**รูปที่ 1 :** หญ้าเนเปียร์
**(ที่มา :** www.dld.go.th)

# “หญ้าเนเปียร์” กับการผลิตพลังงานทดแทน

สุธีย์วัลย์ สิทธิจันดา
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

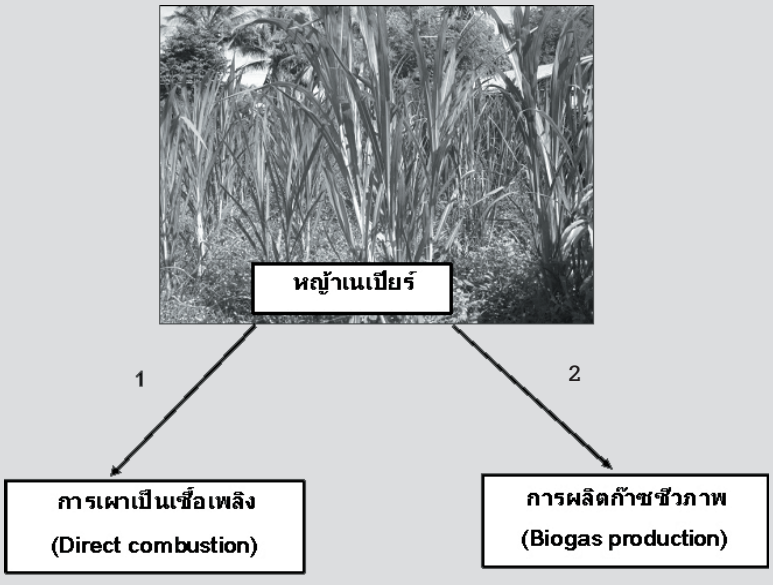
**หญ้าเนเปียร์”** (Elephant Grass) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pennisetum purpureum* หญ้าเนเปียร์จัดเป็นหญ้าในเขตร้อน มีลักษณะใบหนาและกว้าง มีลำต้นคล้ายอ้อย (รูปที่ 1) หญ้าเนเปียร์ไม่ใช่หญ้าท้องถิ่นในประเทศไทย แต่มีการนำเข้ามาเพาะปลูกในประเทศไทยมานานมากกว่า 30 ปีมาแล้ว โดยสายพันธุ์ดั้งเดิมที่นำมาเพาะปลูกในประเทศไทยนั้นประกอบไปด้วย หญ้าเนเปียร์ธรรมดา หญ้าเนเปียร์แคระ (Mott Dwarf Elephant Grass) และหญ้าเนเปียร์ยักษ์ (King Elephant Grass) (ศูนย์บริการข้อมูลโครงการศึกษา, 2556) ถึงแม้จะมีชื่อขึ้นต้นด้วยคำว่าหญ้า แต่หญ้าเนเปียร์ไม่จัดกลุ่มเป็นวัชพืชเหมือนหญ้าทั่วไปทั้งนี้เนื่องจากดอกของหญ้าเนเปียร์ไม่ติดเมล็ดจึงไม่ก่อให้เกิดปัญหาการจัดการเหมือนวัชพืชทั่วไป

ปัจจุบันจากหญ้าเนเปียร์ 3 สายพันธุ์ที่นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยเมื่อ 30 กว่าปีที่ผ่านมาแล้วนั้นมีการปรับปรุงสายพันธุ์และได้เป็นพันธุ์ที่ปรับปรุงในประเทศไทยที่เรียกว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (รูปที่ 2) เนเปียร์ปากช่อง 1เป็นหญ้าเนเปียร์ลูกผสมที่เกิดจาก

***รูปที่ 2*** *ลักษณะกอ ลำต้น และรากของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1*
*(**ที่มา** : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2557)*

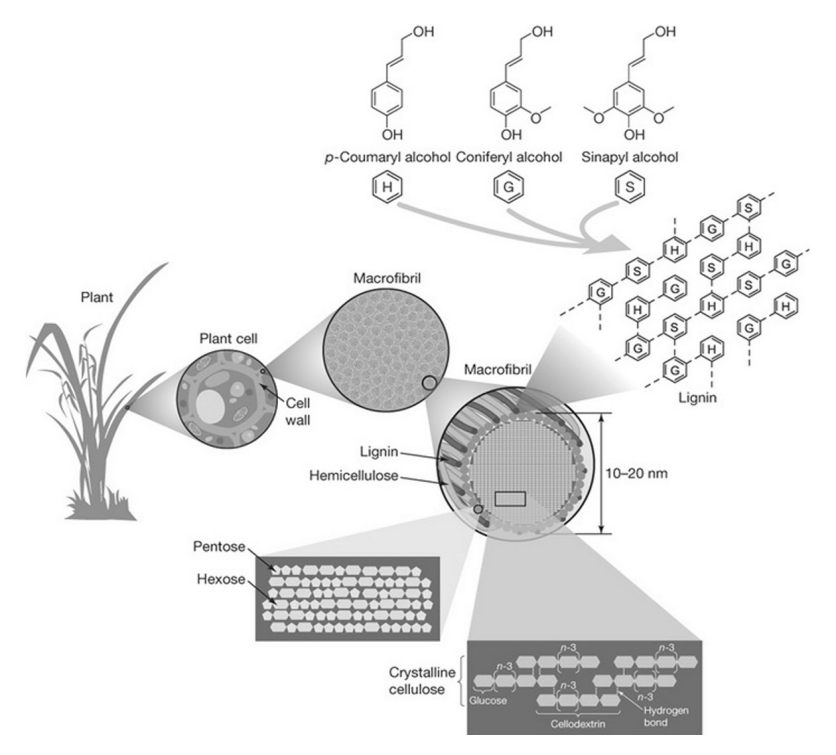
การผสมระหว่างหญ้าเนเปียร์ยักษณ์และหญ้าไข่มุก โดยหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จะมีลำต้นเป็นข้อปล้องชัดเจน ลำต้นอ่อนนุ่ม มีรากฝอยแผ่กระจายและแข็งแรง เมื่อมีอายุโตเต็มที่จะมีความสูงประมาณ 5 เมตร การปรับปรุงผสมข้ามพันธ์ดังกล่าวทำให้เนเปียร์ปากช่อง 1 มีคุณลักษณะพิเศษแตกต่างจากเนเปียร์ยักษ์คือ เจริญเติบโตเร็ว แตกกอได้ดี ทนแล้ง และไม่มีระยะพักตัว ไม่มีโรคและแมลงรบกวน ทำให้ผลผลิตที่ได้ค่อนข้างคงที่สม่ำเสมอตลอดทั้งปี

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์ปากช่อง 1 พบว่าในใบและลำต้นประกอบไปด้วยคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 11-12 และนอกจากนั้นยังมีโปรตีนประมาณร้อยละ 13-17 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จัดเป็นหญ้าที่มีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างสูง ดังนั้นแรกเริ่มจึงนิยมเพาะปลูกเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ในกลุ่มสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดต่างๆ เพื่อช่วยเพิ่มแหล่งคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนให้กับสัตว์ ทำให้ช่วยลดต้นทุนค่าอาหารตามไปด้วย โดยการทำเป็นอาหารสัตว์จะมีทั้งการนิยมให้กินแบบสด หรือแบบหมักที่เรียกว่าหญ้าหมัก (Silage) ซึ่งทั้งหญ้าหมักและหญ้าสดนั้นมีคุณค่าทางอาหารที่ไม่แตกต่างกันมากนัก นอกเหนือจากการใช้หญ้าเนเปียร์ในการทำเป็นอาหารสัตว์แล้วนั้นปัจจุบันรัฐบาลได้รณรงค์ให้เกษตรกรทำการเพาะปลูกเพื่อส่งเสริมให้เป็น **"พืชพลังงานทดแทน"** โดยคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) กระทรวงพลังงานได้กำหนดแผนการใช้พลังงานภายในระยะเวลา 10 ปี เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ.2556 จนถึง พ.ศ.2565 ซึ่งมีเป้าหมายคือกระตุ้นการใช้พลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทนแทนการใช้พลังงานฟอสซิลให้ได้ประมาณร้อยละ 25 จากนโยบายของรัฐบาลดังกล่าวทำให้การเพาะปลูกหญ้าเนเปียร์เพื่อใช้เป็นพืชพลังงานทดแทนเกิดขึ้นและเป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวาง การนำหญ้าเนเปียร์มาใช้เป็นพลังงานทดแทนนั้นแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบคือ 1) การเผาโดยตรงเพื่อเป็นเชื้อเพลิงพลังงาน และ 2) การผลิตก๊าซชีวภาพหรือมีเทนโดยกระบวนการทางชีวภาพ (รูปที่ 3)



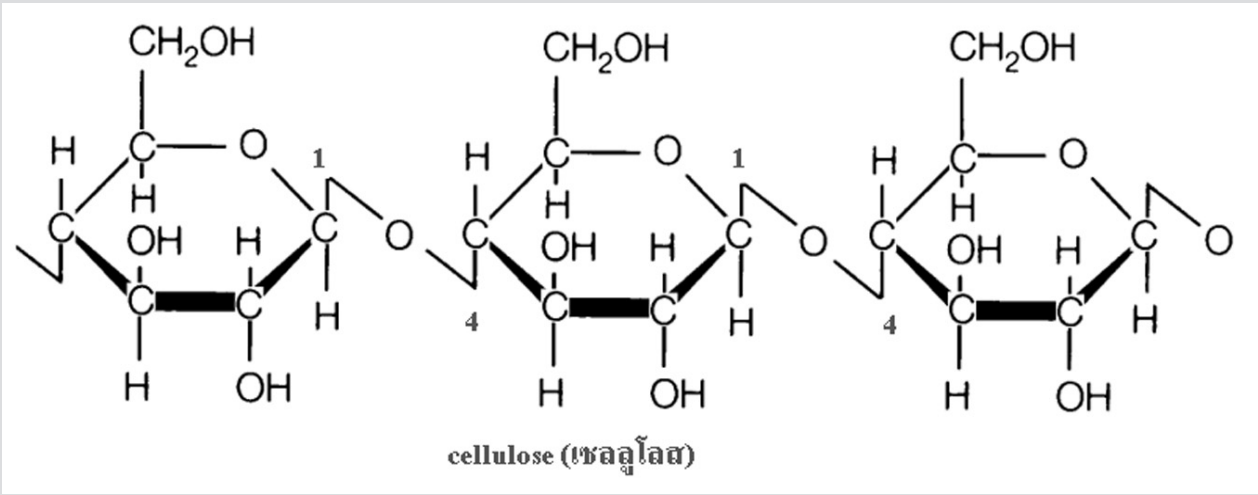

***รูปที่ 3*** *การใช้ประโยชน์จากหญ้าเนเปียร์เพื่อผลิตพลังงานทดแทน*

เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 วิธีพบว่าการนำหญ้าเนเปียร์มาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพนั้นจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าการนำมาเผาไหม้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง และเมื่อเปรียบเทียบการผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์กับวัตถุดิบชนิดอื่นๆ เช่น ปาล์มน้ำมัน มันสำปะหลัง จะพบว่าหญ้าเนเปียร์มีต้นทุนต่ำกว่าและให้ผลผลิตตลอดทั้งปี ดังนั้นจึงก่อให้เกิดการนำหญ้าเนเปียร์มาใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อใช้ภายในประเทศ

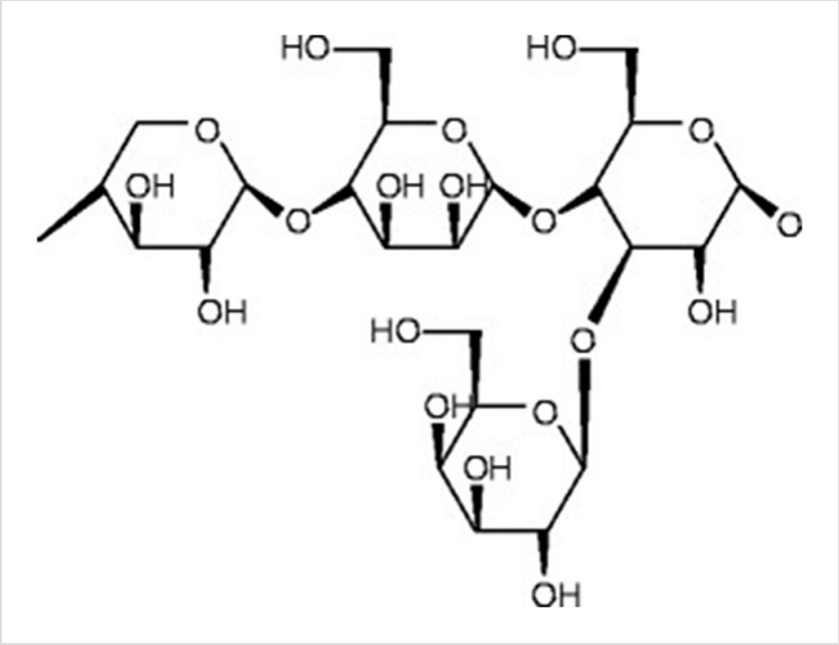



***รูปที่ 4*** *โครงสร้างของพืชที่ประกอบไปด้วยวัสดุลิกโนเซลลูโลส*
***(ที่มา :*** *Rubin E, 2008)*

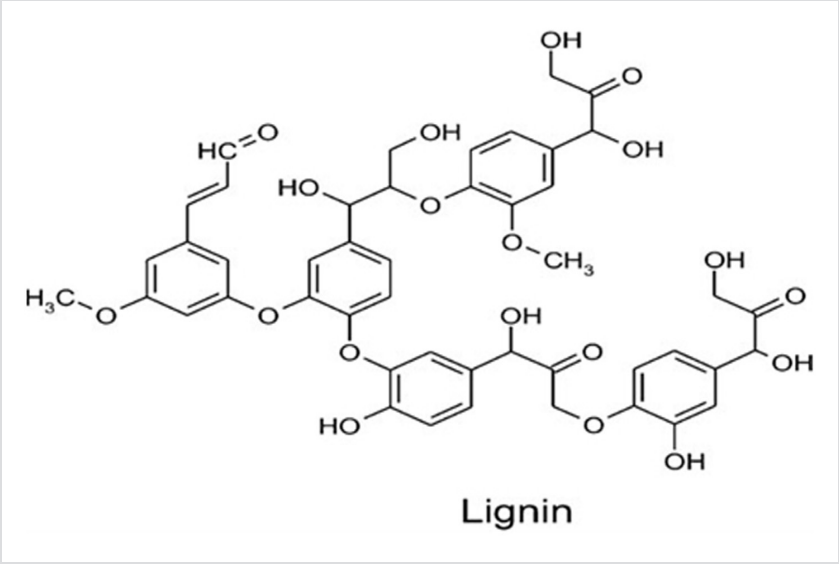
หญ้าเนเปียร์ (รูปที่ 1 และ 2) จัดเป็นวัสดุลิกโนเซลลูโลส กล่าวคือประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ เซลลูโลสเฮมิเซลลูโลส และลิกนินตามลำดับ (รูปที่ 4) ทั้ง 3 องค์ประกอบนี้ส่วนที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตเป็นก๊าซชีวภาพได้แก่เซลลูโลสเฮมิเซลลูโลส ซึ่งเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสนั้นประกอบไปด้วยน้ำตาลคาร์บอน 6 และ 5 อะตอม ซึ่งน้ำตาลดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบเริ่มต้นในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยจุลินทรีย์ได้ **“เซลลูโลส หรือ Cellulose”** (รูปที่ 5) เซลลูโลสเป็นส่วนที่อยู่ภายในสุดของโครงสร้างของพืช ประกอบไปด้วยกลุ่มของน้ำตาลกลูโคสประมาณ 50,000 โมเลกุลขึ้นไปมาเชื่อมต่อกันเป็นสายโซ่ยาวเหมือนตาข่าย การจับกันแบบตาข่ายทำให้ลักษณะโครงสร้างของเซลลูโลสเป็นเส้นใย เซลลูโลสพบได้ในส่วนของลำต้นพืช การที่มีจำนวนน้ำตาลกลูโคสมากกว่า




***รูปที่ 5*** *โครงสร้างของเซลลูโลส*
***(ที่มา :*** *http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0612/cellulose-เซลลูโลส)*



***รูปที่ 6*** *โครงสร้างเฮมิเซลลูโลส*
***(ที่มา :*** *Kalia S, 2011)*



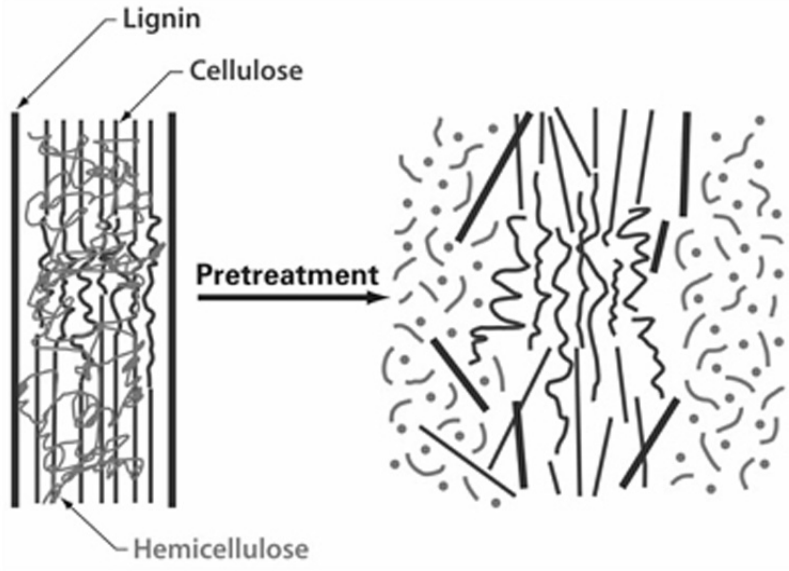

***รูปที่ 7*** *โครงสร้างลิกนิน*
***(ที่มา :*** *http://www.namrata.co/wp-content/uploads/2012/04/D3.bmp)*

50,000 โมเลกุลมาต่อกันเป็นสายยาวทำให้เซลลูโลสไม่ค่อยละลายน้ำและย่อยสลายได้ยาก

องค์ประกอบที่ 2 คือ **เฮมิเซลลูโลส** (Hemicellulose) (รูปที่ 6) เฮมิเซลลูโลสคือชั้นที่อยู่ถัดออกมาจากเซลลูโลส ประกอบไปด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหลายชนิดได้แก่ กลุ่มน้ำตาลเพนโตส (น้ำตาลคาร์บอน 5 อะตอม น้ำตาล C-5) เช่น ไซโลส อะราบิโนส และกลุ่มน้ำตาลเฮกโซส (น้ำตาลคาร์บอน 6 อะตอม หรือน้ำตาล C-6) ได้แก่ แมนโนส กาแลกโตส และกลูโคส เป็นต้น (ปรีชา เกียรติกระจาย, 2528) ในผนังเซลล์พืชเฮมิเซลลูโลสทำหน้าที่เชื่อมระหว่างโครงสร้างของเส้นใยเซลลูโลสและลิกนินร่วมกับเพคติน ทำให้ผนังเซลล์พืชมีความแข็งแรงและสามารถคงรูปอยู่ได้ (วิไลวรรณ ลีนะกุล, 2552)

และองค์ประกอบสุดท้ายคือ ลิกนิน ลิกนินเป็นส่วนประกอบที่อยู่นอกสุดในผนังเซลล์อยู่ติดกับเฮมิเซลลูโลส ลิกนินเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีขนาดใหญ่ประกอบไปด้วยสารในกลุ่มคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน รวมตัวกันเป็นวงแหวนหรือเรียกว่าอะโรมาติก ลิกนินเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เสริมความแข็งแรงให้กับผนังเซลล์พืช เนื่องจากโครงสร้างที่ซับซ้อนทำให้ลิกนินมีความแข็งแรงและย่อยสลายได้ยากทั้งจากจุลินทรีย์และจากปฏิกิริยาเคมี ดังนั้นลิกนินจึงไม่สามารถนำมาใช้ผลิตก๊าซชีวภาพได้

จากองค์ประกอบดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการจะนำหญ้าเนเปียร์มาผลิตก๊าซชีวภาพนั้นจำเป็นจะต้องมีการปรับสภาพเพื่อกำจัดลิกนิน และย่อยสลายเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส ในการย่อยสลายเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสจะทำให้ได้น้ำตาลคาร์บอน 5 และ 6 อะตอมซึ่งน้ำตาลดังกล่าวสามารถนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยจุลินทรีย์ได้ (รูปที่ 8) และในการปรับสภาพนั้นการกำจัดลิกนินมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการขัดขวางของลิกนินในการที่จุลินทรีย์จะเข้าทำการย่อยสลายน้ำตาลอีกทั้งลิกนินยังมีความเป็นพิษต่อเซลล์จุลินทรีย์อีกด้วย การ

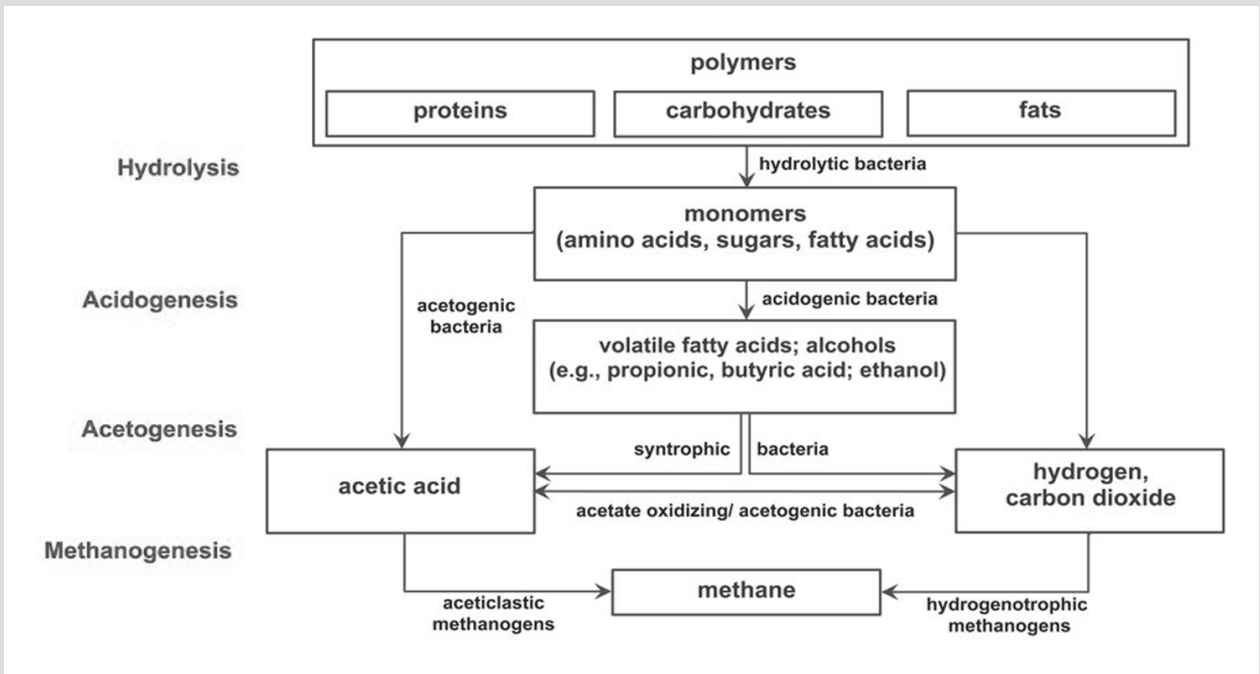



***รูปที่ 8*** *การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของลิกโนเซลลูโลสระหว่างการปรับสภาพ*
***(ที่มา :*** *Mosier และคณะ, 2005)*

ปรับสภาพประกอบไปด้วยหลายๆกระบวนการหลักๆ คือ การปรับสภาพด้านกายภาพ เช่น การตัดการบด การสั่น ด้านเคมี เช่น การใช้กรด การใช้ด่าง และด้านชีวภาพ การใช้จุลินทรีย์ หรือการใช้เอนไซม์ เป็นต้น และในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้กระบวนการทางเคมีร่วมกับชีวภาพ หรือกายภาพร่วมกับเคมีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปรับสภาพให้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย หลังจากการปรับสภาพวัตถุดิบแล้วขั้นตอนสำคัญคือกระบวนการผลิต ซึ่งกระบวนการผลิตนั้นจะใช้กระบวนการที่เรียกว่า การย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ หรือ Anaerobic digestion process

**กระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ** (รูปที่ 9) คือกระบวนการเปลี่ยนสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน หรือโปรตีน ให้เป็นก๊าซชีวภาพโดยจุลินทรีย์หลายๆชนิดประกอบกัน มีขั้นตอนหลักๆ ด้วยกันทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่

**ขั้นตอนที่ 1 การย่อยสลายสารอินทรีย์ (Hydrolysis)** สารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบสำคัญคือ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และ




***รูปที่ 9*** *กระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ*
***(ที่มา :*** *https://tu-dresden.de/mn/biologie/mikro/mikdiv/forschung/Projects/methanogenesis)*

โปรตีนจะถูกเปลี่ยนหรือย่อยให้มีขนาดเล็กลงโดยแบคทีเรียจะปล่อยเอ็นไซม์ออกมาภายนอก (Extra cellular enzyme) เพื่อช่วยย่อยโครงสร้างโมเลกุลที่ซับซ้อนให้เล็กลง เช่น การย่อยสลายแป้งให้เป็นน้ำตาลกลูโคสการย่อยสลายไขมันเป็นกรดไขมันและการย่อยโปรตีนเป็นกรดอะมิโนเป็นต้น

**ขั้นตอนที่ 2 การสร้างกรด (Acidification/Acidogenesis)** เป็นการย่อยสลายสารอินทรีย์เชิงเดี่ยว (Monomer) ให้เป็นกรดไขมันระเหยง่าย (Volatile fatty acid) เช่น กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก กรดบิวทาริก กรดโพรพิโอนิก และแอลกอฮอล์ นอกจากนั้นยังได้ผลพลอยได้อื่นๆ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนียและไฮโดรเจน

**ขั้นตอนที่ 3 การสร้างกรดอะซิติก (Acetogenesis)** เปลี่ยนกรดไขมันระเหยง่ายสายยาวให้เป็นกรดอะซิติกหรือเกลืออะซิเทตซึ่งเป็นสารตั้งต้นหลักในกระบวนการผลิตมีเทนโดยแบคทีเรียที่ทำหน้าที่ได้แก่แบคทีเรียทีเรียกว่า Acetogenic bacteria

**ขั้นตอนที่ 4 การสร้างก๊าซมีเทน (Methanization/Methanogenesis)** ขั้นตอนนี้ กรดอะซิติก รวมถึงคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนบางส่วนจะเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนเป็นมีเทนโดยแบคทีเรียกลุ่มเมทาโนเจน (Methanogen)

จากกระบวนการที่กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่ากว่าจะได้มาซึ่งก๊าซชีวภาพที่เราๆ สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนนั้นต้องผ่านขั้นตอนต่างๆมากมาย แต่เมื่อได้ผลผลิตออกมาแล้วนั้นก็ถือว่ามีความคุ้มค่ามากเช่นเดียวกัน คุ้มค่าในด้านของการลงทุนและคุ้มค่าในเชิงสิ่งแวดล้อมที่ช่วยลดปัญหาและมลพิษที่จะเกิดขึ้นในการใช้พลังงานจากฟอสซิวอีกด้วย ดังนั้นการลงทุนเพาะปลูกหญ้าเนเปียร์เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้กับเกษตรกรในช่วงที่ว่างเว้นจากการเพาะปลูกพืชชนิดอื่นๆ หรือปลูกเสริมร่วมกับพืชหลักได้อีกด้วย

แต่อย่างไรก็ตาม การดำเนินการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ยังคงต้องมาจากความร่วมมือของทุกฝ่าย เพื่อให้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายเพื่อให้ **หญ้าเนเปียร์** เป็นพืชพลังงานในอนาคตที่ยั่งยืนได้ต่อไป

## เอกสารอ้างอิง


1. *กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2554.* ***เอกสารองค์ความรู้เรื่องพลังงานก๊าซชีวภาพ.*** *สืบค้นออนไลน์: http://www. dede.go.th. สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน 2557*
2. *ปรีชา เกียรติกระจาย. 2528.* ***เคมีของเนื้อไม้.*** *ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*
3. *วิไลวรรณ ลีนะกุล. 2552.* ***ผลของการทำปฏิกิริยาด้วยกรดเจือจางกับไม่ไผ่ต่อการผลิตเอทานอล.*** *เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.*
4. *ศูนย์บริการข้อมูลโครงการศึกษา. คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1: วิจัยต้นแบบวิสาหกิจชุมชนพลังงานสีเขียวจากพืชพลังงาน (ก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน). 2556 (1). หจก.มิตรภาพการพิมพ์จังหวัดนครศรีธรรมราช.*
5. ***โครงสร้างของเซลลูโลส.*** *สืบค้นออนไลน์: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0612/cellulose-เซลลูโลส. สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน2559*
6. ***โครงสร้างลิกนิน.*** *สืบค้นออนไลน์: http://www.namrata.co/wp-content/uploads/2012/04/D3.bmp. สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2559*
7. *หญ้าเนเปียร์. สืบค้นออนไลน์: http://www.dld.go.th. สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน 2557*
8. *Anaerobic digestion. สืบค้นออนไลน์: https://tu-dresden.de/mn/biologie/mikro/mikdiv/forschung/Projects/methanogenesis). สืบค้นเมื่อ 30 สิงหาคม 2557*
9. *Kalia S. 2011. Cellulose Fibers: Bio- and Nano-Polymer Composites. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. (DOI 10.1007/978-3-642-17370-7_16)*
10. *Mosier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, YY.,Holtzapple, M., Ladisch, M. 2005. Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. Bioresour Technol 96: 673-686.*
11. *Rubin E. Genomics of Cellulose biofuels.* ***Nature.*** *2005. 454; 841-845.*