บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทบาทของเถ้าลอยลิกไนต์ต่อการเจริญเติบโตของพืช

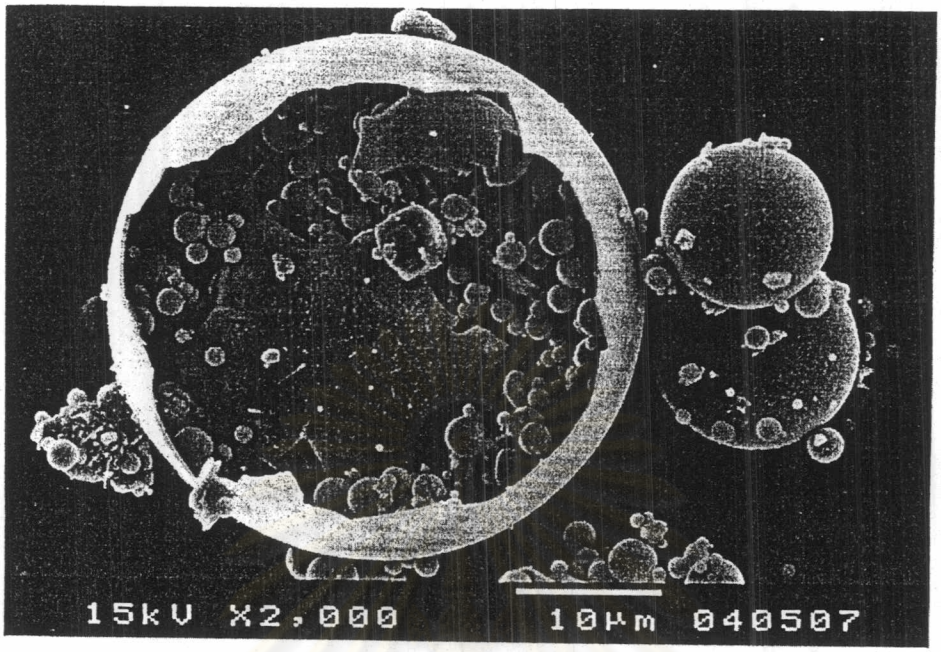
การนำเถ้าลอยลิกไนต์มาใช้ประโยชน์ทางเกษตร เป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งการนำเถ้าลอยมาใช้ประโยชน์นั้นควรพิจารณาถึงลักษณะสมบัติของเถ้าลอยลิกไนต์ดังนี้

2.1.1 ลักษณะสมบัติของเถ้าลอยลิกไนต์

เถ้าลอยลิกไนต์ (Lignite fly ash) เป็นผลพลอยได้จากการเผาไหม้ของถ่านหินลิกไนต์ ซึ่งเป็นส่วนของเถ้าที่มีปริมาณมากที่สุด กรณีโรงงานไฟฟ้าพลังงานความร้อนแม่เมาะ จังหวัดลำปาง มีปริมาณเถ้าลอยเกิดขึ้นประมาณ 6,000-9,000 ตัน/วัน (75-85% ของเถ้าทั้งหมดที่เกิดขึ้น) จากการใช้ถ่านลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงประมาณ 30,000-45,000 ตัน/วัน ในการผลิตกระแสไฟฟ้าประมาณ 2,000 เมกกะวัตต์/วัน เถ้าลอยลิกไนต์มีองค์ประกอบซับซ้อนไม่เป็นเนื้อเดียวกัน และประกอบด้วยผลึกกับอสัณฐาน (Amorphous phases) (El-Mogazi et al., 1988; Mattigod et al., 1990) มีขนาดอนุภาคตั้งแต่ 0.001-1.00 มิลลิเมตร

2.1.1.1 สมบัติทางกายภาพ

เถ้าถ่านหิน หรือเถ้าลอย (Fly Ash หรือ Pulverized Fuel Ash) ได้จากการเผาถ่านหินในโรงงาน โรงไฟฟ้าถ่านหิน เถ้าลอยจะถูกดักจับไว้ด้วยตัวดักจับแล้วรวบรวมเก็บไว้ในไซโล มีสีเทา เทาดำหรือน้ำตาล เถ้าลอยโดยทั่วไปจะมีรูปร่างส่วนใหญ่มีลักษณะค่อนข้างกลมหรือเกือบกลม (รูปที่ 2.1) บางครั้งอาจพบลักษณะเป็นรูพรุน ซึ่งมีน้ำหนักเบาลอยน้ำได้หรืออาจพบในลักษณะที่มีรูปร่างไม่แน่นอน (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2544) นอกจากนี้เถ้าลอยยังมีคุณสมบัติเป็นสารปอซโซลาน (Pozzolan) สังเคราะห์ประเภทหนึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นอันยรูปของซิลิกาและอะลูมินา เมื่ออยู่ในสภาพแห้งและป่นเป็นฝุ่น ไม่มีคุณสมบัติเชื่อมเกาะระหว่างอนุภาค แต่เมื่อสัมผัสเข้ากับน้ำภายใต้อุณหภูมิปกติจะสามารถทำปฏิกิริยาเคมีกับสาร $Ca(OH)_2$ และเกิดเป็นสารใหม่ที่มีคุณสมบัติเชื่อมประสาน (Cementitious) โดยที่คุณสมบัติดังกล่าวขึ้นอยู่กับประเภทของถ่านหิน อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาและช่วงเวลาการเผา ดังนั้นคุณภาพและความสม่ำเสมอของเถ้าลอยจึงขึ้นอยู่กับแต่ละแหล่งที่เผาถ่านหิน (ชัย จาตุรพิทักษ์กุล และคณะ, 2542)



รูปที่ 2.1 ภาพขยายเถ้าลอยลิกไนต์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอน (อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ, 2544)

2.1.1.2 สมบัติทางเคมี

องค์ประกอบของธาตุในเถ้าลอยลิกไนต์โดยทั่วไป เป็นสารเฟอโร-อะลูมิโนซิลิเกต (Ferro-aluminosiligate) ประกอบด้วย ธาตุอลูมิเนียม (Al) ซิลิกอน (Si) เหล็ก (Fe) แคลเซียม (Ca) โพแทสเซียม (K) และโซเดียม (Na) ในปริมาณมาก ไนโตรเจน (N) พบน้อย (Adriano et al., 1980) นอกจากนี้ ยังมี โบรอน (B) โมลิบดินั่ม (Mo) กำมะถัน (S) ซีลีเนียม (Se) และสตรอนเซียม (Sr) ในปริมาณที่มาก (U.S.EPA, 1988) และมีโลหะหนักที่เป็นพิษ เช่น แคดเมียม (Cd) ตะกั่ว (Pb) ปรอท (Hg) นิกเกิล (Ni) และอาร์เซนิก (As) ปนเปื้อนอยู่ด้วย ซึ่งโลหะหนักทุกชนิดมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในลักษณะที่ความเป็นกรดของสภาพแวดล้อมที่มีโลหะหนัก เช่น ดิน น้ำ จะส่งเสริมให้โลหะหนักมีรูปทางเคมีที่พืชดูดดึงไปสู่ส่วนต่างๆ ของพืชได้มากขึ้น (Siriratpiriya et al., 1985)

องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าลอยลิกไนต์จากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ (ตารางที่ 1) จังหวัดลำปาง ตั้งแต่ พ.ศ. 2533-2540 นั้น ประกอบด้วยปริมาณ SiO_2 ร้อยละ 37.8-52.8 Al_2O_3 ร้อยละ 18.0-26.9 Fe_2O_3 ร้อยละ 8.5-15.0 และ CaO ร้อยละ 9.0-17.4 นอกจากนั้นยังประกอบด้วย MgO Na_2O และ K_2O ในปริมาณเล็กน้อย

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าลอย (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2544)

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณร้อยละเฉลี่ย, % โดยน้ำหนัก							
	2533	2534	2535	2536	2537	2538	2539	2540
SiO_2	37.8	42.8	40.3	43.1	52.8	39.6	39.6	39.9
Al_2O_3	20.5	23.3	24.0	20.2	18.0	22.3	23.0	26.9
Fe_2O_3	14.2	14.0	15.0	13.2	8.5	12.5	12.6	11.8
CaO	17.4	10.5	11.2	13.0	13.3	14.0	12.7	9.0
SiO_3	3.9	3.9	3.1	2.6	2.8	2.7	2.4	0.9
MgO	3.3	2.4	2.8	2.7	1.4	2.5	2.4	1.2
Na_2O	0.9	0.8	1.0	1.3	0.9	0.7	1.1	0.6
K_2O	2.1	2.3	2.6	2.4	2.0	2.3	2.9	3.1
Loss on Ignition	0.8	0.7	0.5	0.6	0.3	0.9	0.8	0.8

2.2. การใช้ประโยชน์เถ้าลอยทางการเกษตร

ลักษณะสมบัติทางกายภาพและเคมีของเถ้าลอยลิกไนต์ บ่งชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ในการนำเถ้าลอยไปใช้ในการเกษตร ทั้งนี้ลักษณะสมบัติทางกายภาพนำไปใช้ในการปรับปรุงดิน และลักษณะสมบัติทางเคมีนำไปใช้ในการเป็นแหล่งธาตุอาหาร

2.2.1 การปรับปรุงดิน

เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ลงในดินทรายหรือดินเหนียว จะสามารถช่วยปรับเนื้อดิน (Soil texture) ทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น (Chang et al., 1977, 1989) การใส่เถ้าลอยที่ระดับ 50% ลงในดิน จะทำให้ดินมีความจุในการอุ้มน้ำ (Water holding capacities) สูงขึ้น นอกจากนี้ การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ลงดินจะมีผลกระทบต่อดินโดยจะเปลี่ยนความเป็นกรดเป็นด่างของดิน และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน

2.2.2 การเป็นแหล่งธาตุอาหาร

การเป็นแหล่งธาตุอาหารขึ้นกับปริมาณและชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของเถ้าลอย เช่น ปริมาณธาตุอาหารหลักในเถ้าลอย ได้แก่ ไนโตรเจนซึ่งพบในปริมาณน้อย แต่ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสจะสูง แม้ว่าฟอสฟอรัสในเถ้าลอยลิกไนต์นั้นจะไม่อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำมาใช้ได้อย่างรวดเร็ว (Adriano et al, 1980) อย่างไรก็ตาม การเติมเถ้าลอยลงสู่ดินนับเป็นการเพิ่ม

ธาตุอาหารพืชให้กับดิน (Molliner and Street, 1982) ทั้งนี้การนำเถ้าลอยในทางการเกษตรเพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหาร ควรคำนึงถึงปริมาณของธาตุอาหารในดินด้วย (Martens, 1971; Doran and Martens, 1972) นอกจากนี้เถ้าลอยสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชโดยการปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Molliner and Street, 1982)

2.3 ผลกระทบของเถ้าลอยลิกไนต์ต่อการเจริญเติบโตของพืช

2.3.1 ผลกระทบด้านบวก

เมื่อเติมเถ้าลอยลงในดินทรายและในดินร่วนปนทรายจะเพิ่มผลผลิตของหญ้า Rhodes และถั่วฝรั่งเศส (Aitken and Bell, 1985) นอกจากนี้ การศึกษาของ Charleston (1968) พบว่าการเติมปุ๋ยเม็ดสูตร 10-10-10 ที่อัตรา 1,000 ปอนด์/เอเคอร์ ในแปลงควบคุมและแปลงที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ทั้งหมด พบว่า หญ้าที่เพาะจากเมล็ดพันธุ์ พืชที่มีฝัก รวมทั้งหญ้าจำพวก Festuca ที่ใช้เลี้ยงสัตว์ หญ้าไรน์และอัลฟาฟา ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น นอกจากนี้เมื่อเติมเถ้าลอยลงในพื้นที่ที่เป็นเหมืองและปลูกพืช 3 ชนิด ได้แก่ *Agrostis tenuis* var. Highlander, *Festuca arundinacea*, *Lespedeza cuneata* โดยมีการเติมเถ้าลอยครึ่งหนึ่งของพื้นที่เหมืองที่อัตรา 70 เมตริกตัน/เฮกแตร์ และอีกครึ่งหนึ่งไม่เติมเถ้าลอยจะพบว่า มวลชีวภาพนั้นเพิ่มขึ้นถึง 5-30 เท่า (Joseph, 1987) รวมทั้งเมื่อเติมเถ้าลอยและ organic waste ลงในดินที่ปลูกข้าวฟ่างและหญ้า Sudan พบว่าผลผลิตจะสูงขึ้นเมื่อเติมถึงขนาด 50 ตัน/เอเคอร์ (Kukier and Sumner, 1994)

2.3.2 ผลกระทบด้านลบ

การใส่เถ้าลอยนั้นจะให้ผลที่ไม่พึงประสงค์ต่อปริมาณผลผลิตของพืชต่างๆ โดยมีสาเหตุเนื่องมาจากความเป็นพิษของปริมาณโบรอน (Marten and Beham, 1976; Adriano et al., 1978) รวมทั้งการชักนำให้เกิดสภาวะขาดฟอสฟอรัสและปัญหาความเป็นพิษจากปริมาณโลหะหนักในเถ้าลอย (Adriano et al., 1978, 1982)

ความเป็นพิษของเถ้าลอยลิกไนต์ที่มีต่อหญ้ารูซี่ก็คือปริมาณที่มากเกินระดับ 1 ตัน/ไร่ และ 4 ตัน/ไร่ ในดินโคราชและปากช่อง ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมลดลง โดยเฉพาะในชุดดินโคราช ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในหญ้ารูซี่ลดลงมาอยู่ที่ 0.14 % เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ได้รับปริมาณเถ้าลอยอยู่ในอัตรา 0.5 ตัน/ไร่ จะมีปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 0.23-0.27% จึงสามารถกล่าวได้ว่าการใส่เถ้าลอยลิกไนต์ให้กับแหล่งปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์ เช่น กรณีการปลูกหญ้ารูซี่ จะให้ผลดีก็ต่อเมื่อมีการใช้ในปริมาณเท่าที่จำเป็นและเมื่อร่วมกับปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ตลอดจนอินทรียวัตถุที่เหมาะสม (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2544)

2. 3 หญ้าอาหารสัตว์

หญ้าอาหารสัตว์ จัดเป็น อาหารหยาบ ซึ่งมีความสำคัญต่อการปศุสัตว์ในเขตร้อนและกึ่งร้อน ทั้งประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา ยกตัวอย่างเช่น หญ้าเนเปียร์ หญ้าขน หญ้ากินนี หญ้าแพรก หญ้ารูซี่ เป็นต้น ทั้งนี้หญ้าที่ใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ควรมีลักษณะพิเศษดังนี้คือ มีการแตกกอ (tillering) ทำให้ขยายพันธุ์ได้ จึงฟื้นตัวได้หลังการตัดหรือแทะเล็มโดยสัตว์ นอกจากนี้ควรมีจุดเจริญ (growing point) อยู่ชิดผิวดินทำให้เนื้อเยื่อที่เจริญเติบโตขึ้นมาใหม่รอดพ้นจากการทำลายโดยการตัดหรือแทะเล็ม อย่างไรก็ตามหญ้าหลายชนิดมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบอย่างต่อเนื่อง จะหยุดชะงักลงเฉพาะในช่วงที่ขาดน้ำหรืออุณหภูมิต่ำเกินไป ทั้งนี้หญ้าชนิดที่มีลำต้นใต้ดิน เช่น เป็นแง่ง (rhizome) หรือไหล (stolon) ที่พร้อมจะเกิดราก adventitious root จะทำให้หญ้าเจริญเติบโตและคลุมพื้นที่ได้เร็ว เนื่องจากการเจริญเติบโตและขยายส่วนแง่งและไหล รวมถึงควรมีระบบรากแบบ “ประสาน” หรือ “ร่างแห” ซึ่งจะทำให้ลดการชะล้างของแร่ธาตุอาหารอันเนื่องมาจากฝนตกหนักเกินไป (สายัณห์ ทัดศรี, 2540)

2.3.1 สภาพปัจจุบันของหญ้าอาหารสัตว์

2.3.1.1 การกระจายตัวของหญ้าอาหารสัตว์ในประเทศไทย

การกระจายตัวของหญ้าอาหารสัตว์ในประเทศไทย มีทั้งที่เป็นไปตามธรรมชาติและที่มีการปลูกขึ้น ซึ่งพื้นที่ปลูกอาหารสัตว์ในประเทศไทยจะสอดคล้องกับพื้นที่เหมาะสมที่จะพัฒนาการเลี้ยงปศุสัตว์พวก โค กระบืออย่างจริงจัง ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากเป็นพื้นที่ราบสูงและมีพื้นที่มาก (วิโรจ อิ่มพิทักษ์, 2532) พื้นที่สำหรับปลูกหญ้าอาหารสัตว์ในประเทศไทยจำแนกได้ดังนี้ พื้นที่ดอน (Upland area) ที่มีการระบายน้ำไม่ดี กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้แนะนำให้เกษตรกรปลูกหญ้ารูซี่ หญ้าขน หญ้ามอริซัส หญ้าพารา หญ้าพลิแคทูลั่ม หญ้าอะทราทั่ม และหญ้าเนเปียร์ ส่วนพื้นที่ลุ่ม (Lowland area) ซึ่งมีน้ำท่วมขังเป็นบางช่วงเวลา แนะนำให้ใช้หญ้าขน หญ้ามอริซัส หญ้าพารา และหญ้าอะทราลั่ม ทั้งนี้พื้นที่สูง (Highland area) จากระดับน้ำทะเลมากๆ (มากกว่า 1,000 เมตร) เช่น ดอยหัวโล้นต่างๆ ทางภาคเหนือของประเทศไทยนั้น หญ้านานดีซีทาเรีย หญ้าคาซังกูล่าซีทาเรีย สามารถปรับตัวและเจริญเติบโตได้ดีที่สุด

2.3.1.2 ปัญหาของหญ้าอาหารสัตว์ในประเทศไทย

การเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมักไม่ค่อยมีการปลูกหญ้าเพื่อการเลี้ยงสัตว์ ส่วนใหญ่ใช้หญ้าธรรมชาติและเศษพืชเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์จึงทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีคุณค่าอาหารต่ำมาก จากการศึกษาของ วัลลภ สันติประชา และประวิตร โสภโณดร (2524) พบว่าหญ้าเขตร้อนจะมีคุณค่าอาหารต่ำกว่าหญ้าเขตหนาว คือ มีปริมาณโปรตีนต่ำกว่า มีปริมาณลิกนินสูงกว่า จึงทำให้หญ้า

เขตร้อนมีความน่ากิน (Palatability) ต่ำกว่าด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก หญ้าเขตร้อนมีใบที่มีคิวติเคิล (Cuticle) หนา มีปริมาณซิลิกอนในรูปซิลิกา (SiO_2) มาก มีท่อน้ำและท่ออาหารมากมีเนื้อเยื่อพวกผนังหนาได้แก่ สเคลอเรนไคมา (Sclerenchyma) มาก จึงทำให้มีปริมาณลิกนินเพิ่มขึ้น อีกทั้งมีคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) หนาแน่นในมัดท่อน้ำท่ออาหารซึ่งทำให้ยากต่อการย่อยของสัตว์

นอกจากลักษณะเฉพาะของหญ้าเขตร้อนที่มีคุณค่าทางอาหารต่ำแล้ว ปัญหาของหญ้าอาหารสัตว์ไทย น่าจะเป็นผลมาจากขาดการปรับปรุงพัฒนาคุณค่าของหญ้าอาหารสัตว์ รวมทั้งเกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่สนใจปลูกหญ้าพืชอาหารสัตว์สำหรับเลี้ยงโคและกระบือ โดยมีสาเหตุมาจาก เกษตรกรไทยมีลักษณะเป็นกสิกรอาศัยปลูกพืชเป็นหลัก ให้ความสำคัญกับการปลูกพืชมากกว่าการเลี้ยงสัตว์เพราะการปลูกพืชทำรายได้ดีกว่า เงินทุนหมุนเวียนกลับมาได้รวดเร็วกว่ามาก การเลี้ยงสัตว์จึงเป็นเพียงผลพลอยได้และยังคงปล่อยให้สัตว์หากินหญ้าตามแหล่งธรรมชาติและนิยมเลี้ยงโค กระบือไว้ใช้งาน ครอบครัวละ 3-4 ตัวเท่านั้น จึงใช้วิธีไล่ต้อนหรือปล่อยให้ไปหากินเอาเองตามหัวไร่ ปลายนา และอาศัยฟางข้าวพอให้ยังชีพได้มากกว่าลงทุนปลูกหญ้า นอกจากนี้การเลี้ยงโค กระบือ ต้องลงทุนสูง ใช้เวลานานกว่าการปลูกพืช เพราะการผลิตพืชอาหารสัตว์ต้องใช้ที่ดินจำนวนมากแต่เกษตรกรยากจนไม่มีที่ดินเป็นของตนเอง อีกทั้งพ่อค้าเอาเปรียบผู้เลี้ยงในการกำหนดราคา การลงทุนปลูกหญ้าจึงไม่คุ้มทุน รวมทั้งการส่งเสริมการผลิตสัตว์ยังไม่เป็นแบบครบวงจร ระบบการตลาดยังบกพร่องอยู่มาก (นิวัติ เรืองพานิช, 2543)

ปัญหาสืบเนื่องจากคุณภาพอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าอาหารต่ำ คือ ปัญหาสุขภาพสัตว์ เช่น การขาดธาตุซีลีเนียมซึ่งเป็นธาตุอาหารที่สำคัญและจำเป็นสำหรับสัตว์ ซึ่งสัตว์ต้องการในปริมาณไม่สูงมาก ปริมาณที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.1-1 ppm (Allaway, 1968) หากสัตว์ขาดซีลีเนียมจะเกิดโรคกล้ามเนื้อลีบ (Muscular dystrophy or white muscle disease) ขนร่วง รวมทั้งอาจเกิดการเคลื่อนที่ของอสุจิไม่สมบูรณ์เนื่องจากความผิดปกติจากการพัฒนาหางของอสุจิ และอสุจิที่มีรูปร่างไม่สมบูรณ์จะมีประสิทธิภาพต่ำในการปฏิสนธิกับไข่ (Marin-Guzman และ Mahan, 1989)

ดังนั้นในสภาพปัจจุบันจึงมีการให้ธาตุซีลีเนียม (Se) โดยตรงกับสัตว์ในรูปของเกลือโซเดียมซีลิไนท์ ($NaHSeO_3$) และเติมโซเดียมซีลิเนท ($NaSeO_4$) ในปุ๋ยเคมีให้กับพืช (Welch et al., 1991) เพื่อช่วยให้สัตว์ที่ได้รับซีลีเนียมโดยตรงและโดยอ้อมด้วยการบริโภคพืชอาหารสัตว์นั้นสามารถเจริญเติบโตได้ดีและช่วยให้การดูดซึมและใช้ประโยชน์ของวิตามินอีดีขึ้น โดยตระหนักว่าหากได้รับมากเกินไปจะเกิดอาการแพ้พิษ ทำให้การสร้างกีบและฟันของสัตว์ไม่สมบูรณ์ (Alkali disease)

2.3.1.3 คุณค่าทางอาหารสัตว์

การพิจารณาว่าหญ้าที่ใช้เลี้ยงสัตว์มีคุณภาพดีเพียงใด พิจารณาได้จากคุณภาพหรือคุณค่าทางอาหารสัตว์ของพืชอาหารสัตว์ชนิดใดชนิดหนึ่ง รวมถึงการกินหรือการยอมรับของสัตว์ว่ามีมากน้อยเพียงใดประเมินจากองค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์และความสามารถในการย่อยได้ของสัตว์ (เฉลิมพล แซมเพชร, 2530) อย่างไรก็ตามคุณค่าของหญ้าอาหารสัตว์จะเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไปตามวันเวลาและสถานที่ รวมทั้งฤดูกาลเจริญเติบโตในแต่ละท้องที่ ปกติพืชจะมีคุณค่าอาหารสูงในช่วงที่กำลังเจริญเติบโตและจะลดลงเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น เนื่องจากธาตุอาหารจะถูกชะล้างและเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีในพืช (นิวัติ เรืองพานิช, 2535)

2.3.1.4 องค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบเคมีที่สำคัญต่อคุณค่าอาหารของสัตว์ ประกอบด้วย องค์ประกอบที่สำคัญที่ควรนำมา พิจารณาได้แก่ โปรตีนรวม (Crude Protein) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) ซีลีเนียม (Se) (สายัณห์ ทัดศรี, 2531)

1) โปรตีน

โปรตีนเป็นสารประกอบไนโตรเจน โดยพืชอาหารสัตว์ที่มีปริมาณโปรตีนสูงแสดงว่ามีคุณค่าอาหารสูง พืชอาหารสัตว์ที่มีโปรตีนต่ำกว่า 6% จะทำให้อัตราการกินอาหารของสัตว์ลดลง ปริมาณของโปรตีนในหญ้าจะผันแปรแตกต่างกันมากขึ้นอยู่กับความแก่-อ่อนของหญ้าและความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นประการสำคัญ แต่โดยทั่วไปแล้วหญ้าเมืองร้อนจะให้โปรตีนอยู่ระหว่าง 3-20% หรืออาจจะสูงกว่านี้ได้สำหรับหญ้าที่ยังอ่อนอยู่ โปรตีนในหญ้าจะลดลงเมื่อหญ้าแก่ขึ้น และพบว่าอัตราการลดลงของโปรตีนในหญ้าเมืองร้อนจะสูงกว่าในหญ้าเมืองหนาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อหญ้าขึ้นอยู่ใต้สภาพที่ดินขาดความชื้น (เฉลิมพล แซมเพชร, 2530)

สัตว์ใช้โปรตีนเพื่อการเจริญเติบโต และทดแทนเซลล์ และเนื้อเยื่อเก่าที่ตายไป นอกจากนั้น โปรตีนยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในน้ำนม เมื่อเป็นเช่นนี้สัตว์ที่กำลังให้นมและสัตว์ที่ยังอ่อนอยู่ หรือที่อยู่ในวัยกำลังเจริญเติบโต จึงต้องการอาหารที่มีโปรตีนสูง

ถ้าขาดโปรตีนแม้แต่เพียงเล็กน้อยก็จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต การให้น้ำนม การสืบพันธุ์ และกระบวนการชีวิตอื่นๆ ของสัตว์ สัตว์เคี้ยวเอื้องต้องการโปรตีนสำหรับจุลินทรีย์ในกระเพาะเพื่อให้การย่อยและเผาผลาญอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตและไขมัน มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น กิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระเพาะจะถูกกระทบกระเทือนอย่างหนัก ถ้าปริมาณโปรตีนอยู่ในระดับต่ำกว่าปกติ

2) แร่ธาตุอาหาร

ธาตุอาหารต่างๆ (ตารางที่ 2.2) แสดงมาตรฐานความเข้มข้นของธาตุที่เหมาะสมสำหรับการผลิตสัตว์ ธาตุอาหารต่างๆต้องมีอยู่ในอาหารอย่างพอเพียงในสภาพที่สมดุลย์กัน เช่น อัตราส่วนของ แคลเซียม (Ca) : ฟอสฟอรัส (P) = 1:1 ถึง 2:1 การขาดธาตุอาหารต่างๆ ทำให้สัตว์มีการเจริญเติบโตไม่ดี อัตราการผสมพันธุ์ไม่ดีและทำให้สัตว์มีการผิดปกติหรือเป็นโรคแตกต่างกันไป เช่นการขาดไอโอดีน (I) ทำให้เป็นโรคคอหอยพอก การขาดซีลีเนียม (Se) ทำให้เกิดโรคกล้ามเนื้อลีบ (White muscle) เนื่องจากการสะสม Ca ในกล้ามเนื้อเขตร้อนถ้ามีการสะสมมากเกินไปจนเป็นพิษต่อสัตว์ทำให้การสร้างกีบและฟันของสัตว์ไม่สมบูรณ์ (Alkali disease) (วัลลภ สันติประชา และประวิตร โสภโณดร, 2524)

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานความเข้มข้นของแร่ธาตุอาหารสำหรับการเลี้ยงโค (สายัณห์ ทัดศรี, 2531)

ชนิดของธาตุอาหาร	ความเข้มข้นของน้ำหนักแห้ง
ไนโตรเจน (N)	1.60%
ฟอสฟอรัส (P)	0.20%
โพแทสเซียม (K)	0.31-0.44%
แคลเซียม (Ca)	0.20-0.25%
แมกนีเซียม (Mg)	0.12%
กำมะถัน (S)	0.1%
โซเดียม (Na)	0.05%
เหล็ก (Fe)	30 ppm
แมงกานีส (Mn)	40 ppm
สังกะสี (Zn)	20-40 ppm
ทองแดง (Cu)	10 ppm
โคบอลท์ (Co)	0.10 ppm
ซีลีเนียม (Se)	0.05 ppm
ไอโอดีน (I)	0.12 ppm

3) วิตามิน

วิตามินเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่พืชและสัตว์มีความจำเป็นและต้องการเป็นปริมาณเล็กน้อย เพื่อการเจริญเติบโตและสามารถดำรงชีพได้อย่างปกติ ถึงแม้สัตว์จะต้องการ

วิตามินเพียงเล็กน้อย แต่ก็มีความสำคัญมากเกี่ยวกับการถ่ายทอดพลังงาน และควบคุมกระบวนการต่างๆ ในร่างกาย อย่างไรก็ดีไวตามินนี้ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเสริมสร้างโครงสร้างของร่างกายแต่อย่างใด

4) อาหารด้านพลังงาน

ธาตุอาหารที่จำเป็นแก่กิจกรรมในการดำรงชีวิตของสัตว์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งได้แก่ อาหารด้านพลังงาน ซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากคาร์โบไฮเดรต (แป้ง น้ำตาล เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส) และไขมัน (Fats) พลังงานที่ได้จากการเผาผลาญอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตและไขมันนี้มีความจำเป็นต่อกระบวนการทางสรรีวิทยา และการดำรงชีวิต ตลอดจนการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของสัตว์ อาหารพวกโปรตีนก็เป็นแหล่งพลังงานได้เหมือนกัน ถ้าหากมีมากและเหลือภายหลังจากการใช้ประโยชน์ในการซ่อมแซมส่วนสึกหรอในร่างกายแล้ว

5) ความสามารถในการย่อยได้ของพืชอาหารสัตว์ (Digestibility)

ความสามารถในการย่อยได้หมายถึง ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารที่สัตว์กินเข้าไปลบด้วยส่วนประกอบทางเคมีที่วิเคราะห์ได้จากมูลสัตว์ที่เหลือถ่ายออกมาจากอาหารที่สัตว์กิน ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารสัตว์ได้แก่ โปรตีน (Crude Protein) เยื่อใยต่างๆ (Crude fiber) สำหรับเยื่อใยแยกออกเป็น 2 ประเภทคือ Neutral Detergent Fiber: NDF และ Acid Detergent Fiber: ADF ซึ่ง NDF คือ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลาย detergent ที่เป็นกลาง ประกอบด้วยพวกเยื่อใยทั้งหมดคือ เฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส ลิกนิน คิวติน ซิลิกา เคราติน วัตถุแห้งส่วนนี้เป็นประโยชน์ต่อสัตว์เคี้ยวเอื้องเท่านั้น เพราะในกระเพาะ rumen ของสัตว์เคี้ยวเอื้องมีจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสได้ (วรพงษ์ สุริยจันทราทอง, 2524) ซึ่งเป็นสารที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ของพืช ในขณะที่ ADF คือ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลาย detergent ซึ่งมีสภาพเป็นกรด ประกอบด้วยเซลลูโลสและลิกนินประมาณ 90% ส่วนที่เหลือ 10% จะเป็นพวกคิวติน เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (Acid Insoluble Ash) และ Indigestible Protein เยื่อใยที่สามารถละลายได้ในสารละลาย Detergent ที่เป็นกรดคือ เฮมิเซลลูโลส สำหรับเฮมิเซลลูโลส คือ เยื่อใยที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ชั้นที่สองของพืช เป็นสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต ชนิด Water insoluble carbohydrate ประเภท Heterogeneous Polysaccharides โดยมีน้ำตาลหลายชนิดมาเกาะติดกัน เช่น เพนโทส (Pentose) เฮกโซส (Hexose) และกรดยูโรนิค (Uronic acid) (Meyer et al, 1952)

ความสามารถในการย่อยได้เป็นสิ่งหนึ่งที่ใช้กำหนดคุณภาพของพืชอาหารสัตว์ และประสิทธิภาพในการจัดการทุ่งหญ้า ถ้าจัดการให้ทุ่งหญ้ามีความสามารถย่อยได้ในระดับ 70% ทำให้สัตว์สามารถผลิตน้ำนมได้ในอัตรา 9 ลิตร ต่อตัวต่อวัน ผลผลิตนมจะลดลงเมื่อพืชอาหารสัตว์มีความสามารถย่อยได้ลดต่ำกว่า 70% (กอบแก้ว ตรงคงสิน, 2535)

2.4 หญ้าขน

หญ้าขน (*Bracharia mutica*) มีชื่อสามัญว่า Para Grass หรือ Mauritius หญ้าในกลุ่มหญ้าขน *Brachairia* มีอยู่ด้วยกันทั้งหมดประมาณ 50 ชนิด เป็นหญ้าที่แพร่หลายในเขตร้อนทั่วโลก เช่น อเมริกากลาง อเมริกาใต้ บราซิล ออสเตรเลีย ฟีจิ ฟิลิปปินส์ อัฟริกาตะวันตก รวมทั้งประเทศไทยนำเข้ามาจากต่างประเทศในปี พ.ศ. 2472 โดยนายอาร์ พี โจนส์ นำมาจากประเทศมาเลเซีย (สายัณห์ ทัดศรี, 2531) หญ้าขนเป็นหญ้าที่มีทั้งอายุปีเดียวและหลายปี มีการเจริญเติบโตแบบกอตั้งและกอเลื้อย ช่อดอกแบบ panicle ประกอบด้วยแขนงที่มีกลุ่มของดอกเรียงตัวแบบ raceme ที่อยู่เดี่ยวหรืออยู่เป็นคู่หรืออยู่ร่วมกันหลายอัน เมื่อแก่จะมีสีเหลือง (Bogdan, 1977)

หญ้าขนปลูกแพร่หลายทั่วประเทศ เป็นที่รู้จักกันดีของเกษตรกร เจริญเติบโตเป็นวัชพืชในที่รกร้าง ริมคูน้ำ ริมหนอง ตลอดจนที่ชื้นแฉะทั่วไปโดยอาศัยส่วนของลำต้นที่ทอดยาวออกไปและใช้แพร่พันธุ์ได้ หญ้าขนเป็นหญ้าที่สำคัญต่ออาชีพการเลี้ยงสัตว์ของไทยในปัจจุบัน

หญ้าขนชอบขึ้นในที่ชื้นแฉะและบริเวณที่ราบลุ่มของเขตร้อนชื้นและกึ่งร้อนที่มีฝนตกไม่น้อยกว่า 1000 มิลลิเมตรต่อปี หญ้าขนทนทานต่อสภาพน้ำท่วมขังเป็นระยะเวลานานๆ ได้ดีกว่าหญ้าชนิดอื่นอีกหลายชนิดที่กรมปศุสัตว์แนะนำให้ปลูก ในปัจจุบันหญ้าขนไม่ทนต่อสภาพที่แล้งจัดเป็นระยะเวลานาน อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 15-21 องศาเซลเซียส ไม่ทนต่อสภาพน้ำค้างแข็ง หญ้าขนทนทานต่อสภาพร่มเงาได้ดี แต่จะเจริญเติบโตได้ดีในที่โล่งแจ้ง และสามารถเจริญเติบโตได้ในดินเค็ม ไม่ทนต่อสภาพการถูกไฟเผาบ่อยครั้ง และฟื้นตัวได้ช้าหากมีการใช้ไฟเผา ขึ้นได้ดีในดินหลายชนิดตั้งแต่ดินทรายจนถึงดินเหนียว ในสภาพที่มีการระบายน้ำดี หญ้าขนสามารถขึ้นร่วมกับถั่วเขตร้อนได้ดีหลายชนิด หญ้าขนจัดเป็นพืชวันสั้น ในประเทศไทยเริ่มออกดอกตั้งแต่เดือนธันวาคม แต่เมล็ดมีความงอกต่ำ และไม่ค่อยติดเมล็ด ดังนั้นการขยายพันธุ์จึงต้องใช้ส่วนของลำต้นแต่เพียงอย่างเดียว

2.4.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหญ้าขน

หญ้าขนชอบดินที่มีความชื้นสูง เช่น บริเวณที่มีน้ำขัง มีอายุการเจริญเติบโตหลายฤดู หญ้าชนิดนี้ใช้ปลูกเพื่อป้องกันการพังทลายของหน้าดินริมตลิ่ง และใช้เป็นอาหารสัตว์โดยปล่อยให้สัตว์แทะเล็มหรือตัดไปเลี้ยงสัตว์ มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ดังรูปที่ 2.2

1) ราก

มีระบบรากฝอย (Fibrous root system) ข้อที่สัมผัสดินมีราก Adventitious root งอกออกมาเพื่อทำหน้าที่ยึดลำต้น ดูดน้ำและแร่ธาตุอาหาร หากขึ้นหนาแน่นสามารถยึดหน้าดินได้ดี

2) ลำต้น

ลำต้นเหนือดินเป็นพวกไหล (Stolon) เจริญเติบโตแบบกึ่งเลื้อยกึ่งตั้ง (Semi-erect) ถ้ามีพื้นที่มากพอก็จะเลื้อยขนานไปตามผิวดิน ลำต้นมีข้อและปล้อง ปล้องจะถูกห่อหุ้มด้วยกาบใบ ที่ข้อมีตาเพื่อเจริญเป็นแขนงใหม่ ลำต้นใต้ดินมีข้อถี่ และปล้องสั้น เรียกว่าเหง้า (Rhizome) สามารถแทงโผล่ขึ้นเหนือดินเพื่อพัฒนาเป็นแขนงใหม่ได้เช่นกัน

3) ใบ

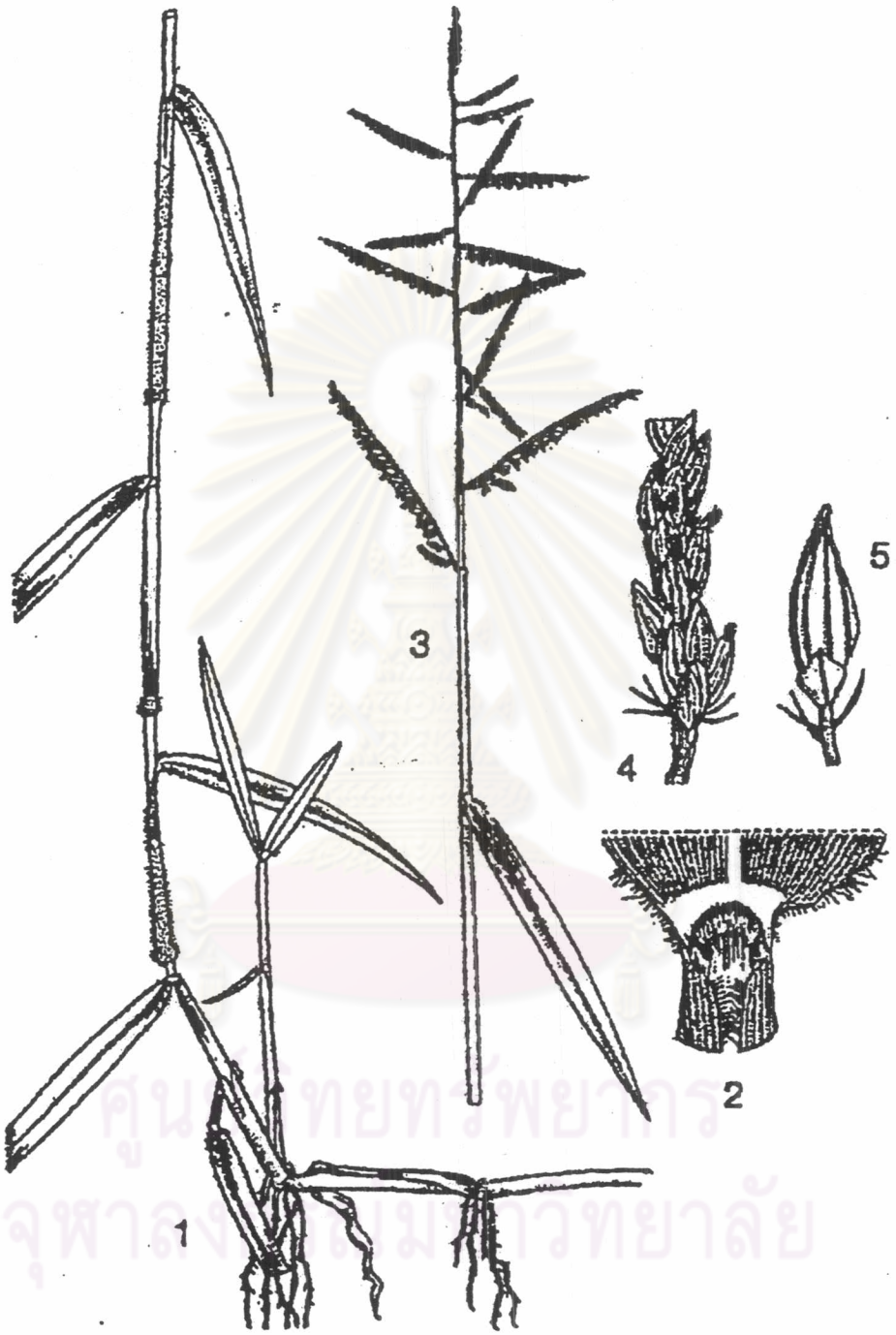
ใบมีลักษณะเรียวยาวสีเขียวเข้ม ประกอบด้วยแผ่นใบและกาบใบ มีขนสีขาวปกคลุมประปรายจนถึงจำนวนมาก แผ่นใบยาว 6-30 เซนติเมตร กว้าง 5-20 เซนติเมตร ลิ้นใบหรือเยื่อกั้นน้ำ (Ligule) ที่อยู่ระหว่างกาบใบและแผ่นใบมีลักษณะเป็นขนอ่อนๆ สีขาว

4) ช่อดอกและดอก

ช่อดอกเป็นแบบ Panicle ยาว 6-30 เซนติเมตร ประกอบด้วย 5-20 Raceme เกิดขึ้นสลับกัน แต่ละ Raceme ยาว 2-15 เซนติเมตร กลุ่มดอกย่อย (Spikelet) ซึ่งเกิดบนแต่ละ raceme จะเรียงกันเป็นคู่ แต่ส่วนปลาย raceme พบกลุ่มดอกย่อยเกิดเพียงดอกเดียวเป็นส่วนใหญ่ กลุ่มดอกย่อยจะเป็นดอกที่มีก้านดอก (Pedicelled Spikelet) โดยแต่ละกลุ่มดอกย่อยมีเพียงดอกย่อย (floret) เดียวที่พัฒนาเป็นเมล็ดได้

5) ผลและเมล็ด

ผลมีลักษณะคล้ายพืชตะกูลหญ้าทั่วไปคือเป็นแบบ Caryopsis ที่มีขนาดเล็กมาก การติดเมล็ดในหญ้าขนจะไม่ค่อยดีนัก จึงนิยมปลูกโดยการใช้ส่วนของลำต้นที่ตัดเป็นท่อน โดยใช้ท่อนพันธุ์มีข้อประมาณ 3-4 ข้อ



หมายเหตุ 1. การเจริญเติบโต 2. ลิ้นใบ 3. ช่อดอก
4. ส่วนของช่อดอก 5. กลุ่มดอกย่อย

รูปที่ 2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหญ้าขน (วาสนา วงษ์ใหญ่และคณะ, 2541)

2.4.2 คุณค่าทางอาหารสัตว์

คุณค่าทางอาหารสัตว์ของหญ้าขน พิจารณาได้จากองค์ประกอบทางเคมี (โปรตีน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม ซีลีเนียม) วินัย สุวัณณะสังข์ (2508) ทดลองใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0 30 60 และ 120 กิโลกรัม/ไร่/ปี พบว่าหญ้าขนมีปริมาณโปรตีนทั้งหมด 0.14 0.24 0.31 และ 0.53 ตัน/ไร่/ปี ตามลำดับ นอกจากนี้ วารุณี พานิชผล และ วลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ (2541) พบว่าหญ้าขนซึ่งปลูกในประเทศไทยมีปริมาณ ADF (Acid Detergent Fiber) เฉลี่ยประมาณ 41.87 % และ NDF (Neutral Detergent Fiber) ประมาณ 64.63 %

นอกจากนี้คุณค่าทางอาหารสัตว์ยังขึ้นกับอายุของการเก็บเกี่ยว (สุวนารถ สุขะเกต, 2537) โดยเมื่อตัดทุกๆ 30 วันพบว่า ระดับโปรตีนในหญ้าจะมีค่าเท่ากับ 12.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.4) จะเห็นได้ว่าระดับโปรตีนจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น ในขณะที่ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมีแนวโน้มลดลงเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าขนที่ระยะการเจริญเติบโตแตกต่างกัน

(สุวนารถ สุขะเกต, 2537)

อายุหลังตัดครั้งแรก (สัปดาห์)	โปรตีน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
3	18.98	0.345	4.405
8	5.95	0.186	2.254
12	6.80	0.219	2.681
16	4.40	0.210	2.434
24	2.73	0.252	2.163

2.4.3 ผลผลิต

หญ้าขนสามารถเจริญเติบโตได้ดี ได้เร็วและให้ผลผลิตสูงในที่มีปริมาณน้ำฝนตลอดปีมากกว่า 1,000 มิลลิเมตร ทนต่อสภาพพื้นที่ชื้นแฉะหรือมีน้ำท่วมขัง เหมาะสำหรับบริเวณพื้นที่ที่เป็นดินเหนียวเพราะได้ผลผลิตถึง 3,100 กิโลกรัมต่อไร่ แม้ไม่ใส่ปุ๋ย ในขณะที่การปลูกในดินทรายจะได้ผลผลิตเพียง 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้การใส่ปุ๋ยจะยิ่งเพิ่มผลผลิตหญ้าขนที่ปลูกในดินเหนียวโดยจะเพิ่มขึ้นเป็น 4,370 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อใส่ปุ๋ยยูเรีย 40 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอก 1 ตันต่อไร่ ส่วนดินทรายที่ใส่ปุ๋ยยูเรีย 140 กิโลกรัมต่อไร่ จะได้ผลผลิตหญ้าขนเพิ่มขึ้นเป็น 3,665 กิโลกรัม

ต่อไร่ (สายัณห์ ทัดศรี, 2540) เห็นได้ว่าหญ้าขนตอบสนองได้ดีต่อปุ๋ยไนโตรเจน โดยจะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 21.47 กิโลกรัม ต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1 กิโลกรัม (เฉลิมพล แซมเพชร, 2530)

อาจกล่าวได้ว่าผลผลิตของหญ้าขนขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำฝนที่ได้รับ ดังนั้นในสภาพที่ไม่มีการชลประทาน หญ้าขนจะให้ผลผลิตในช่วงฤดูฝนเป็นส่วนใหญ่ โดยมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดในเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 120-130 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ หญ้าขนยังให้ผลผลิตหญ้าสดสูงกว่าหญ้าชนิดอื่นอีกหลายชนิดเมื่อมีการตัดเดือนละครั้งเป็นระยะเวลาหนึ่งปี (สายัณห์ ทัดศรี, 2540) ผลผลิตของหญ้าขนยังขึ้นกับช่วงเวลาในการตัด โดยการทดสอบที่สถานีวิจัยทับกวาง จังหวัดสระบุรี พบว่าหญ้าขนให้ผลผลิตผลผลิตน้ำหนักแห้ง 3.4 ตันต่อไร่ หรือ 21.3 ตันในรูปของหญ้าสด แต่ภายใต้สภาพการตัดบ่อยครั้งทุกๆ 3 สัปดาห์ หญ้าขนให้ผลผลิตน้ำหนักสดเพียง 4.4 ตันต่อไร่ (สุวนารถ สุขะเกต, 2537)

ตารางที่ 2.4 ผลผลิตหญ้าสดของหญ้าขนเปรียบเทียบกับหญ้าชนิดอื่นอีก 6 ชนิด

(สายัณห์ ทัดศรี, 2540)

ชนิดหญ้า	ผลผลิตหญ้าสด (ตันต่อไร่)	% โปรตีน
ขน	23.5	12.3
แพนโกล่า K12	19.8	12.3
แพนโกล่า K 108	18.7	11.8
อาลาบังเอกซ์	18.1	10.9
ซิกแนล	14.5	14.4
สตาร์	11.6	13.1
เบอร์มิวดา	11.0	12.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย