ)

ตัวอย่าง คำแนะนำการใส่ปุ๋ยนาตามลักษณะเนื้อดิน

นาดินเหนียว

ใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 เป็นปุ๋ยรองพื้น

อัตรา 30 กก./ไร่

1



2 นาดินร่วน

ใช้ปุ๋ยสูตร 16-16-8 เป็นปุ๋ยรองพื้น

อัตรา 30 กก./ไร่



1. คำแนะนำทั่วไป (พอใช้ได้แต่ไม่แม่นยำ)

ตัวอย่าง ปุ่มไม้ผลตามช่วงการเจริญเติบโต

สูตร 25-7-7 ในช่วงการพัฒนาใบ

1



2

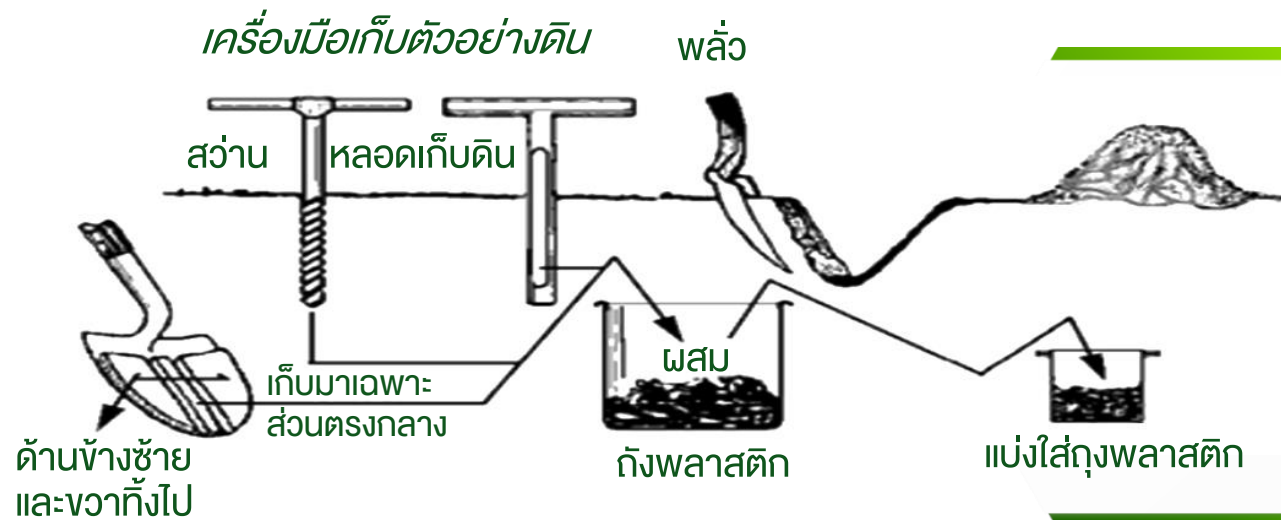
สูตร 13-13-21 ในช่วงพัฒนาผล



2. ใช้ผลการตรวจดินในจากห้องปฏิบัติการ (ซ้ำแต่แม่นยำ)

การวิเคราะห์ดินเพื่อประเมิน

- ❖ ธาตุหลัก
- ❖ ธาตุรอง
- ❖ จุลธาตุ



ข้อมูลที่ได้

- ❖ ชนิดปุ๋ย (ธาตุอาหาร) ที่ควรใส่
- ❖ อัตราปุ๋ยที่ควรใส่



เกณฑ์การประเมินธาตุอาหารหลักในดินปลูกข้าว

การวิเคราะห์	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
อินทรีย์วัตถุ (%)	<1	1-2	>2
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.)	<5	5-10	>10
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.)	<60	60-80	>80



ทราบว่าดินขาดธาตุใด และขาดมากหรือน้อยเพียงใด



อัตราปุ๋ยขาวไม่ไวแสงตามผลการวิเคราะห์ดิน

ชนิดปุ๋ย	อัตราสูง	อัตราปานกลาง	อัตราต่ำ
ปุ๋ยไนโตรเจน (กก.N/ไร่)	18	12	6
ปุ๋ยฟอสเฟต (กก.P ₂ O ₅ /ไร่)	6	3	0
ปุ๋ยโพแทช (กก.K ₂ O/ไร่)	6	3	0



นักวิชาการจะช่วยคำนวณ เปลี่ยนอัตราธาตุอาหาร เป็น
(1) สูตรปุ๋ยและ (2) น้ำหนักปุ๋ยที่ใส่แต่ละช่วง



3. ใช้ผลการตรวจดินแบบปุ๋ยสั่งตัด (เร็วและแม่นยำ)

รายการวิเคราะห์	ผล (ต่ำ ปานกลาง สูง)
ไนโตรเจน	
ฟอสฟอรัส	
โพแทสเซียม	



นำผลไปแปลความหมายร่วมกับปัจจัยอื่นๆ






ผลการวิเคราะห์ดิน




ชื่อชุดดิน



ข้อมูลอื่นๆ



โปรแกรมการปลูกพืชซึ่งพัฒนาโดยนำเอา
ข้อมูลดิน ภูมิอากาศ พืช การจัดการดิน
และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเมื่อใช้ปุ๋ย



สูตรปุ๋ยและอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสม



แม้จะใช้ปุ๋ยตรงตามคำแนะนำ
แต่ถ้าสภาพแวดล้อมแปรปรวน



พืชจะมีความเครียด



กระบวนการทางสรีระได้รับผลกระทบกระเทือน เซลล์ชำรุด



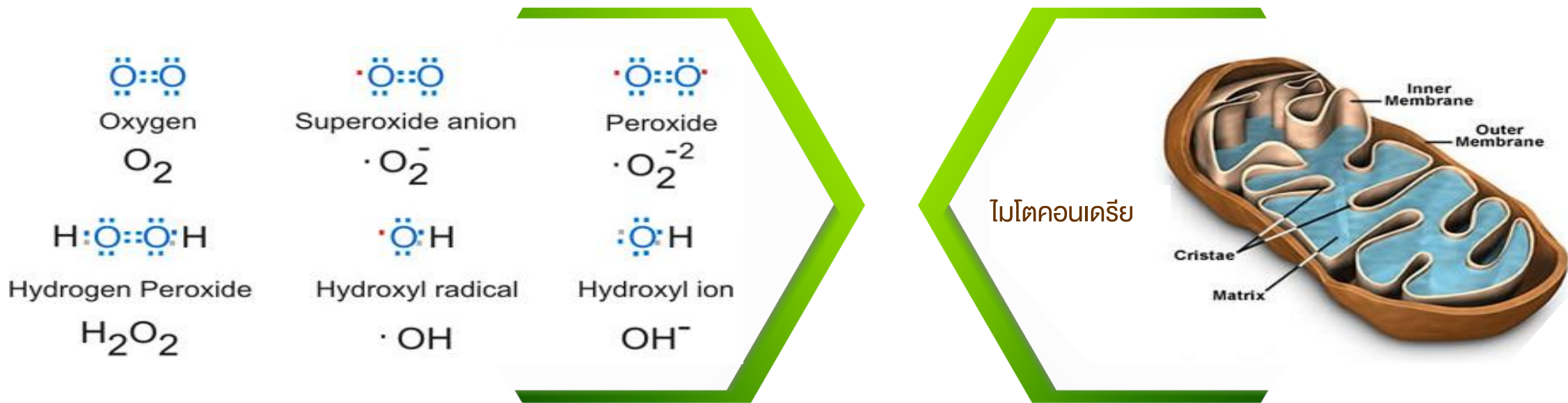
ผลผลิตลดลง



เมื่อสภาพแวดล้อมแปรปรวน

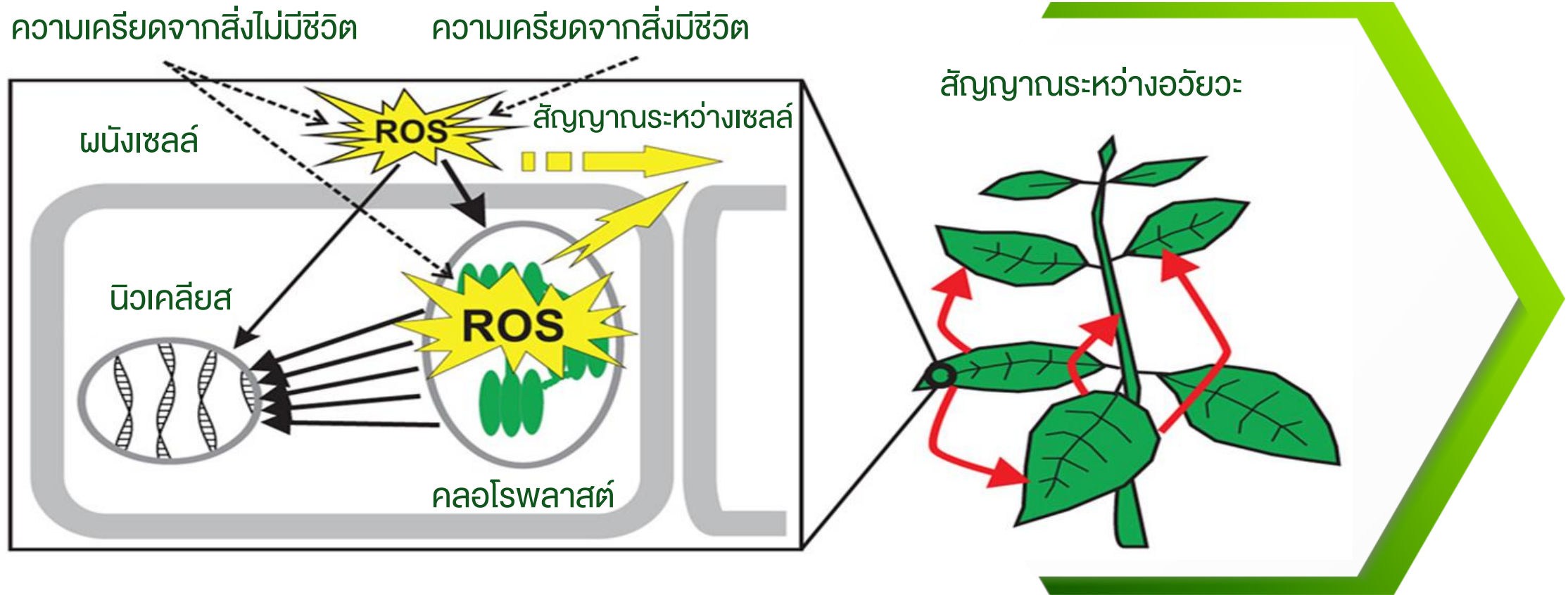
จะเกิดออกซิเจนชนิดอันตราย (ROS) ในเซลล์พืช

- ❖ ROS เกิดจากเมแทบอลิซึมของเซลล์
- ❖ ความเข้มข้นต่ำ เป็นโมเลกุลสัญญาณกระตุ้นการทำงานของเซลล์
- ❖ ความเข้มข้นสูง ทำลายเซลล์ ทำให้พืชเครียด





ROS ปริมาณน้อยมีประโยชน์มาก เพราะช่วยในการส่งสัญญาณ





เมื่อพืชเผชิญกับ
สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม
ถึงระดับหนึ่ง จะสะสม ROS
มากจนมีความเครียด

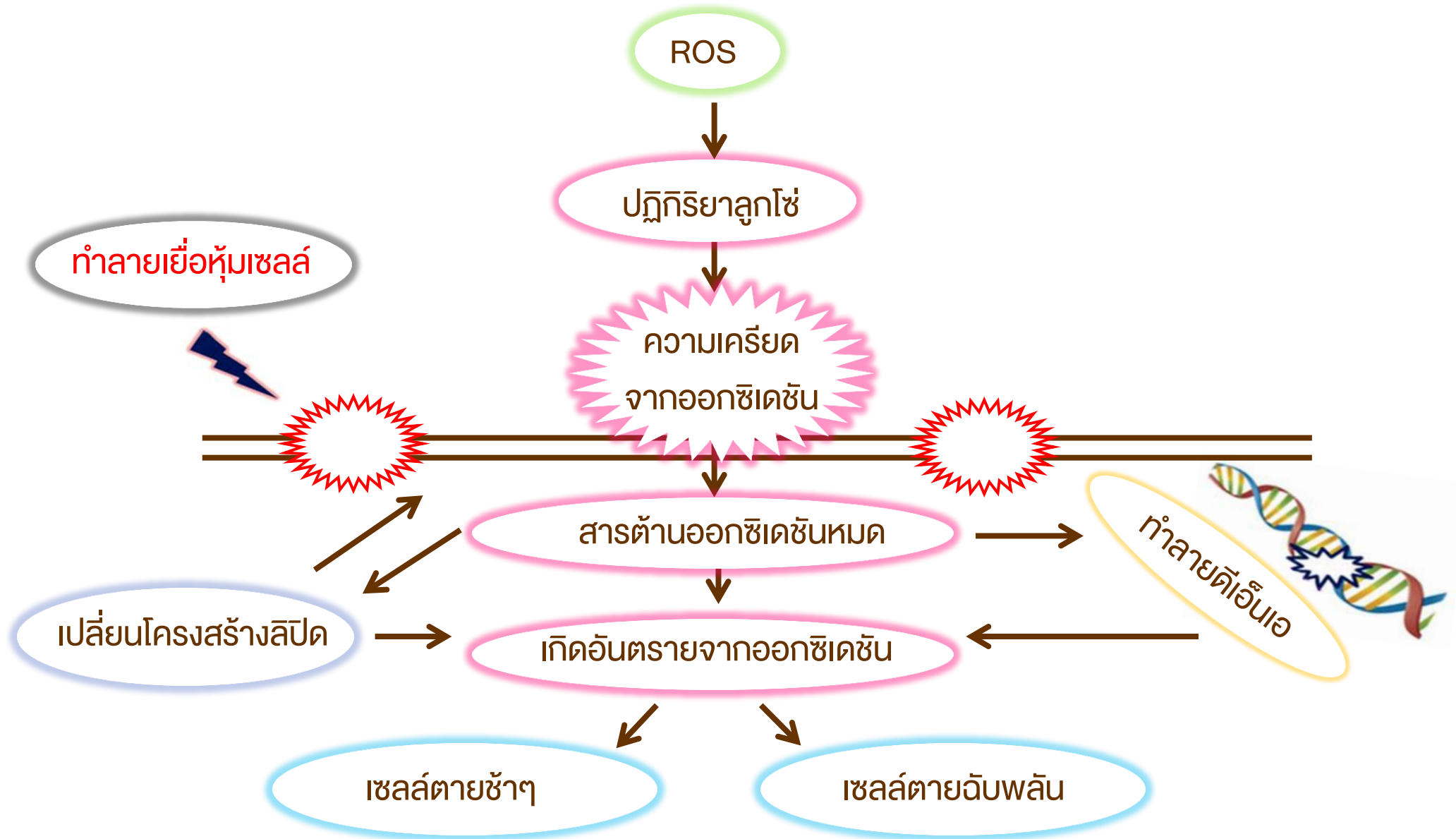


พืชควบคุมให้มี ROS แค่เพียงพอสำหรับการส่งสัญญาณ
การควบคุม ROS ส่วนเกินใช้ระบบต้านอนุมูลอิสระหรือ
ต้านออกซิเดชัน (antioxidants) เพื่อรักษาสมดุลไว้ ถ้าควบคุมไม่ได้และ
มี ROS มากเกินไปจะทำให้พืชเครียดจากการออกซิเดชัน (oxidative stress)



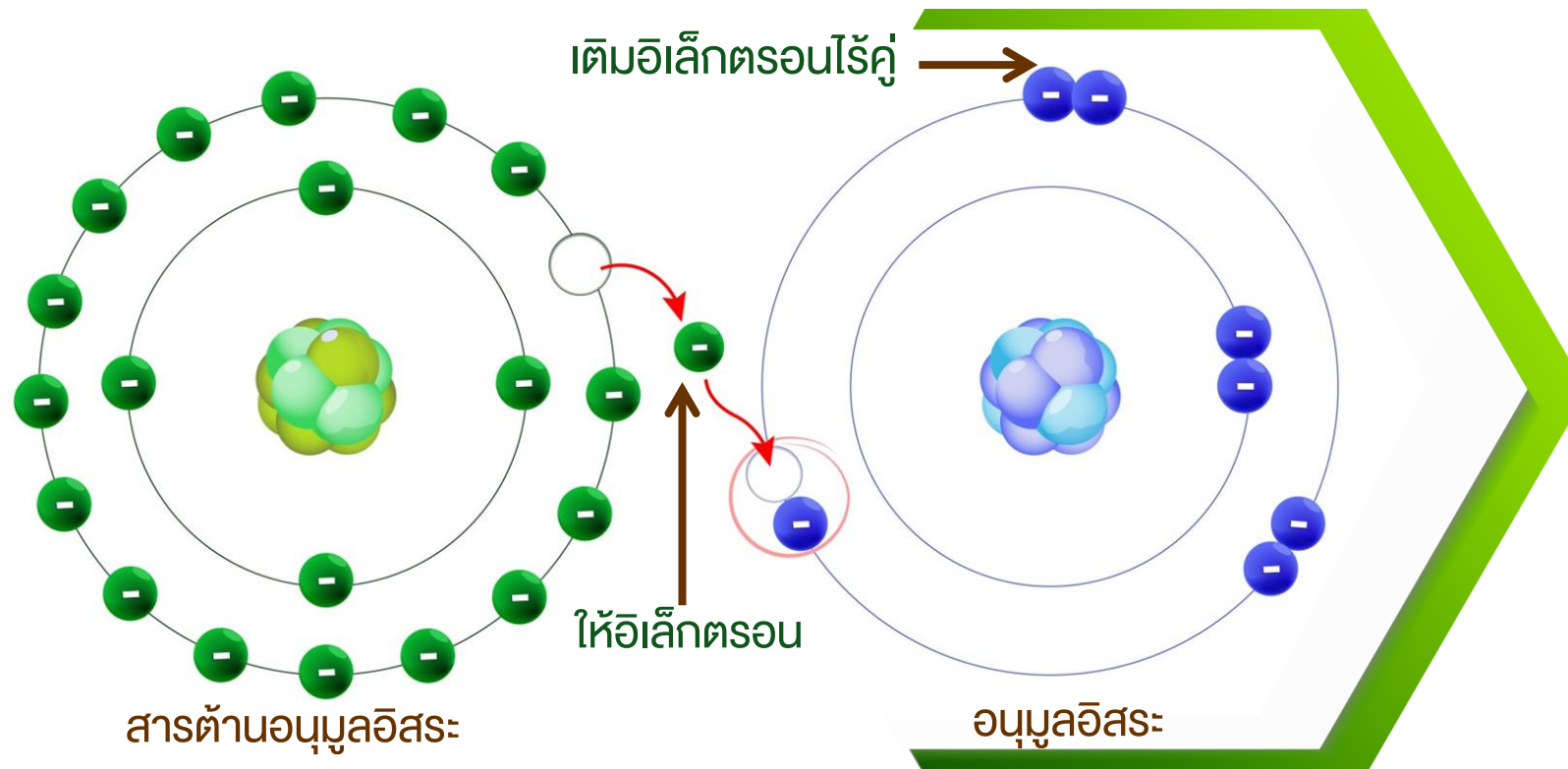


ROS มากเกินไปจะทำลายเซลล์



เซลล์พืชมีวิธีควบคุมปริมาณ ROS 2 วิธี

- ❖ ใช้เอนไซม์ในการสลาย ROS
- ❖ ใช้สารต้านออกซิเดชัน (สารต้านอนุมูลอิสระ) ในการทำลาย ROS



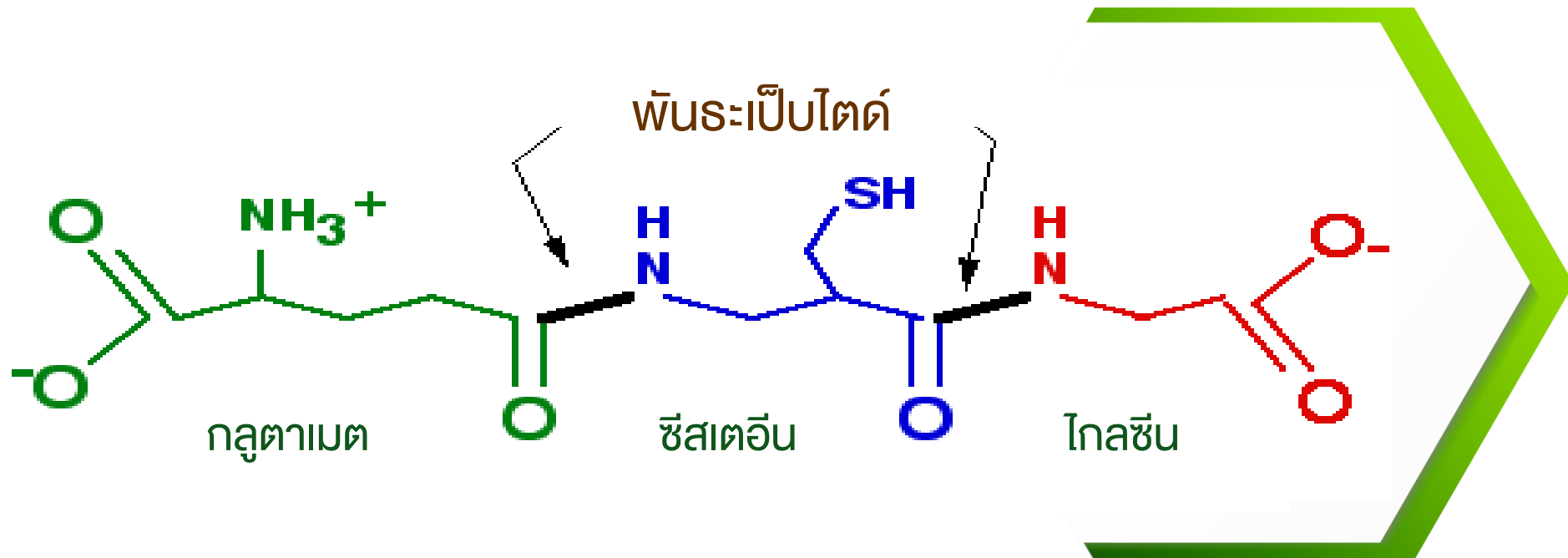


เซลล์ควบคุมออกซิเจนชนิดอันตราย ด้วยกลไกที่ใช้ธาตุอาหาร

ระบบที่ใช้เอนไซม์

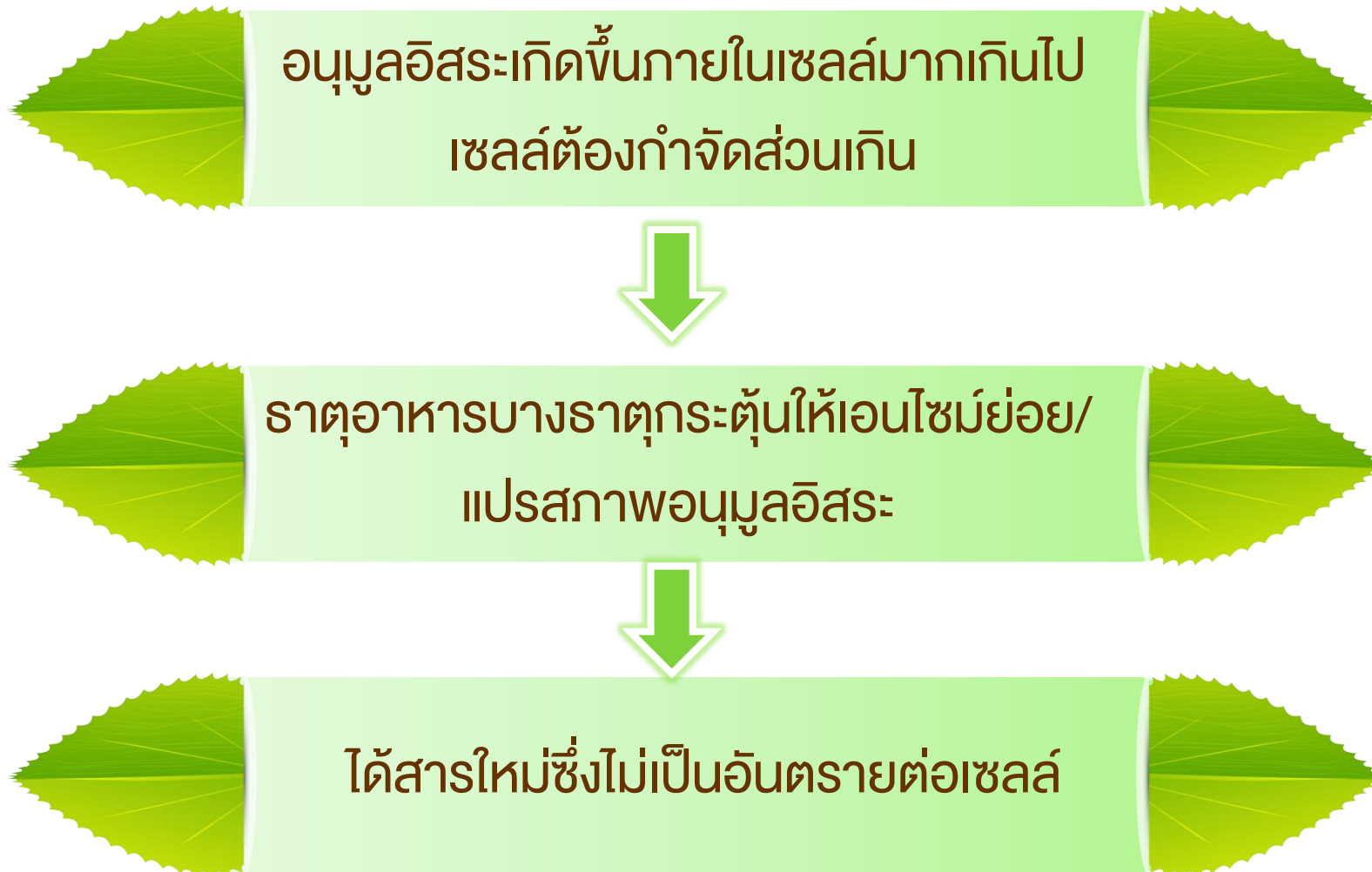
- ✦ เอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ดีสมิวเทส (ใช้ Fe Cu Zn Mn)
- ✦ เอนไซม์คาทาเลส (ใช้ Fe)

ควบคุมปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน ด้วยสารกลูตาไทโอน (มี S)



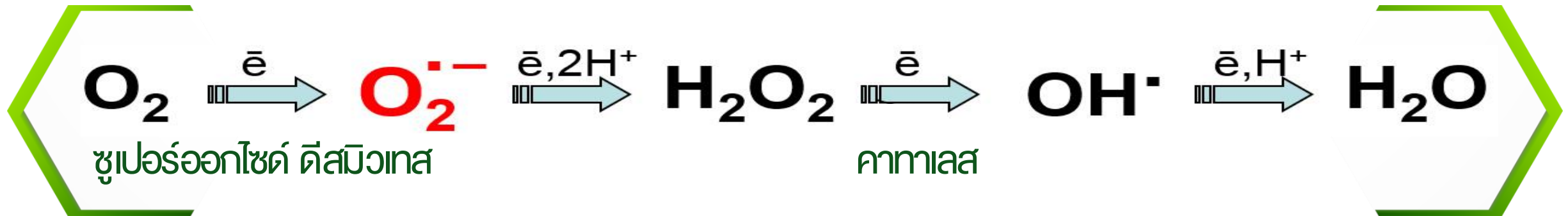


กระบวนการควบคุมอนุมูลอิสระด้วยเอนไซม์



ระบบที่ 1 ใช้เอนไซม์: เอนไซม์ที่สำคัญ คือ

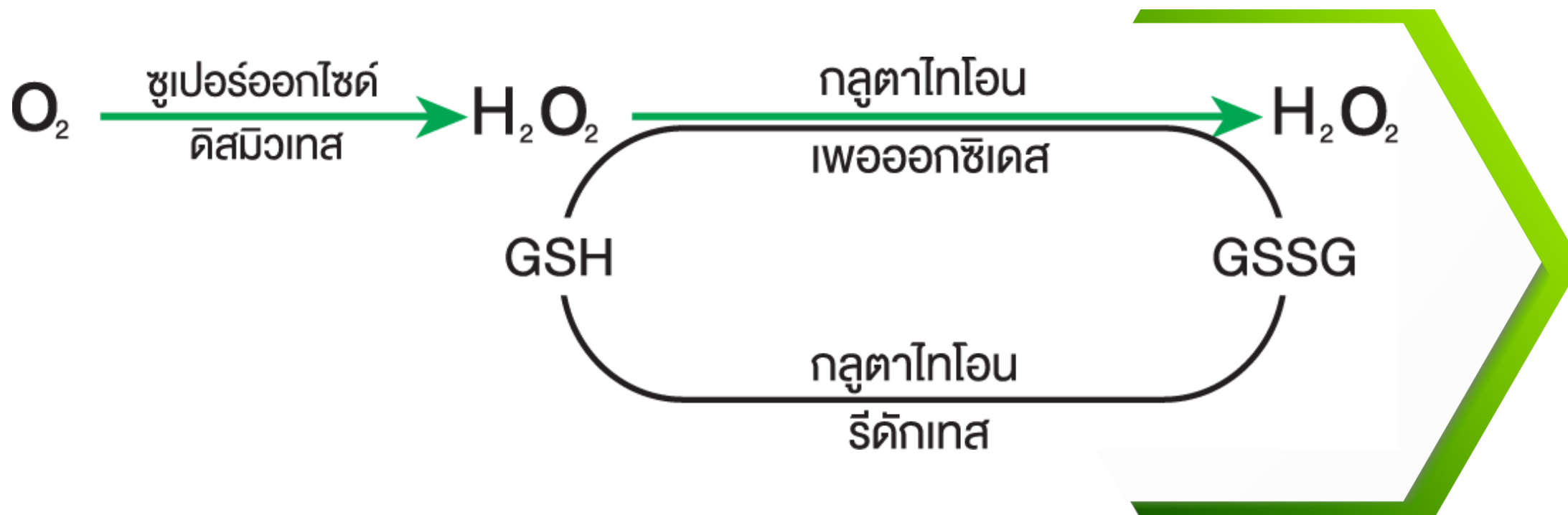
- (1) ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (SOD) มีธาตุ เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และสังกะสี เป็นปัจจัยร่วมของเอนไซม์
- (2) คาทาลาส (Catalase) มีธาตุเหล็ก เป็นองค์ประกอบ

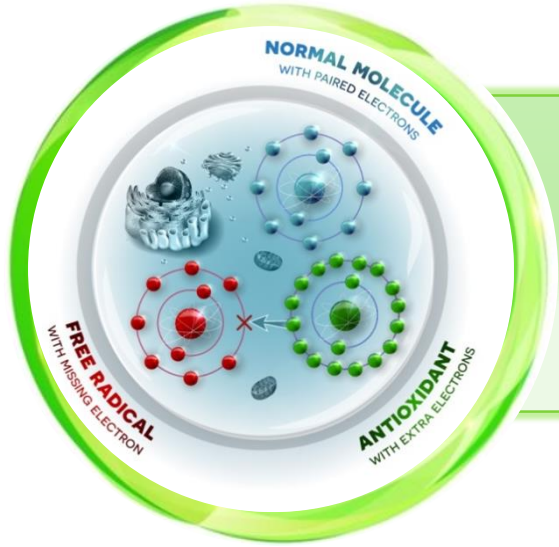


ระบบที่ 2 ใช้สารต้านออกซิเดชัน เช่น

(1) วิตามินซี

(2) กลูตาไทโอน (มีธาตุกำมะถันเป็นองค์ประกอบ)





สารอินทรีย์หลายชนิด เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีบทบาทในการลดความเครียดของพืช และช่วยให้พืชทนต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ดีขึ้น



อะตอมปกติ
(ถูกขโมยอิเล็กตรอน)



อนุมูลอิสระ
(ไปขโมยอิเล็กตรอนมา)



สารต้านอนุมูลอิสระ
(ให้อิเล็กตรอนที่ขาด)



เมื่อพืชมีความเครียด ความสามารถในการดูดธาตุอาหารของรากลดลง

- ❖ พืชอาจขาดแคลนธาตุอาหารบางธาตุ
- ❖ ถ้าธาตุที่พืชเริ่มขาดแคลนเป็นธาตุที่มีบทบาทใน
 - การกระตุ้นเอนไซม์ที่ทำลายอนุโมลอิสระ
 - การสังเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ



พืชอาจเป็นอันตราย
จากความเครียดเร็วขึ้น

การฉีดพ่นปุ๋ยทางใบเพื่อเสริมธาตุ (เช่น เหล็ก ทองแดง แมงกานีส สังกะสี กำมะถัน) ให้พืชมีอย่างเพียงพอ



จะช่วยบรรเทาความเครียดของพืช



พืชจะปรับตัวดีขึ้นในสภาพความเครียด



ปุ๋ยทางใบที่ถูกต้องช่วยให้การเจริญเติบโตดีขึ้น

ประโยชน์ของปุ๋ยทางใบในสภาพที่พืชมีความเครียด

เสริมธาตุอาหารบางธาตุที่พืชได้จากทางดินไม่พอ
และช่วยปรับสมดุลของธาตุอาหารในพืชด้วย



เสริมธาตุอาหารบางธาตุที่มีบทบาทควบคุม ROS
จึงช่วยบรรเทาความเครียด และทำให้พืชเจริญเติบโตต่อไป

