

化學處理에 의한 볏짚 利用 極大化의 意義와 問題點

崔 善 駿

韓國草地硏究會 副會長(酪農商事(株) 代表理事)

序 論

10餘年間の酪農牧場自營에서 느낀바, 우리나라의 無傳統하고 落後된 酪農經營을 善導하며 “뿌리 있는 傳統”을 定立하는데 이바지하고자 ‘한마음’으로 先進諸國의 酪農 肥育 現況을 10餘年동안 두루 살피고 검토하면서 18次의 硏究 탐방을 한 바 있는 筆者는 그동안 ‘착유기’·‘牧草에취기’·飼料作物 저장 加工의 象徴인 ‘Harvestore system’·牧草의 乾燥 利用을 爲한 ‘Drying plant’·Tractor 및 草地 관리용 기계 等, 그리고 酪農 配合 飼料·代用乳·人工乳·첨가제를 비롯한 飼養 관리의 合理化를 爲해 개발된 새로운 器具 等을 先導的으로 輸入 소개 하여 왔다.

특히, 우리의 賦存資源인 ‘볏짚’의 化學的 利用 極大化를 實現하고자 ‘散物處理機械’(1978年) 및 ‘펠렛化 plant’(1979年)를 供給한 바 있고, 이의 經濟的 實用性을 2~3年 동안 검토하고 있는 時點에서- 政府의 政策支援에 따라 (1980~1981) 高調 되고 있는 이 問題에 대하여 實質的 側面에서 考察 하고 後日을 爲하여 記述하는 바이다.

1. 意 義

粗飼料는 草食性 家畜의 生命이며 主飼料인 것은 明白하다. 어느 牧場에서나 粗飼料 生産을 爲한 草地와 作物圃의 造成에는 많은 費用 및 勞力을 要하므로 粗飼料의 生産量과 그 原價는 牧場 經營에 가장 큰 影響을 미치고 있다. 한편, 우리나라는 年間 約 100萬톤의 볏짚·보릿짚이 生産되고 있는데 볏짚 그 자체로서는 牧草나 기타 飼料作物을 대체할 수 없고 특히 穀物飼料의 給與를 절감시킬 수는 없다고 생각해 왔다. 그러나, 現實的으로는 볏짚의 科

學的 利用으로 粗飼料를 代置할 수 있을 뿐만 아니라 穀物飼料의 給與量을 20~30% 절감시킬 수 있다는 點에서 草食性 畜産 振興에 革新的인 發展을 期할 수 있게 되었다. 따라서 지금부터는 모든 논은 쌀을 生産할 뿐만아니라 풀飼料를 生産하는 草地라 믿고, 그 利用性을 늘리게 하는데 큰 意義가 있다고 할 것이다.

2. 背 景

짚의 效率의 活用 문제는 오랫동안 硏究되어왔고, 物理 및 化學的 處理 方法에 있어서도 多樣하게 利用되어 왔다. 우리나라의 先祖들이 볏짚을 細切하여 끓여서 소에 給與했던 物理的 處理 方法과 第一次 世界大戰中 (1914~1918) 독일人 Beckmann 에 依하여 開發된 짚을 NaOH (가성소다) 용액에 담궈다가 물에 세척하여 소에 給與하는 化學的 處理 方法(수침법: wet processing), 그리고 日本人이 개발하였다는 石灰水에 담궈다가 물에 세척하여 소에 급여하는 化學的 處理 方法 等인데 1960~1970年代에 와서 燃料問題·人力問題 等에 依한 非經濟性 때문에 이와같은 利用이 急激히 減少하게 되었다. 그러나 1973年 油類波動 以後로 世界의 穀物 價格과 乾草 價格이 昂騰함에 따라 先進諸國에서는 짚의 利用性을 좀 더 科學的으로 硏究하게 되었다.

(1) Pellet 加工 方法

짚을 細切·破碎하여 NaOH 處理한 後, 高壓·高熱에 依해 펠렛(pellet)化하여 熱量面에서 乾草等 粗飼料의 100% 그리고 穀物飼料 價値의 60~70%에 해당하는 飼料로 加工·利用(소화율 向上 65%)하게 되었다.

(最初의 産業化 會社(1974年): 英國 Unilever 社 스위스 Swiss-Combi社 製作)

(2) 散物加工 方法

짚을 細切한 후 NaOH 첨가와 同時に 破碎·混和하고 反應熱處理 後 (消化率 55% 向上) 利用하는 方法으로 덴마크 等地에서 개발되어 구라과 諸國에서는 一般化되고 있다. (덴마크의 TAARUP 社, J. & F. 社, 英國의 Farmhand 社 等 10餘個社 製作) 이 機械들은 모두 보릿짚 處理만이 可能하며, 벼짚을 곁하여 處理하는 기계는 덴마크의 TAARUP 社 기계뿐이다.

(3) 암모니아(NH₃) 處理 方法

암모니아 處理에 依하여 짚의 消化率 向上 및 단백질의 보충 方法으로 개발된 것이 研究·紹介되고 있으며 利用 方法은 複雜하나 여건에 따라 그 利用性이 늘어가고 있다.

기타 여러가지의 化學 약품으로 짚을 處理하여 飼料효율을 높이고자 하는 研究개발이 있으나 現在로서 가장 經濟的 利用性이 認定되고 活用되는 方法은 'NaOH 散物 處理 system' 과 산업화 system 인 'NaOH 處理 pelleting system' 이라고 할 것이다.

3. 加工 方法의 概要

(1) 細切·破碎

각질층(리그닌층) 및 세포벽을 파괴하여 有効成分의 추출을 용이하게 한다. 따라서 가성소다(NaOH)와의 반응을 최대한으로 높여준다.

(2) 알칼리(NaOH) 處理

셀룰로오스를 가수분해하여 가축이 利用하기 쉽도록 低分子化하며, 이 반응에서 셀룰로오스의 上 당부분이 糖化된다.

(3) 混和·熱反應處理(散物處理)

자극성인 알칼리가 無害·無毒性 탄산염으로 變化되어 中性 飼料가 된다. (pH 8~10, 산성사료(사일리지 등)와의 조화가 잘 이루어짐.)

(4) 高壓·高熱處理(pellet 加工의 경우)

高壓에 依한 100℃ 以上の 熱處理로 더욱 飼料効率が 向上된다. 부피를 1/10 로 줄이고 兪通飼料化가 可能하다.

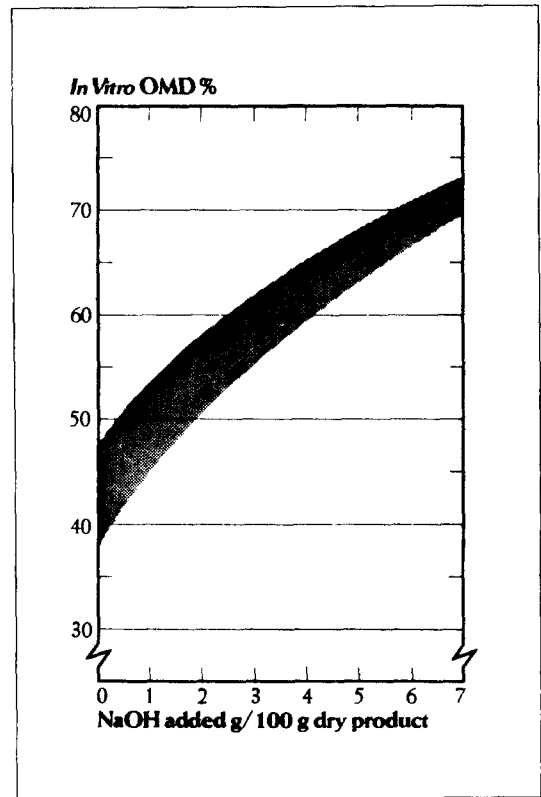
4. 處理의 飼料에 對한 效果

(1) 消化率의 向上

〈표 1〉 유기물의 소화율의 변화(보릿짚 pellet)

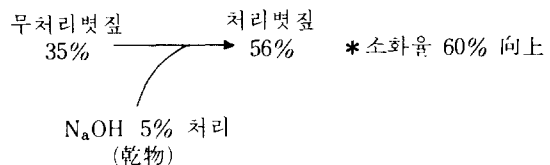
건 본	보 릿 짚		밀 짚	
	무처리 30	처리 30	무처리 30	처리 30
가성소다 첨가량 (g/100g DM)	-	4.7	-	4.8
유기물 소화율	39.3	64.1	40.2	62.6

* 소화율이 156~163%로 향상되었다.



〈그림 1〉 유기물의 소화율(시험관 시험) Unilever 社 RESEARCH INSTITUTE, 1976)

◎ 乾物의 消化率(散物處理) (Taarup 805로 선정 목장에서 처리·분석) (맹원재등, 1981)



(2) 에너지의 增加(乾物)

〈표 2〉代謝에너지(ME)의 가치비교

사 료	MJ/kg 건물량	대치가
NaOH 켈렐(보릿짚) 사료	9.1	1.00
사 일 리 지(보통)	8.8	3.73
건 초(보통)	8.4	1.15
보 리	12.9	0.74

〈표 3〉열량비교

열량面

NaOH 켈렐(보릿짚) 사료	1kg
사 일 리 지 (보통質)	3.7kg
건 초 (보통質)	1.2kg
보 리	0.7kg
옥 수 수	0.64kg

〈표 4〉전분가(SE)의 가치비교

사 료	전분가 90% DM	대치가
NaOH 켈렐(보릿짚) 사료	51	1.00
사 일 리 지(보통)	10	5.10
건 초(보통)	28	1.82
보 리	71	0.72

(표 2, 3, 4는 Unilever社 RESEARCH INSTITUTE 제공, 1978)

5. 利用의 必要性和 實際

볏짚이나 보릿짚에는 表 5에서 보는 바와 같이 탄수화물이 풍부히 들어있다.

〈표 5〉알곡과 짚의 生産比率과 에너지함량

生産比率	종 에너지 Mcal/kg	가소화에너지 Mcal/kg	TDN
50% 벼 낱알 50% 보리 낱알	4.4	3.7	80
50% 볏짚 50% 보릿짚	4.4	1.9	40

그러나 반추가축에 짚을 利用하는 데에는 두가지 문제점이 있다.

첫째, 양분의 소화율이 낮아서 섭취량이 제한되며,

둘째, 용적이 지나치게 크므로 취급이 비경제적인 것이다.

NaOH처리 볏짚 飼料는 이 문제를 동시에 해결해 준다.

1. 소화율이 켈렐의 경우 약 60~70% (散物처리 경우 50~60%) 늘어나 양분 섭취를 개선시킴.

2. 섭취량이 2~3 배로 늘어남.

3. 용적은 켈렐의 경우 $\frac{1}{10}$ (散物처리의 경우 $\frac{1}{4}$)로 축소되어 이용성을 높여줌.

따라서-

1. NaOH 처리 볏짚(高壓·高熱) 켈렐飼料는 穀物飼料를 20~30% 代置·절감시키고도 粗飼料(乾草, 사일리지 등)는 50% 代置할 수 있고,

2. NaOH 처리 볏짚 散物飼料는 粗飼料의 50~100%를 代置할 수 있는 혁신적인 畜牛飼料가 되는 것이다. 즉, 우리나라와 같이 볏짚이 많은 나라에서는 특히 生産活用이 기대되는 것이다.

곧, NaOH 처리 볏짚 켈렐 飼料는 가장 경제적인 (製造 기계의 性能과 경제성에 따름.) 반추動物의 熱量飼料로 평가되며 그 價値는 熱量에서 보리의 70%, 옥수수의 64%에 해당되는 것이며, NaOH 처리 散物볏짚飼料는 역시 가장 경제적인 粗飼料로 活用될 수 있는 것으로 先進諸國 및 우리 나라에서도 確證되었다.

6. 飼養試驗 成績

〈實驗 1〉

같은 熱量·단백 수준으로 NaOH 켈렐사료를 配合하여 20頭의 젓소에 28일간 供試한 시험성적은 표 6에서 보는 바와 같다.

乳脂肪은 30%區가 有意的으로 높았고 기타 처리 간에는 차이가 없었으며 産乳量 15kg 수준의 젓소 飼養에 있어 NaOH 처리 볏짚 켈렐 사료는 배합사료의 30%를 代치할 수가 있었다.

〈實驗 2〉

NaOH 켈렐 사료를 50% 配合한 中에너지 飼料로

〈표 6〉 NaOH 처리 볏짚펠릿사료의 급여효과

구분		NaOH Pellet 배합수준			
		0%	10%	20%	30%
사료 섭취량 (DM kg/日)	건초	3.84	3.84	3.84	3.82
	압맥	1.83	1.83	1.83	1.82
	배합사료	5.08	4.96	4.97	4.76
합계		10.75	10.63	10.64	10.40
유량(FCM Milk)		15.0	14.7	14.8	14.4
우유 고형분 총량(Total Solid)		12.0	12.0	12.0	12.1
유지방		3.48	3.52	3.53	3.65
단백질(Protein)		3.16	3.13	3.13	3.16
유당(Lactose)		4.66	4.64	4.64	4.63

(Unilever社 RESEARCH INSTITUTE, 1975年)

씨 高에너지 配合飼料를 대체할 수 있을 것인지를 함(예비시험 4 주).
알아보기 위해 젖소 12頭를 공시하여 20주간 試驗

〈표 7〉 飼料 섭취량 및 급여 사료

구분	대조구			NaOH 펠릿		
	구성비	DM kg	ME	구성비	DM kg	ME
압맥	5%	0.7	9.6MJ	-	-	- MJ
보릿짚(無처리)	-	-	-	5	0.9	5.4
건초	41	6.2	60.9	-	-	-
50% NaOH Pellet 배합사료(中에너지)	-	-	-	72	12.5	121.2
고에너지 배합사료	54	8.3	107.1	23	4.0	52.0
합계	100	15.2	177.6	100	17.4	178.6

〈표 8〉 NaOH 처리 볏짚 펠릿의 우유성분에 미치는 효과

구분	生産量 産乳量(kg)	牛乳의 成分(%)		
		고형분	지방	단백질
대조구	25.2	12.2	3.5	2.9
NaOH Pellet	26.3	12.5	3.6	2.9

(Unilever社, 1975)

① 多量の NaOH Pellet 사료급여시 보릿짚(long roughage : 조사료)은 5% 급여했을 뿐이다.

② 50% NaOH Pellet 배합사료는 고가인 농후사료의 급여량을 1/2로 절약 대체 하였다.

③ NaOH Pellet 사료는 조사료 및 농후사료량을 同時に 절감할 수 있는 독특한 사료 성격을 지닌다.

7. NaOH 볏짚 飼料의 給與범위

〈표 9〉 젖소에 대한 NaOH 처리 볏짚사료의 급여 범위

	NaOH 사료(kg/일)	NaOH 사료 % of ration DM
初期 비유우	1 - 2	10 - 20%
中期 비유우	2 - 3	15 - 25%
후기 비유우 및 건유우	3 - 4	20 - 40%

〈표 10〉 비육우에 대한 NaOH 처리 볏짚사료의 급여 범위

〈증체량 1kg/일 표준〉

生体量	乾草 또는 사일리지		NaOH사료	배합사료
300 kg	5 kg	15kg	1.5 kg	3 kg
400	7	20	2.0	4
500	8	25	3.0	4
600	8	25	3.0	5

〈표 11〉 비육우에 대한 NaOH 사료의 급여*

증체량 0.5~0.7kg/일

생체중 250~400kg

飼料區分	급여량 kg/일 (생체중 300kg)	乾物섭취량%DM
사일리지	18.5 kg	66
NaOH 사료	2.6	33
미네랄·비타민 첨가제	0.07	1

NaOH 펠렛 사료와 사일리지만 급여하여도 육성우의 경우 0.5~0.7 kg이 증체되었다.

8. NaOH 볏짚飼料의 영양적인 改善과 特性

(1) NaOH飼料의 에너지는 세포벽 탄수화물로 부터 얻어지므로 配合飼料와 섞어 給與할 때 곡물의 전분보다 반추 위에서 천천히 발효됨으로써 산과다 현상의 위험 부담을 감소시킨다.

(2) 알칼리飼料로써 (pH 10) 사일리지 (pH 4)와 섞어 먹일때 산성을 중화시키며 또한 고전분 사료를 반추위에서 중화시킨다.

(3) 가소화 조습유를 높여줌으로 牧草·乾草等 粗飼料 (long grass)를 대치한다.

(4) 給與後 2 - 3 일이면 소들이 잘 먹게되며, 소화력 向上과 乾物量의 섭취가 많아진다.

(5) 가공 機械의 선택에 따라 가장 값싼 에너지 사료가 될 수 있다.

(6) 기호성이 높으며 젖소나 肉牛에 安善한 飼料

이다.

(7) 저장하기 쉽고 건조상태에서는 오랫동안 변질되지 않는다.

9. 世界의 NaOH 處理된 Pellet 飼料 産業化의 現況

(1) 1965년頃부터 實用産業化를 研究한 世界的 最大公司의 하나인 英國 Unilever社가 1974년에 이르러 實用化 試驗工場을 kimblton에 年2萬5千톤 生産 규모로 설치한 것이 成功되어 1976~1978년에 試營工場 7個를 完成했으며 (百億원 所要), 이 Plant의 기계는 Europe에서 이분야에 가장 제작 실적 및 性能이 우수한 스위스의 SWISS-COMBI社로 부터 제작 공급되었다. 이 Plant는 現在 佛蘭서·이탈리아·브라질 등 여러나라에 수출되었고 한국에는

벗짚 가공 Plant로 小型(1-1.5 ton/h: 1979年)이 공급되었다.

(2) 덴마크, 독일, 영국, 불란서, 이탈리아 등 諸國의 여러 Maker들이 NaOH 보릿짚 加工 Plant 제작을 시도하고 있으나 SWISS-COMBI 社의 기술과 性能에는 미치지 못하며 경제성 때문에 不振한 상태에 있다.

(3) 日本은 Unilever社와 SWISS-COMBI社의 産業化 情報를 입수하고(1976年), 政府의 補助支援資金으로, 가장 重要한 Dry Process Pelleting System은 SWISS-COMBI社에서 수입하고 一部 기술지도를 얻어 佐佐木 農機社가 시험 Plant를 組立 제작했는데 이 Plant는 1978년부터 시험 가동되고 있으면서도 1981年 現在 牧草·乾草 system과 並用되는 試驗 단계적 工場 1개를 더 設置하고 있는데 不過하며, 그 性能과 경제성이 크게 문제되어 日本 國內에서도 거의 공급이 不振한 實情이다.

10. Europe諸國의 NaOH 處理 散物 보릿짚利用 現況

1976년부터 덴마크의 TAARUP社를 爲始하여 10餘 maker들이 移動式 및 固定式의 기계를 개발 소개하고 있는데 날로 그 需要가 늘고 있으며, 粗飼料의 절감活用을 爲하여 큰 牧場이나 協同組織에서 利用되고 있는 實情이다. NaOH散物處理 짚飼料는 Pellet加工보다 10-15% 質이 떨어지기는 하나 설치費用이 Pelleting Plant에 比해 약 1/10 정도의 投資로 가능하며 또한 加工 1週日後 그대로 給與하거나 當밀 및 要素를 混入 給與하기도 하고 特히 사일리지와 混用함으로써 그 利用이 實利的이기 때문이다.

11. 韓國 最初의 NaOH 處理 벗짚 加工 Plant 및 기계 導入 過去와 現況

筆者는 1975년에 英國 Unilever社의 Kimblton 工場을 視察함으로써 SWISS-COMBI 펠렛 Plant의 成功的인 生産과정과 1976年度에 供給될 同型 3개의 Plant 제작을 스위스에서 確認했고, 同年 덴마크 TAARUP社의 散物處理 機械 개발도 確認한 바 있었다. 1977년에는 Unileve社의 Stanton과 Kimblton Plant를 再訪하고 SWISS-COMBI 제작 会社

에 小型(1-1.5ton/h) 벗짚 加工用 Plant 제작을 요청한 바, 그들은 이탈리아의 벗짚으로 실험한 後, 1978년에 개발 공급을 약속하고 1979年 충남 소재 태신농장에 도입케 하였으며 그동안 벗짚의 특수성 때문에 일어난 적지 않은 문제를 研究 해결하면서 現在까지 Pellet 사료 위주로 絞소와 비육우 約 600頭에 대한 사육을 성공시켜 왔다. 그리하여 韓國型 Plant를 완벽하게 製作供給할 수 있도록 SWISS-COMBI社와 제휴하고 있다. 또한 1978年 덴마크 TAARUP社의 散物처리 기계도 國內에 도입, 現在 4個의 牧場에서 活用하고 있으며 이 기계도 벗짚 用으로 改造하여 큰 成果를 보게 되었다.

上述한 바와 같이 NaOH 벗짚加工은 Pellet과 散物 두가지로 區分되어 Pellet는 도입목물사료의 절감次元에서 散物處理는 不足한 粗飼料 代치次元에서 共히 草食性 畜産 振興을 爲해 政策的으로 檢討 支援되어야 하는 것인데 政府는 Pellet 加工 만을 지원하게 되었다.

政府의 支援 내역을 보면 1980年度 예산으로 2개 工場, 1981年度 예산으로 2개 工場이 도입·設置하게 되었는데 이 工場들은 거의 日本 佐佐木 Plant (500kg~1 ton/h)로 導入케 되어 年中이나 늦어도 來年 3月까지는 가동이 될 것이나 기계의 性能과 經濟性 때문에 實效를 거두게 될 것인지는 두고 보아야 할 것이다.

12. 韓國에 있어서 NaOH Pellet 飼料 生産의 經濟性과 展望

産業化 Plant는, 보릿짚의 生産量이 많고 그 利用率이 낮은 Europe諸國(英國, 불란서, 덴마크, 이탈리아 등)이나 政府의 補助支援을 받고있는 스위스 그리고 飼料資源이 풍부하여 짚이 값없이 버려지고 있는 國家에서는 大型 工場(5~10톤/h)의 설치로, 경제적으로 生産活用함이 有利하다. 그러나 우리나라의 경우는 짚 값이 싸고 배합사료價 및 粗飼料 生産費가 비쌀 때에만 그 生産 利用의 經濟性이 있게 된다.

1978년에 짚 값은 kg당 15원이었고, Pellet 生産費는 kg당 50원으로 算出하여 配合飼料價의 50% 内外, 乾草生産費의 70% 정도로 生産이 可能하여, 1979年 태신농장에 SWISS-COMBI Plant (1-

1.5톤/h: 도입설치비용 약 2 억원)를 導入토록 하였다. 그러나 1980年度에는 짚값이 100% 그리고 電力 및 가성소다 값이 50% 이상 상승하여 사실상 生産原價는 90~100원/kg로 (태신농장) 둔갑하게 되었다. 그리하여 政府가 支援하는 500kg/h Capacity (도입설치費 約 2 억원)나 1 ton/h Capacity Plant (도입설치費 約 3 억원)에 依한 生産費는 最小限 120~150원/kg으로 算出될 것이 明確하다. 따라서 個

人農場이 아닌 畜協산하組合에 支援하는 Plant의 규모는 最小 2.5~3ton/h Capacity(年 8,000~10,000톤 生産: 도입설치費 約 4 억 5 천만원)라야 현실적으로 生産原價가 100원/kg 以下가 되어 農家에 供給이 可能하다고 생각된다.

이와같은 筆者의 意見은 이미 관계기관 책임자 및 畜協中央會 그리고 도입 組合에 詳細히 說明한 바 있다.

〈표 12〉 볏짚 펠릿 생산비 비교

區 分		1 ton/h	3 ton/h
生産量(年産)		3,000ton	9,000ton
工場設置費		약 3억원	약4.5억원
生産費 (kg)		125원	90원
내 역	볏 짚 값	35 원	35 원
	NaOH	15	15
	전 기 료	15	10
	인 건 비	10	5
	상 각 비	10	5
	이 자	20	10
	보 수 비	10	5
기타비용		10	5

※ 500kg/h (년산 1500톤)의 生産費는 150원/kg이 될 것임
 ※ 註: 物量확보 및 集荷문제는 組合員 할당으로 해결될 수 있음.

13. 問題点과 展望

草食性 家畜 中心의 畜産 振興을 爲하여는 우리나라의 唯一한 飼料 賦存資源인 볏짚 및 보릿짚의 合理的인 利用을 極大化하여 “논은 쌀 生産 뿐 아니라 牧草를 生産하는 草地로” 認識하도록 유도하는 戰略的 政策이 遂行되어야 한다고 생각되며, 이를 爲하여는 NaOH 散物처리 볏짚의 利用을 先行시키면서 한편으로는 世界的 食糧 危機에 對備하는 次元에서 高品質化 Pellet 生産을 推進함이 옳다고 믿는 바이며 특히 品種의 선정에 있어서는 값이 싼 펠릿을 生産할 수 있는 잠재력이 높은 기계의 도입을 염두에 두어야 할 것이다.

科學的인 볏짚 飼料의 利用 問題는 우리나라 學界·研究기관·行政기관 및 産業界를 網羅하여 眞實하고 正當하게, 多角的이고 精密性있게 檢討되어 農民에게 利益을 줄 수 있는 支援政策을 確立하여야 한다고 생각한다.