บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 สถานการณ์การผลิตอ้อยภายในประเทศไทย

อ้อยเป็นพืชอุตสาหกรรมที่ให้น้ำตาล ซึ่งนอกจากจะใช้บริโภคภายในประเทศแล้วยังส่งเป็นสินค้าออกทำรายได้เข้าประเทศกว่า 2 หมื่นล้านบาทต่อปี จนได้ชื่อว่าประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกน้ำตาลทรายมากเป็นอันดับ 2 หรือ 3 ของโลก อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายไทยได้เจริญเติบโตในด้านปริมาณอย่างต่อเนื่องในอัตราที่สูง ทั้งในด้านการผลิตอ้อยและการผลิตน้ำตาล รวมทั้งการขยายตัวของการบริโภคทั้งภายในประเทศ ตลอดจนการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ซึ่งการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมนี้ขึ้นอยู่กับแนวโน้มหลายประการ เช่น การกระจายตัวของอุตสาหกรรม การปรับตัวทางด้านเทคโนโลยีการผลิต การจัดระบบอุตสาหกรรมและการตลาดภายในประเทศ เป็นต้น

การผลิตน้ำตาลของไทยในระยะ 2 – 3 ปีที่ผ่านมาได้ขยายตัวในอัตราที่สูงมากจาก 4.9 ล้านตันในปี 2534/35 เป็น 6.03 ล้านตันในปี 2538/39 ส่วนในปี 2539/40 ผลิตน้ำตาลได้ 5.80 ล้านตัน และคาดว่าในปี 2540/41 ผลผลิตน้ำตาลจะลดลงเหลือ 4.1 ล้านตัน โดยขณะนี้ระบบอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลกำลังจัดทำเป้าหมายการผลิตของอุตสากรรมน้ำตาล ปี 2540/41 – 2544/45 ทั้งนี้ผู้แทนสมาคมโรงงานน้ำตาลของไทยได้คาดหมายว่าในปี 2544/45 ประเทศไทยจะผลิตน้ำตาลได้ 7.7 ล้านตัน และใช้บริโภคภายในประเทศ 2.3 ล้านตัน โดยจะส่งออกน้ำตาลได้ 5.4 ล้านตัน (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2542)

2.2 การปลูกอ้อยของเกษตรกรไทย

การปลูกอ้อยเพื่อป้อนสู่โรงงานอุตสาหกรรมนั้น เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยจะต้องมีแผนไว้ก่อน ประการแรกจะต้องมีโควต้าจากโรงงาน ประการที่สองที่เกษตรกรจะต้องคำนึงถึง ได้แก่ สภาพดินและสภาพภูมิอากาศ ซึ่งสภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของอ้อย เนื่องจากสภาพของภูมิอากาศในแต่ละแห่งมีความแตกต่างกันไปย่อมส่งผลการเจริญเติบโต ผลผลิต และ คุณภาพของอ้อย แตกต่างกันไปด้วย สภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพอ้อย ได้แก่ แสงแดด โดยทั่วไปแล้วอ้อยเป็นพืชที่ต้องการแสงแดดจัดมากกว่าพืชชนิดอื่น ๆ แสงแดดทำให้อ้อยเจริญเติบโตได้ดี ให้ผลผลิตและคุณภาพสูง อุณหภูมิ ในช่วงการเจริญเติบโต คือ ตั้งแต่ปลูกจนถึงอ้อยอายุประมาณ 7 เดือน อ้อยต้องการอุณหภูมิสูงประมาณ 30 – 35

องศาเซลเซียส แต่พอช่วงแก่หลังจาก 7 เดือนไปแล้วอ้อยต้องการอุณหภูมิต่ำประมาณ 18 – 24 องศาเซลเซียส ช่วงอุณหภูมิต่ำควรจะมีเวลานานพอสมควรอย่างน้อยประมาณ 4 – 7 สัปดาห์ซึ่งจะมีผลทำให้อ้อยสะสมน้ำตาลได้มาก มีความหวานมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นปริมาณและการกระจายตัวของน้ำฝน อ้อยเป็นพืชที่ต้องการน้ำมากตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว อ้อยต้องการน้ำไม่น้อยกว่า 1,200 - 1,600 มิลลิลิตร เมื่อปลูกใหม่ ๆ อ้อยยังต้องการน้ำน้อยมาก ดินที่มีความชื้นเพียงเล็กน้อยก็เพียงพอสำหรับการงอก เมื่ออ้อยโตขึ้นมีระบบรากมาขึ้นและมีพื้นที่ใบมากขึ้นก็ต้องการน้ำมากขึ้นตามลำดับ

ฤดูกาลปลูกอ้อยในประเทศไทยนั้น แตกต่างกันไปในแต่ละภาคของประเทศ วัตถุประสงค์สำคัญของการปลูกอ้อยก็เพื่อปลูกให้อ้อยนั้นเจริญเติบโตและมีความหวานสูงสุด ซึ่งสามารถแบ่งฤดูกาลปลูกอ้อยออกได้ตามภาคต่าง ๆ ของประเทศ ดังนี้

ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ไม่มีระบบการชลประทาน เกษตรกรนิยมปลูกอ้อยในปลายฤดูฝน อ้อยที่ปลูกลงไปในปลายฤดูได้อาศัยน้ำฝนที่เหลือตกค้างอยู่ และอาศัยระดับน้ำใต้ดินที่อยู่ไม่ลึกนัก ทำให้อ้อยงอกและเจริญเติบโตได้ก่อนที่ฤดูแล้งจะมาถึง อ้อยพวกนี้จะเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุประมาณ 12 เดือนเป็นต้นไป ส่วนในภาคกลางและภาคตะวันตกที่มีการชลประทานส่วนใหญ่แหล่งปลูกอ้อยมักจะอยู่ในเขตนี้ ถือเป็น sugar cane belt ของประเทศ เกษตรกรนิยมปลูกอ้อยตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน อ้อยที่ได้เป็นอ้อยที่อายุ 8 – 12 เดือน ในอ้อยปีแรกการปลูกอ้อยในช่วงนี้เกษตรกรอาศัยน้ำชลประทานเข้าช่วยทำให้อ้อยตั้งตัวได้ก่อนที่ฝนจะมาอ้อยมีโอกาสได้รับ น้ำฝนอย่างเต็มที่ มีลำยาวปานกลางและมีความหวานพอสมควร

การปลูกอ้อยของเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกด้วยแรงงานของเกษตรกรเอง เวลาปลูกจะวางท่อนพันธุ์ราบลงในร่องแล้วกลบดินบาง ๆ โดยทั่ว ๆ ไปนิยมใช้ระยะปลูกระหว่างแถวตั้งแต่ 100 ถึง 130 เซนติเมตร ส่วนระยะระหว่างต้นหรือระหว่างกอนิยมใช้ระยะ 50 เซนติเมตร เมื่อเก็บเกี่ยวอ้อยปลูกส่งโรงงานไปแล้วไม่ช้าก็จะมีหน่ออ้อยแทงขึ้นมาใหม่ ซึ่งหน่ออ้อยที่งอกหลังจากเก็บเกี่ยวมักจะเจริญจากตาบนสุดที่สมบูรณ์และไม่ชอกช้ำแต่เมื่อเจริญขึ้นเป็นลำอ้อยแล้วมักจะมีข้อเสียหรือจุดอ่อนเนื่องจากความเปาะที่มีอยู่ระหว่างรอยต่อของลำใหม่กับลำเก่าและรากที่เกิดจากหน่อใหม่จะลอยอยู่ในอากาศไม่สามารถแทงลงหาอาหารได้ เพื่อแก้ปัญหานี้เกษตรกรจึงนิยมแต่งตออ้อยโดยการใช้จอบคม ๆ สับตรงระดับดินหรือใต้ดินลงไปเล็กน้อย ซึ่งจะตัดเอาหน่อที่แตกใหม่ทิ้งไปให้หมดทำให้ได้หน่อใหม่ที่แข็งแรงออกจากใต้ดิน หน่อใหม่นี้แข็งแรงกว่าหน่อเดิมหลายเท่า ถ้าเป็นไปได้เกษตรกรควรแต่งตอ ใส่ปุ๋ยและให้น้ำแก่อ้อยทันที ภายหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อเลี้ยงระบบรากเดิมให้มีชีวิตอยู่ การใส่ปุ๋ยอ้อยตอนิยมใส่ปริมาณมากกว่าอ้อยปลูก (เกษม, 2521)

2.3 คุณภาพอ้อย

ระบบการซื้อขายอ้อยตามคุณภาพ หมายถึง การซื้อขายอ้อยโดยคำนึงถึงคุณภาพอ้อยเป็นสำคัญ อ้อยหนักหนึ่งตันที่มีคุณภาพดี จะได้รับเงินค่าอ้อยสูงกว่าอ้อยหนึ่งตันที่มีคุณภาพต่ำกว่า

คุณภาพอ้อย อาจตรวจวัดได้หลายวิธี เช่น การตรวจวัดค่าความหวานหรือน้ำตาลในอ้อย การวัดค่าความบริสุทธิของน้ำอ้อย (purity) เป็นต้น ตั้งแต่ฤดูการผลิตปี 2535/2536 จนกระทั่งปัจจุบันนี้ ทางราชการได้ประกาศให้มีการซื้อขายอ้อยตามคุณภาพความหวานโดยวัดเป็น ซี ซี เอส (CCS : Commercial Cane Sugar) ซึ่งหมายความว่า ราคาอ้อยจะผันแปรไปตามคุณภาพหรือความหวาน อ้อยที่มีความหวานมาก คือ มี ซี ซี เอส สูงกว่าก็ได้ราคาดีกว่า (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2542) ซึ่ง อุมา (2537) เสริมว่า ซี ซี เอส หมายถึง ค่าคุณภาพอ้อยที่มาจากจำนวนร้อยละ โดยน้ำหนักของน้ำตาลบริสุทธิ์ที่จะผลิตได้จากอ้อยในสภาวะการผลิตมาตรฐานของโรงงาน หรือ ค่า ซี ซี เอส จะสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลที่ควรจะผลิตได้จากอ้อย อ้อยที่มีค่า ซี ซี เอส สูง หมายถึงอ้อยที่มีคุณภาพดี เมื่อนำมาผลิตเป็นน้ำตาลจะสามารถผลิตน้ำตาลได้มากกว่าอ้อยที่มี ซี ซี เอส ต่ำกว่า ทั้งนี้หลังจากที่มีการซื้อขายอ้อยตามคุณภาพแล้วทำให้ปริมาณน้ำตาลต่อตันอ้อยเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด การใช้ค่า ซี ซี เอส อย่างเดียวในการซื้อขายอ้อยอาจมีปัญหา เพราะปรากฏว่าในหลายกรณีอ้อยที่มีค่า ซี ซี เอส สูง แต่ทำน้ำตาลได้น้อยกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นเพื่อความยุติธรรมน่าจะใช้ปริมาณน้ำตาลบริสุทธิ์ที่ได้ คือ พี โอ ซี เอส (POCS : Pure Obtainable Cane Sugar) มาวัดพร้อมทั้งนำเอาค่าสัมประสิทธิการทำงานของโรงงาน (COW : Coefficient of Work) มาคิดด้วย ซึ่งจะมีความเป็นธรรมมากยิ่งขึ้นหรือไม่ก็ควรนำเอาความบริสุทธิ์ (Purity) ของน้ำอ้อยมาใช้ด้วยเพราะอ้อยที่มีค่า ซี ซี เอส เท่ากันแต่มีความบริสุทธิ์ต่างกันนั้นพบว่า อ้อยที่มีค่าความบริสุทธิ์สูงจะให้น้ำตาลต่อตันอ้อยสูงกว่า อ้อยสดจะมีค่าความบริสุทธิ์สูงกว่าอ้อยที่ค้าง

การวัดค่า ซี ซี เอส กระทำได้โดยนำน้ำอ้อยมาวัดด้วยเครื่องมือวัดค่าบริกซ์ (brix) และโพล (pol) และหาค่าไฟเบอร์ (fiber) หรือเยื่อใยด้วยใบมีดหมุนหั่นลำต้นอ้อย นำไฟเบอร์มาล้างน้ำตาลและของแข็งที่ละลายน้ำออกจนหมด อบให้แห้งก็ได้เป็นค่าไฟเบอร์ เมื่อได้เป็นค่าต่าง ๆ แล้วก็นำมาคำนวน ซี ซี เอส ตามสูตร ดังนี้

$$CCS = \frac{3/2 \times pol\,[100 - (fiber + 5)]}{100 - \frac{brix}{2} \times [100 - (fiber + 3)]}{100} \quad \text{.....(1)}$$

โพล (Pol) หมายถึง ค่าร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำตาลซูโครสในน้ำอ้อยจากลูกหีบชุดแรกที่วัดด้วยเครื่องโพลาริมิเตอร์

บริกซ์ (Brix) หมายถึง ค่าร้อยละโดยน้ำหนักของของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่มีอยู่ในน้ำอ้อยนั้น หมายถึง น้ำตาลซูโครสและสิ่งเจือปน

ไฟเบอร์ (Fiber) หมายถึง ค่าร้อยละโดยน้ำหนักของไฟเบอร์ในอ้อย (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2542)

2.4 การเจริญเติบโตและพัฒนาการของอ้อย

การเจริญเติบโตของพืช เป็นขบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่เมล็ดได้รับความชื้นเริ่มงอกและโผล่พ้นผิวดิน จนถึงระยะสุกแก่พร้อมที่จะทำการเก็บเกี่ยว ในช่วงระยะการเจริญเติบโตของพืชนั้น มีปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอยู่มากที่ถูกควบคุมโดยธรรมชาติ เช่น สภาพภูมิอากาศและปัจจัยบางอย่างที่เกษตรกรสามารถควบคุมได้ เช่น พันธุ์ อัตราปลูก วิธีการปลูกและการจัดการดูแลรักษาต่าง ๆ ตลอดจนการป้องกันกำจัดศัตรูพืชและการเก็บเกี่ยว เป็นต้น

กรมวิชาการเกษตร (2537) รายงานว่า การเจริญเติบโตของอ้อยนั้น เริ่มจากส่วนตาอ้อยพัฒนาเป็นหน่อ (shoot) เป็นลำ (stem) สะสมน้ำตาลจนถึงสุกแก่ ซึ่งขบวนการดังกล่าวนี้เป็นขบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประกอบด้วย ขบวนการหลาย ๆ ขบวนการดำเนินการร่วมกันอยู่ สำหรับอ้อยนั้นสามารถแบ่งระยะการเจริญเติบโตเพื่อใช้พิจารณาประกอบในการผลิตอ้อยและน้ำตาลได้ 5 ระยะ คือ

1. **ระยะงอก (germination period) :** ระยะนี้เริ่มตั้งแต่หลังปลูกอ้อยได้ 2-3 สัปดาห์ อ้อยเริ่มงอก ในระยะนี้อ้อยต้องการความชื้นที่เหมาะสม
2. **ระยะแตกหน่อหรือแตกกอ (tillering period)** ระยะนี้เริ่มหลังจากปลูกอ้อยได้ 2-4 เดือน ในระยะนี้อ้อยต้องการแสงแดดจัด อุณหภูมิสูง น้ำและปุ๋ยที่เพียงพอ
3. **ระยะย่างปล้อง (elongation period)** ระยะนี้เริ่มหลังจากปลูกอ้อยหรือหลังจากตัดเก็บเกี่ยวได้ 3-4 เดือน เป็นต้นไป ในระยะนี้อ้อยจะเจริญเติบโตเร็วมาก มีการสร้างปล้องและลำ ต้องการแสงแดดจัด อุณหภูมิสูง น้ำและปุ๋ยมากที่สุด
4. **ระยะสุกแก่ (maturity period)** ในระยะนี้เป็นระยะที่อ้อยเจริญเติบโตช้ามาก ใบจะเริ่มชีดเหลือง ใบที่ยอดอยู่ใกล้ชิดกัน คล้าย ๆ กับออกมาจากจุดเดียวกัน ในระยะนี้อ้อยต้องการปริมาณน้ำและปุ๋ยในอัตราที่น้อยมาก

5. **ระยะสะสมน้ำตาล (sucrose accumulation)** ในระยะนี้อ้อยเริ่มเปลี่ยนน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide) เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) มีการสะสมน้ำตาลอยู่ในรูปของน้ำตาลซูโครส (sucrose) $C_{12}H_{22}O_{11}$ จนกระทั่งสะสมน้ำตาลซูโครสได้สูงสุด (ripening) อ้อยต้องการแสงแดดจัดและอุณหภูมิต่ำติดต่อกันและในระยะนี้อ้อยต้องการปริมาณน้ำและปุ๋ยน้อยมาก

อ้อยทิน (2540) พบว่า ในวันปลูกที่หนึ่ง (19 ตุลาคม 2538) สามารถแบ่งพัฒนาการของอ้อยอย่างกว้าง ๆ ได้ 5 ระยะ เช่นกัน โดยระยะที่หนึ่ง เริ่มตั้งแต่ปลูกถึงงอกของลำต้นหลัก ระยะที่สองตั้งแต่งอกของลำต้นหลักจนถึงเริ่มแตกหน่อแรก ระยะที่สามตั้งแต่เริ่มแตกหน่อแรกถึงจำนวนหน่อสูงสุด ระยะที่สี่ตั้งแต่จำนวนหน่อสูงสุดถึงหน่อคงที่ และระยะสุดท้ายตั้งแต่จำนวนหน่อคงที่ถึงการปรากฏช่อดอก ในระยะที่หนึ่งอ้อยทุกพันธุ์มีค่า GDD เฉลี่ยเท่ากับ 116 องศาเซลเซียส โดยระยะแตกหน่อจะตั้งแต่เริ่มแตกหน่อแรกจนถึงระยะที่มีหน่อสูงสุดเมื่ออ้อยมีใบที่ 29 ในอ้อยพันธุ์ CP 78-1628 และใบที่ 26 ในพันธุ์ K 88-92, K 84-200 และ U-Thong 2 ระยะที่จำนวนหน่อคงที่โดยเฉลี่ยจะเริ่มตั้งแต่อ้อยมีใบที่ 34 – 41 และจะเริ่มมีการสร้างช่อดอกเฉลี่ยใบที่ 42 เป็นต้นไปจนถึงวันเก็บเกี่ยวโดยแต่ละระยะพัฒนาการของอ้อยแต่ละพันธุ์จะใช้ GDD แตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอ้อยทั้ง 4 พันธุ์มีลักษณะพัฒนาการที่คล้ายคลึงกัน แต่มีระยะพัฒนาการที่แตกต่างกัน ซึ่งพันธุ์ที่มีระยะพัฒนาการเร็วที่สุดหรือถึงระยะการสุกแก่เร็ว คือ U-Thong 2 และ K 84-200 โดยจะมีการสร้างช่อดอก (Panicle Initiation, PI) ในช่วงเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน ตามลำดับ และหลังจากจากนั้นประมาณหนึ่งเดือน ก็เป็นระยะที่สามารถเห็น ช่อดอกปรากฏออกมา (Panicle Emergence, PE) ส่วนพันธุ์ CP 78-1628 และ K 88-92 มีความ แปรปรวนในระยะพัฒนาการช่อดอกสูง คือมีการพัฒนาช่อดอกในบางต้นและบางต้นที่ไม่มีการสร้างช่อดอกก็มีพัฒนาการทางใบช้าลงหรือแทบจะไม่มีพัฒนาการเลยเมื่อใกล้ถึงระยะเก็บเกี่ยว

ในวันปลูกที่สอง (1 พฤษภาคม 2539) พบว่า สามารถแบ่งระยะพัฒนาการได้ 5 ระยะ เช่นเดียวกับวันปลูกที่หนึ่ง แต่มีระยะพัฒนาการสั้นกว่าวันปลูกที่หนึ่ง อ้อยทุกพันธุ์ในวันปลูกที่สองมีระยะพัฒนาการที่ใกล้เคียงกัน ในระยะงอกถึงระยะแตกหน่อแรกอ้อยมีระยะพัฒนาการทางใบเท่ากันใบที่ 1 – 5 ระยะแตกกอ คือ ใบที่ 6 – 22 และตั้งแต่ใบที่ 23 – 28 จำนวนหน่อจะเริ่มลดลง และจำนวนหน่อจะเริ่มคงที่ในใบที่ 28 แต่ละระยะพัฒนาการมีค่า GDD แต่ในวันปลูกที่สองนี้มีเพียงพันธุ์ U-Thong 2 เท่านั้นที่มีการสร้างช่อดอกแต่จะมีการสร้างช่อดอกช้ากว่าพันธุ์ U-Thong 2 ที่ปลูกในวันปลูกที่หนึ่งเป็นเวลา 1 เดือน ส่วนพันธุ์ CP 78-1628, K 88-92 และ K 84-200 พบว่าไม่มีการสร้างช่อดอก และพัฒนาการทางใบช้าหรือแทบจะไม่มีการสร้างใบเลย

พัฒนาการของพืช (phenology) ที่แสดงออกนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะทางพันธุกรรมของพืช และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่พืชนั้นได้รับในระหว่างการเจริญเติบโต ในการศึกษาพัฒนาการของพืช นั้น จึงมุ่งที่จะศึกษาเพื่อให้มีความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของพืชที่ปรากฏขึ้นและ สามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน เมื่อมีการจัดการที่ดีและมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่ เกิดขึ้น (Zadoks, 1974) ในพืชตระกูลหญ้านั้น พัฒนาการของใบ คือ การสร้างใบ (leaf production) และการปรากฏของใบ (leaf appearance) ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาการของพืช อัตราการปรากฏ ของใบและจำนวนใบบนลำต้นหลักถือเป็นตัวแปรหลักที่สำคัญที่สามารถใช้ในการคาดคะเน ผลผลิตของพืชได้ ทั้งนี้เพราะแสดงถึงการพัฒนาการของทรงพุ่ม พื้นที่ในการรับแสงและการสะสม น้ำหนักแห้ง (Volk and Bugbee, 1991 ; Kirby and Perry, 1987 และ Hesketh *et al.*, 1969) การรู้ถึง พัฒนาการของพืชนั้นยังช่วยในการจัดปัจจัยการผลิตในแปลงปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกด้วย (Duncan and Hesketh, 1986) จากการศึกษา พบว่า อัตราการปรากฏใบมีความสัมพันธ์ร่วม กับการเกิดหน่อ โดยพบว่า ในข้าวสาลีนั้นมีหน่อเกิดขึ้นเมื่อมีจำนวนใบประมาณ 3 ใบ (Kirby and Perry, 1987) สำหรับในอ้อยนั้น บุญมี และคณะ (2540) พบว่า ความกว้างของใบมีความสัมพันธ์ และเป็นตัวกำหนดพื้นที่ใบของอ้อยมากกว่าความยาวใบ โดยที่อ้อยเริ่มมีหน่อแรกเมื่อมีพัฒนาการ ทางใบบนลำต้นหลักถึงใบที่ 4 – 5 และมีจำนวนหน่อต่อกอถึงจุดสูงสุดเมื่ออ้อยมีพัฒนาการทางใบ ถึงใบที่ 18 - 25 และมีจำนวนหน่อคงที่เมื่อมีพัฒนาการทางใบเกินใบที่ 30 เมื่อทำการเก็บเกี่ยว มีจำนวนลำอ้อยเฉลี่ยต่อกออยู่ในช่วงประมาณ 15 - 20 ลำต่อกอ

ลิลลี่ และคณะ (2539) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการของส่วนปลายยอดในอ้อย 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ อู่ทอง 2 และ K 84-200 โดยพบว่า อ้อยทั้ง 2 พันธุ์มีพัฒนาการที่แตกต่างกัน โดยที่ พันธุ์อู่ทอง 2 มีการเปลี่ยนแปลงของระยะพัฒนาการต่าง ๆ ที่เร็วกว่าพันธุ์ K 84-200 สอดคล้องกับ นิพนธ์ และคณะ (2539) พบว่า อ้อยพันธุ์อู่ทอง 2 มีพัฒนาการปลายยอด ตั้งแต่การสร้างจุดกำเนิด ใบ (leaf primordia) จุดกำเนิดดอก (floral primordia) โครงสร้างดอกและออกดอก แต่พันธุ์ K84-200 ปลายยอดไม่สามารถพัฒนาเป็นดอกที่สมบูรณ์และอัตราพัฒนาการของใบ ค่า phyllochron interval (อัตราการสร้างใบที่วัดเป็นหน่วยของเวลาที่ใช้ ต่อ 1 ใบ ที่มีการพัฒนา) เป็น 6.59 และ 6.97 วัน/ใบ ในพันธุ์อู่ทอง 2 และ K 84-200 ตามลำดับ จากค่า phyllochron interval ทราบได้ว่า อ้อยพันธุ์อู่ทอง 2 มีพัฒนาการของใบที่เร็วกว่าพันธุ์ K 84-200

อัตราการปรากฏใบและจำนวนใบบนลำหลักถือว่าเป็นตัวแปรที่สำคัญที่ใช้ในการคาดคะเน ผลผลิตของพืช เพราะแสดงถึงการพัฒนาทรงพุ่มหรือพื้นที่ใบในการรับแสงและการสะสมน้ำหนัก แห้ง เมื่อทราบถึงการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชแล้วสามารถจัดปัจจัยการที่เกี่ยวข้องกับการ ผลิตในแปลงปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Hesketh *et al.*, 1969 ; Duncan and Hesketh, 1986 ; Kirby and Perry, 1987 และ Volk and Bugbee, 1991)

พัฒนาการของการสร้างใบของพืชนั้น สามารถอธิบายได้จากจำนวนของใบที่ปรากฏขึ้น (leaf emergence) หรืออัตราการปรากฏของใบ (rate of leaf emergence) ซึ่งสามารถวัดได้ในรูปของค่า phyllochron โดยคำนวนได้จาก ค่าอุณหภูมิสะสม (Growing Degree Day, GDD) ตลอดฤดูการเพาะปลูกหารด้วยจำนวนใบทั้งหมดบนลำหลัก มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ซึ่ง อ้อยทิน (2540) พบว่า ค่า GDD ของอ้อยปลูกทั้ง 4 พันธุ์ ได้แก่ CP 78-1628, K 88-92, K 84-200 และ U-Thong 2 ที่ปลูกเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน มีความสัมพันธ์กับจำนวนใบอ้อยและค่า phyllochron โดยพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยของจำนวนใบหรือค่า phyllochron สูง จะมีค่า GDD ตลอดอายุสูงด้วย ซึ่งในวันปลูกที่ 19 ตุลาคม 2538 พบว่า พันธุ์ K 88-92 มีจำนวนใบสูงสุด 52 ใบ และมีค่า GDD สูงสุดถึง 6,666 องศาเซลเซียส รองลงมา คือ พันธุ์ K 84-200 (มี 50 ใบ), CP 78-1628 (มี 45 ใบ) และ อู่ทอง 2 (มี 46 ใบ) มีค่า GDD มีค่า 6,576, 6,544 และ 6,252 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในวันปลูกที่ 19 ตุลาคม 2538 อ้อยทั้ง 4 พันธุ์ใช้อุณหภูมิสะสมในการสร้างใบหนึ่งใบ (phyllochron) เฉลี่ย 136 องศาเซลเซียส หรือมีอัตราการปรากฏใบ 0.114ใบ ต่อวัน โดยที่พันธุ์ K 88-92 มีอัตราการปรากฏใบสูงสุด (0.118 ใบต่อวัน) และพันธุ์ CP 78-1628 มีอัตราการปรากฏใบต่ำสุด (0.106 ใบต่อวัน) และในวันปลูกที่ 1 พฤษภาคม 2539 อ้อยทั้ง 4 พันธุ์ใช้อุณหภูมิสะสมในการสร้างใบหนึ่งใบ (phyllochron) เฉลี่ย 116 องศาเซลเซียสหรือมีอัตราการปรากฏใบ 0.146 ใบต่อวัน โดยที่พันธุ์อู่ทอง 2 มีอัตราการปรากฏใบสูงสุด (0.144 ใบต่อวัน) และพันธุ์ K 84-200 มีอัตราการปรากฏใบต่ำสุด (0.138 ใบต่อวัน) ค่า phyllochron ของอ้อยทั้ง 4 พันธุ์เฉลี่ยทั้งสองวันปลูกมีค่าเท่ากับ 126 องศาเซลเซียส มีอัตราการปรากฏใบใหม่ 0.130 ใบต่อวัน

อ้อยทิน (2540) ทำการเปรียบเทียบค่า phyllochron ของอ้อยระหว่างวันปลูกที่หนึ่งและวันปลูกที่สอง พบว่า ในวันปลูกที่หนึ่งอ้อยมีค่า phyllochron สูงกว่าอ้อยในวันปลูกที่สองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยเฉพาะพันธุ์ CP 78-1628 และ U-Thong 2 มีความแตกต่างสูงเฉลี่ยเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส ส่วนพันธุ์ K 88-92 และ พันธุ์ K 84-200 มีความแตกต่างเฉลี่ยเท่ากับ 9 องศาเซลเซียส เมื่อสร้างเส้นกราฟเปรียบเทียบพัฒนาการของใบอ้อยสี่พันธุ์ของสองวันปลูก พบว่าอ้อยทั้งสี่พันธุ์มีระยะพัฒนาการทางใบที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปอ้อยในวันปลูกที่สองจะมีระยะพัฒนาการทางใบสั้นกว่าอ้อยในวันปลูกที่หนึ่งอย่างเห็นได้ชัด

2.5 บทบาทของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตอ้อยและคุณภาพอ้อย

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญที่สุดต่อการเจริญเติบโตของอ้อย ไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบของโปรตีน และจำเป็นอย่างมากต่อทุก ๆ ขบวนการของการใช้เอนไซม์ ไนโตรเจนเป็น

ส่วนประกอบของการในขบวนการเม็ทตาโบลิซึมต่าง ๆ เช่น กรดนิวคลิอิก purines, pyrimidines porphyrines และ coenzymes ต่าง ๆ รวมทั้งไวตามินและ adenosine triphosphate

เมื่ออ้อยขาดไนโตรเจนจะแสดงอาการที่ใบ โดยใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เนื่องจากมีคลอโรฟิลล์ต่ำ ใบอ่อนจะมีสีจาง ลำต้นแคระแกร็น การเจริญเติบโตลดลง อ้อยแตกกอน้อย อ้อยจะมีอัตราส่วนระหว่าง ซูโครส และรีดิวซิ่งซูการ์สูง เพราะอ้อยขาดไนโตรเจนจะสร้างซูโครสมาก แต่จะสร้างเนื้อเยื่อเพื่อการเจริญเติบโตลดลง (ปรีชา และคณะ, 2541)

ผลผลิตของพืชที่ได้นั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยการผลิตที่พืชได้รับ พืชจะให้ผลผลิตดีก็ต่อเมื่อพืชนั้นได้รับปัจจัยการผลิตต่าง ๆ อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนก็เป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญอีกตัวหนึ่งที่พืชต้องการเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิต ดังนั้นผลผลิตของพืชจึงเป็นสิ่งหนึ่งที่สามารถบอกถึงปริมาณไนโตรเจนที่พืชได้รับว่าอยู่ในระดับที่เพียงพอกับความต้องการหรือไม่ ปริมาณความต้องการธาตุไนโตรเจนของพืชจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ซึ่ง Haynes (1986) รายงานว่า ธาตุไนโตรเจนนั้นเป็นธาตุที่มีความสำคัญ มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะมีส่วนประกอบที่สำคัญ เช่น โปรตีน คลอโรฟิลล์และกรดนิวคลีอิด เป็นต้น เฉลี่ยโดยทั่วไปในพืชจะมีปริมาณไนโตรเจนประมาณ 1.5 - 5.0 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักแห้ง ซึ่ง Thomson and Troch (1975) พบว่า ไนโตรเจนนั้นมีบทบาทสำคัญในการสร้างคาร์โบไฮเดรต อันเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของกรดนิวคลีอิค โปรตีน โคเอนไซม์ ฮอร์โมน สารนำพาพลังงาน และคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นสารที่จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แสงของพืช ดังนั้น ในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชส่วนใหญ่ย่อมขึ้นอยู่กับธาตุไนโตรเจนเป็นสำคัญ

ศรีสุดา และ ชัยโรจน์ (2540) พบว่า ในแปลงปลูกอ้อยฤดูฝนนั้น การปลูกอ้อยโดยไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิต 13.1 ตันต่อไร่ การแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ปุ๋ยครั้งเดียว ที่อัตรา 30 กก.N./ไร่ ให้ผลผลิตสูงถึง 17.3 ตันต่อไร่ ส่วนในอ้อยตอปีที่ 1 พบว่า วิธีการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ให้ผลผลิต 13.4 ตันต่อไร่ ส่วนการแบ่งใส่ปุ๋ย 2 ครั้งเมื่อมีฝนหลังเก็บเกี่ยว และ 2.5 เดือนต่อมา ให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ครั้งเดียว โดยให้สูงสุดเมื่อใช้ปุ๋ยอัตรา 45 กก.N./ไร่ ให้ผลผลิตสูงถึง 19.2 ตันต่อไร่ อ้อยตอปีที่ 2 พบว่า วิธีการไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิต 10 ตันต่อไร่ ส่วนผลผลิตจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันอย่างเด่นชัด ประมาณ 10.1 - 13.10 ตันต่อไร่

จักรินทร์ และคณะ (2538) พบว่า การใส่ปุ๋ยอัตรา 12 กก.N./ไร่ มีผลทำให้อ้อยมีความหวานสูงกว่าการใส่ปุ๋ยด้วยอัตรา 24 กก.N./ไร่ ซึ่งการใส่ปุ๋ยด้วยอัตรา 12 กก.N./ไร่ โดยการใส่ทั้งหมดเมื่ออ้อยมีอายุ 1 เดือน มีแนวโน้มให้ปริมาณน้ำตาลต่อไร่ของอ้อยพันธุ์ อู่ทอง 2 สูงที่สุดถึง 2.8 ตัน CCS/ไร่ แต่ในวิธีการใส่ปุ๋ยด้วยอัตรา 24 กก.N./ไร่ นั้นโดยการใส่ครึ่งหนึ่งเมื่ออ้อยอายุได้ 1 และ 3 เดือนหลังปลูก มีแนวโน้มให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดถึง 17.25 ตัน/ไร่ และให้ปริมาณน้ำตาลตันต่อไร่

2.67 ตัน CCS/ไร่ Abayomi (1987) รายงานว่า การเพิ่มอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนนั้นจะทำให้พื้นที่ใบ (leaf area) จำนวนหน่อ ความยาวลำเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อ้อยได้ผลผลิตต่อไร่สูงตามไปด้วย นอกจากนี้ ปรีชา และคณะ (2539) พบว่า การเพิ่มไนโตรเจนจะทำให้อ้อยมีปริมาณซูโครสเพิ่มขึ้น เนื่องจากอ้อยมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น เพิ่มพื้นที่ใบและคลอโรฟิลล์ ทำให้อ้อยมีการสังเคราะห์สร้างน้ำตาลได้เพิ่มขึ้น แต่ถ้าอ้อยได้รับไนโตรเจนมากเกินไปจะทำให้อ้อยมีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ยาวนาน มีการแตกหน่อล่า อ้อยจะใช้น้ำตาลที่สังเคราะห์แสงได้ไปกับการเจริญเติบโตทางลำต้น ส่งผลทำให้การสะสมน้ำตาลในลำต้นน้อยลง

ปรีชา และคณะ (2539) พบว่า ไนโตรเจนปริมาณที่เหมาะสมทำให้คุณภาพของน้ำอ้อยสูงขึ้น โดยทำให้ %Brix, %Pol และ CCS สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Panwar *et al.* (1980) ที่พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้กับอ้อย 12 กก.N./ไร่ ทำให้ซูโครสในน้ำอ้อยเพิ่มขึ้นจาก 16.0% เป็น 17.2% ถ้าเพิ่มไนโตรเจนเป็น 36 กก.N./ไร่ จะทำให้ซูโครสลดลงเหลือ 16.2% ซึ่งสอดคล้องกับ เฉลิมพล (2540) ที่กล่าวไว้ว่า การให้น้ำและปริมาณไนโตรเจนในอัตราสูง ๆ อ้อยจะมีแต่การเจริญเติบโต (growth) มาก การสะสมน้ำตาลจะน้อย เพื่อให้การปลูกอ้อยมีการสะสมน้ำตาลสูงที่สุดนั้น หลังจากที่เร่งการเจริญเติบโตของอ้อยจนได้ที่แล้วก็ควรงดการให้ปัจจัยการเจริญเติบโตเพื่อให้อ้อยมีการสะสมน้ำตาลได้สูงสุด

2.6 ความต้องการไนโตรเจนของอ้อย

อ้อยเป็นพืชตระกูลหญ้า (Graminae sp.) ที่มีขนาดใหญ่ สามารถสร้างน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ได้สูงมาก เนื่องจากการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จึงต้องการไนโตรเจนเป็นปริมาณสูง กัญญารัตน์ (2528) ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะการเจริญเติบโตของอ้อยกับความต้องการไนโตรเจนไว้ดังนี้

ในช่วง 2 สัปดาห์แรกหลังงอก อ้อยมีอัตราการเจริญเติบโตช้ามากและในท่อนพันธุ์มีอาหารแร่ธาตุติดมาบ้าง ในปริมาณที่เพียงพอต่อการใช้ของหน่ออ้อยในระยะนี้ เมื่อหน่อเจริญเติบโตไปอีก 2 – 4 สัปดาห์ จะมีการสร้างใบสร้างรากเพิ่มเติม หน่ออ้อยจะต้องได้ไนโตรเจนจากดินบ้างเล็กน้อย ในระยะ 2 เดือนแรกนี้ ปริมาณไนโตรเจนในดินจึงไม่ค่อยมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของอ้อย อ้อยอายุ 2 – 3 เดือน จะทวีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว หน่อชุดแรกขยายขนาด เพิ่มใบและเริ่มสร้างหน่อชุดที่ 2 ดังนั้น จึงต้องการไนโตรเจนเป็นปริมาณมากขึ้น อ้อยอายุ 3 เดือน ต้องการไนโตรเจนมากถึงประมาณครึ่งหนึ่งของไนโตรเจนทั้งหมดที่ต้องการตลอดอายุ เมื่ออ้อยอายุ 3 – 6 เดือน เป็นช่วงที่อ้อยขยายเพิ่มความยาวและขนาดลำของหน่อชุดที่ 1, 2 อ้อยจึงต้องการไนโตรเจนในปริมาณค่อนข้างมาก ปริมาณไนโตรเจนในอ้อยในระยะนี้มีประมาณร้อยละ 90

ของไนโตรเจนทั้งหมดของอ้อยแก่ที่ตัดส่งโรงงานได้ หลังจาก 6 เดือนไปแล้วอ้อยต้องการไนโตรเจนเพิ่มเติมอีกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ปล้องที่อยู่โคนต้นจะมีเซลล์ที่มีชีวิตเหลืออยู่เฉพาะตามเนื้อเยื่อเจริญ และที่ตาภายในปล้องเต็มไปด้วยเซลล์พาเรนไคมาทำหน้าที่สะสมน้ำตาล เมื่ออ้อยอายุ 4 – 6 เดือน จะเริ่มสะสมน้ำตาลซูโครสในปล้องที่ต่ำลงมาจากยอดประมาณ 4 – 5 ปล้อง ที่จุดปลายยอดสุดและถัดลงมา 4 – 5 ปล้อง ยังคง มีการเจริญเติบโตต่อไป อ้อยจะสามารถสร้างปล้องเพิ่มได้ในอัตราประมาณ 3 ปล้องต่อเดือน ถ้ามีน้ำและไนโตรเจนอย่างเพียงพอสำหรับพันธุ์ที่ไม่ออกดอก ทั้งนี้เพราะการมีไนโตรเจนมากกิจกรรมของเอนไซม์อินเวอร์เตส (invertase) มาก ทำให้มีการแบ่งเซลล์ที่ปลายยอด ดังนั้นอ้อยที่มีอายุประมาณ 8 เดือนไปแล้ว ไม่ควรได้รับไนโตรเจนมากหรือไม่ควรได้เลย ถ้าไนโตรเจนไม่เพียงพอในระยะแรกของการเจริญเติบโตจะทำให้ปริมาณใบน้อยลง หน่อที่เกิดมาก็จะตาย ต้นอ้อยจะไม่เจริญเติบโตและแคระแกร็น Panwar *et al.* (1980) พบว่า ปริมาณไนโตรเจนที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้จำนวนลำที่ดีเพิ่มขึ้น ในทางกลับกัน Komor *et al.* (1987) พบว่า การให้ไนโตรเจนมากเกินไปจะทำให้อ้อยล้ม อวบ มีข้อใหญ่ และใบสีเขียวเข้ม รวมทั้งทำให้น้ำตาลซูโครสลดลงด้วย ถวิล (2523) สรุปว่า ในช่วงสุกแก่ของอ้อย คือ หลังจากอายุ 8 เดือนไปแล้วควรงดการให้ไนโตรเจน แต่มีการให้โพแทสเซียมบ้าง มีน้ำพอประมาณการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจึงต้องระมัดระวังอย่างยิ่ง พยายามให้มีไนโตรเจนพอให้แค่อ้อยอายุประมาณ 8 เดือน ก็ให้หมดพอดี

2.7 ขอบเขตและความสามารถของรากพืช

Humbert (1963) พบว่า บริเวณที่รากอ้อยเจริญเติบโตมากที่สุดจะอยู่ใต้กอ (stool) ซึ่งปกติจะอยู่ที่ระดับความลึกของรอยไถ กรมวิชาการเกษตร (2523) รายงานว่า เมื่อให้น้ำชลประทานแก่อ้อยแบบร่องลึก (deep furrows) ประมาณร้อยละ 50 ของรากจะอยู่บนดินชั้นบนลึกไม่เกิน 20 ซม. Van Dillewijn (1952) พบว่า อ้อยสามารถดูดความชื้นและธาตุอาหารโดยทางรากที่สัมผัสกับดิน Evans (1936) อ้างโดย กรมวิชาการเกษตร (2523) พบว่า ประมาณร้อยละ 70 ของพื้นที่ผิวทั้งหมดของรากขนอ่อนจะรวมตัวกันอยู่ในระยะ 30 ซม.แรกจากผิวดินและประมาณร้อยละ 30 จะแผ่กระจายในระยะมากกว่า 30 ซม.จากกึ่งกลางของกออ้อย Humbert (1963) พบว่า เมื่อดินชั้นล่างมีความชื้นและธาตุอาหารสูงจะช่วยให้รากหยั่งลึกลงในดินชั้นล่างได้ดียิ่งขึ้น

2.8 การสูญเสียไนโตรเจน

ปุ๋ยไนโตรเจนเมื่อใส่ลงไปในดินนามักจะเกิดการสูญเสียไนโตรเจนได้ง่ายโดยขบวนการต่าง ๆ เช่น การระเหยสูญเสียในรูปก๊าซไนโตรเจนหรือออกไซด์ของไนโตรเจนที่เรียกว่า denitrification การระเหยสูญเสียในรูปก๊าซแอมโมเนีย (NH_3 volatilization) หรือการสูญเสียไปกับน้ำโดยการถูกชะล้างและไหลบ่าไปกับผิวดิน (leaching and runoff) จากสาเหตุดังกล่าวทำให้ประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ให้กับข้าวลดลง และมีผลให้ต้นข้าวสามารถใช้ประโยชน์จากปุ๋ยไนโตรเจนได้เพียงร้อยละ 30-40 ของปริมาณไนโตรเจนที่ใส่ลงไป (สาคร, 2530)

ในสภาพดินนา ไนโตรเจนส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ (organic-N) และแอมโมเนียม (NH_4-N) มากกว่าไนโตรเจนในรูปของไนเตรท (NO_3-N) แอมโมเนียมที่ได้จากการสะลายตัวของสารประกอบอินทรีย์ในกระบวนการ mineralization จะถูกเปลี่ยนไปเป็นไนเตรทจากกระบวนการ nitrification ซึ่งไนเตรทจะถูกพืชดูดไปใช้หรือสะสมไว้ในดิน Ponnamperuma (1985) อ้างโดย สมเกียรติ (2542) พบว่า ไนเตรทในดินนามีอยู่ในช่วง 5 - 39 ไมโครกรัม/ดิน 1 กก. ทั้งนี้ปริมาณของไนเตรทขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรีย์วัตถุของพืชปลูกหรือวัชพืชที่เกิดขึ้นก่อนที่จะปลูกพืช ประกอบกับการไถพรวนดินเพื่อปลูกพืชหรือการกำจัดวัชพืชซึ่งทำให้เกิดการระบายอากาศในดินได้ดีขึ้นและเอื้ออำนวยให้เกิดกระบวนการ nitrification เพิ่มมากขึ้น เมื่อในดินนาเกิดน้ำท่วมขัง ไนเตรทจะสูญเสียไปอย่างรวดเร็วจากกระบวนการ denitrification ในรูปของก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และก๊าซไนโตรเจน (N_2) รวมทั้งการถูก ชะล้างไปกับน้ำ (leaching) ภายใต้สภาพดินเหนียวน้ำขัง pH 8.2 พบว่า ร้อยละ 11 ของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ลงไปในดินในรูปของยูเรียจะเกิดการสูญเสียไป ในบรรดาไนโตรเจนที่สูญเสียไปดังกล่าวข้างต้นร้อยละ 46 จะสูญเสียไปโดยการระเหยในรูปก๊าซแอมโมเนียม ส่วนอีกร้อยละ 35 จะสูญเสียไปในรูปก๊าซอื่น ๆ ของไนโตรเจน โดยกระบวนการ denitrification (Patrick and Reddy, 1986) การใส่ปุ๋ยยูเรียโดยการหว่านจะทำให้ประมาณร้อยละ 55 ของไนโตรเจนจากยูเรียสูญเสียไปภายใน 40 วัน เพราะการหว่านปุ๋ยยูเรียลงแผ่นผิวหน้าดินจะเกิดปฏิกิริยา hydrolysis อย่างรวดเร็ว ผลที่ตามมาจะเกิดการสูญเสียของไนโตรเจนโดยขบวนการระเหยของก๊าซแอมโมเนีย (NH_3) (Craswell and Vlek, 1979) ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียหรือยูเรียเมื่อใส่ลึกใต้ผิวดินประมาณ 10 ซม. จะป้องกันไม่ให้แอมโมเนียมสูญเสียไปทาง volatilization โดยจะเปลี่ยนเป็นไนเตรต เนื่องจากแอมโมเนียม-ไนเตรตเคลื่อนย้ายในชั้นใต้ดินได้น้อยมาก เพราะถูกยึดด้วยอนุภาคดินเหนียวและอินทรียวัตถุ