

Extrude를 이용한 농산물 가공 기술 연구

- 요소를 이용한 단백질 사료자원의 개발기법 -

권오광

(한국낙농기술연구회)

Studies on the Development of protein feed resources by using Urea through the Extruding technics

Kwon, Oh-Kwang

Korea Dairy Research Group

I. 서 론

現在와 같은 國內外的 産業構造의 興件下에서 우리나라의 農畜産業은 일반 국민들에게 그리 重要하게 認識되고 있지 못한 실정이지만, 基本的으로 우리 입맛에 맞는 먹거리를 提供하고 있다는 사실과 이외에도 국토의 自然環境과 生態界를 保存하며, 國民情緒의 순화 및 전통문화계승·발전 등 여러가지 非經濟的 측면의 效果로 인하여 결코 무시될수 없는 國家의 基幹産業이라 할수 있다.

그런데 요즘은 범세계적인 自由貿易主義와 이로 인해 UR 協商的의 타결과 함께 값싼 外國農産物들이 물밀듯이 國內에 반입되면서 우리 農畜産業의 그 存立자체가 위협을 받는 실정에 이르게 되었다. 즉 現 상황에서 우리 農畜産物 자체가 國際競爭力을 갖추지 않으면 우리는 영원히 우리의 먹거리를 外國人의 손에 맡겨 언젠가는 먹거리를 찾아 外國으로 求乞을 가야할지 모를 일이다.

그러므로 現時點에서 우리 農畜産物의 國際競爭力을 높이고, 生産物의 質을 向上시켜 우리 農畜産業의 기반을 튼튼히 하지 않으면 안될 것이다.

國內 畜産業이 外國에 비해 競爭力이 떨어지는 理由는 여러가지 要因이 있겠지만 그 중에서 直接的으로 가장 큰 影響을 끼치는 要因을 꼽는다면, 첫째로 過多한 飼料費 支出과 둘째로 技術力의 未備로 인한 生産性 低下를 들수 있다.

飼料資源의 基盤이 脆弱한 우리 狀況에서 現在 거의 모든

動物飼料資源을 外國으로부터 輸入에 依存하고 있기때문에 外國에 비해 비싼 飼料資源을 利用할수 밖에 없다. 그러므로 競爭力 向上을 위한 生産原價의 절감을 위해 代替飼料資源의 개발이 매우 重要한 과정이 아닐수 없다.

이런 관점에서 反芻家畜의 消化 生理의 特性을 고려하여 非蛋白態窒素化合物을 利用하면 값싼 蛋白飼料資源의 개발이 可能하므로 이를 통한 生産費절감에 의한 國內 反芻家畜 生産物의 競爭力 제고에도 매우 효과적이라 생각되어진다.

反芻家畜은 單胃動物과는 달리 消化生理의 特性이 매우 달라 반추위내 棲息하는 微生物에 의하여 모든 消化作用이 이루어진다. 반추위내의 微生物은 胃內로 들어온 飼料를 分解하고 合成하여 營養素와 體內로 吸收될수 있도록 하는데, 특히 尿素와 같은 非蛋白態窒素化合物(Non-protein Nitrogen)을 利用하여 微生物 蛋白質을 合成해 反芻動物 自體가 必要로 하는 蛋白質要求量의 일부분을 供給하여 주는 특징을 가지고 있다 (Roffler 등 1978; Hagemeister 등, 1980).

一般的으로 반추위내의 微生物의 대부분은 암모니아(NH₃)를 窒素源으로 利用하여 成長을 하는데(Bryanf 와 Robinson, 1963; Ibrahim과 Ingalls, 1972; Kropp 등, 1977) 이러한 NH₃의 일부분을 공급하여 줄수 있는 非蛋白態窒素化合物의 일종인 尿素는 熱량과 鑛物質 및 비타민 含量이 없는 短點은 있으나, 蛋白質當量(protein equivalent)은 매우 높아 훌륭한 蛋白質 供給源이 될수 있다. 그러나 反芻胃內의 尿素가 過分解되어 암모니아의 濃度가 급격히 增加하게되면 微生物 蛋白質을 合成하는 量 이외에도 상당량이 反芻胃壁를 통해 體

內로 吸收되어 암모니아가 尿로 배설되고 심하면 血液內의 암모니아 濃도가 높아져 암모니아 中毒(또는 尿素中毒)에 걸리게 된다(Dinning, 1948; Davis와 Roberts, ; 辛,1982).

이와같은 암모니아의 流失과 中毒을 예방하기 위해서는 反芻胃內 微生物의 蛋白質 合成 速度를 높이고,尿素의 分解 速度를 低下시키는 것이 중요한데 (Reid, 1953; Jones등, 1964; Chalupa, 1968), 미생물단백질 합성을 最高로 높이기 위해서는 微生物이 合成에 필요한 에너지 및 기타 營養素를 충분히 공급해 주어야 한다 (Davis등,1955; Belasco, 1956; Johnson, 1976). 이러한 관점에서 澱粉은 反芻胃에서 分解速度가 빠른 반면, 纖維素는 分解速度가 느리므로 尿素의 利用效率을 높이기 위해서는 澱粉(Starch)이 가장 좋은 에너지 供給源으로 熱處理하면 더욱 效果的으로 利用할수 있다 (Belasco, 1954, 1956).

이때 熱處理된 澱粉으로부터 放出되는 에너지와 尿素態 암모니아의 生成速度가 비슷하게 유지될 경우 反芻胃 微生物이 암모니아를 效果的으로 이용할수 있기 때문에 尿素의 分解速度를 조절한 非蛋白態窒素化合物 供給源의 개발은 高價인 단백질 飼料資源代替의 觀點에서 매우 重要하다.

그러므로 본 研究에서는 上記와 같은 內容을 基礎로 하여 에너지 供給源인 옥수수과 Tapioca 및 未知成長因子(미지성 장인자)가 含有된 Alfalfa를 尿素와 結合하여 加熱·加壓處理한 代替蛋白飼料를 개발하기 위해서 經濟的인 配合比, 적

절한 成形 및 消化率을 높이기 위한 加工技術과 飼養基準을 糾明하고자한다.

II. 재로 및 방법

1. 代用蛋白飼料製造를 위한 原料配合比

蛋白飼料의 經濟的, 飼料의 價値를 높이고, 가공상의 技術的 問題點을 最小化하기 위해 適合한 原料의 選擇과 適切한 配合率이 要求된다. 이를 위해 먼저 가장 經濟的이고 飼料의 價値가 높은 다양한 배합표를 作成하여 이에 따라 原料의 選擇과 配合를 하고 加工中 Extruding를 통하여 製品의 成形 및 特性을 把握하면서 選別한후 가장 適合한 配合比를 選擇하였다.

가. 蛋白飼料製造에 使用된 原料

實驗에 使用된 原料는 一般飼料工場에서 使用되고 있는 1993년산 도입 옥수수, 알팔과펠릿, 타피오카, 채종박, 우지, 당밀 및 飼料用尿素를 購入하여 公試材料로 使用하였다.

각 原料의 一般成分 造成은 Table 1과 같으며 A. O. A. C 방법에 의하여 정량하였다.

Table 1 Chemical analysis of ingredients^a(%)

Item	Corn	Tapioca	Alfalfa(p)	Rapeseed	Molasses	Tallow	Urea
Dry matter	88.92	88.17	90.55	88.92	72.97	99.5	99
Crude Protein	8.3	2.41	15.18	42.8	4.5	—	283
Crude fat	3.5	0.3	1.6	4.1	—	99	—
Crude fiber	3.3	4.7	27.25	12.1	—	—	—
Crude Ash	1.26	6.0	8.16	7.0	8.0	—	—
Ca	0.02	0.23	1.37	—	0.6	—	—
P	0.22	0.07	0.24	—	0.06	—	—

^a All values are expressed on a dry matter basis except dry matter

* (p) : Pellet

나. 蛋白飼料製造에 利用된 原料 配合比

代用蛋白飼料의 原料配合比는 Extruding 시킬때 먼저 成形이 可能한 配合比를 選擇한 후 單味飼料로서의 價値와 경

제적 價値를 極大화 시키기 위해 이의 배합비들 Table 2, Table 3, Table 4, Table 5, Table 6과 같다.

Table 2. Ingredients of urea-starch feed^a (%) in case I

Item	C I ₁	C I ₂	C I ₃	C I ₄	C I ₅
Corn	58	8	47.5	8	12
Tapioca	10	59	10	48	0
Alfalfa(p)	10	10	10	10	49
Urea	16	17	26.5	28	33
Tallow	3	3	3	3	3
Bentonite	3	3	3	3	3

^a(p) : pellet

^{**}All values are expressed on a dry matter basis except dry matter.

Table 3. Ingredients of urea-starch feed^a (%) in case II

Item	C II ₁	C II ₂	C II ₃	C II ₄	C II ₅	C II ₆	C II ₇	C II ₈	C II ₉	C II ₁₀
Corn	20	10	—	10	—	20	—	20	—	36
Tapioca	20	34	55	48	48	36	57	57	78	—
Alfalfa(p)	13	10	—	—	10	20	20	—	—	39
Urea	38	37	36	36	36	18	17	17	16	19
Tallow	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
molasis	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Bentonite	3	3	3	—	—	—	—	—	—	—

Table 4. Ingredients of urea-starch feed^a (%) in case III

Item	C III ₁	C III ₂	C III ₃	C III ₄	C III ₅
Corn	50	—	—	25	—
Rapeseed	—	—	50	—	25
Alfalfa	—	50	—	25	25
Urea	40	40	40	40	40
Tallow	5	5	5	5	5
Molasis	5	5	5	5	5

Table 5. Ingredients of urea-starch feed^a (%) in case IV

Item	C IV ₁	C IV ₂	C IV ₃	C IV ₄	C IV ₅	C IV ₆	C IV ₇
Corn	50	—	—	25	—	—	—
Tapioca	—	—	—	—	—	55	30
Rapeseed	—	—	50	—	25	—	—
Alfalfa(p)	—	50	—	25	25	—	25
Urea	40	40	40	40	40	40	40
Molasis	5	5	5	5	5	—	—
Tallow	5	5	5	5	5	5	5

Table 6. Ingredients of urea-starch feed ^a (%) in case V

Item	CV ₁	CV ₂	CV ₃
Corn	47	16	—
Tapioca	—	45	10
Alfalfa	13	—	45
Urea	35	34	40
Molasis	2	2	2
Tallow	3	3	3

2. 代用蛋白飼料의 製造

本 研究에서 使用된 Extruder는 쌍축스크류압출성형기로 서 加工되는 原料와 原料를 移送하는 바렐내벽 및 양축스크류외벽과의 마찰력에 의존하는 一種의 摩擦펌프라 할수 있다. 전단응력에 따라 여러 종류로 區別하지만 原料의 水分含量 處理는 10%~40%이며, 溫度範圍는 80℃~200℃이며, 滯留時間은 10~60초(HTST: High Temperature Short Time)으로 저수분 原料를 쌍축의 스크류로 밀어내면서 原料의 混合과 동시 높은 전단응력이 發生되는 特徵이 있다. 原料物質은 스크류를 따라 移送되면서 熱, 壓力, 機械的 前단응력에 의하여 粒子狀態에서 不定形의 점성물질로 바뀌고, 最終的으로 特定性質이 부여된 製品으로 나오는 기작을 이루고 있다.

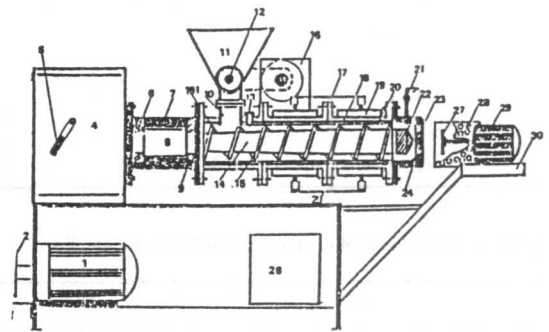
飼料製造에 使用된 機械는 (주)남성산업이 1990년에 製作한 Twin screw Type Extruder로, 機械의 構造는 Fig. 1과 같고 製造工程은 Fig. 2와 같다. 이때 使用된 工程條件은 Table 7과 같으며, 飼料가 成形이 될수 있는 다른 條件들은 事前에 여러번 反復하여 最適의 條件으로 固定시킨후 Heating barrel의 온도를 170℃까지 上昇시킨후 100℃까지 낮추면서 10℃間隔으로 試料를 採取하였다.

Table 7. Ingredients of urea-starch protein fee

Item	Extrusion conditions
Screw speed	200 R. P. M. 400 R. P. M.
Type of barrel grooves	Straight and Spiral
Type of Screw	Twin
Die Size	φ 5. 7. 9 mm × 1 hole.
preheating Temp	150℃
Extrusion Temp	170℃ ~ 100℃
Moisture	Natural

Fig. 1에서 전압출성형공정과정을 4부분으로 分類하면 入口부위(Feed zone), 반죽부위(Kneading zone), 최종조리부위(Final cooking zone), 성형부위로 구분된다. 工程中 製品形成에 決定的인 役割을 하는 熱은 스팀, 마찰열, 가열자켓등을 통하여 傳達된다. 특히 마찰열은 物質의 고점성발생에 重要한 要因이 된다. 또한 이러한 熱處理 條件은 原料物質의 物理的, 化學的 變化를 誘發시키는데, 澱粉質은 好化되고, 蛋白質은 變性 또는 유사육조직으로 形成하게 된다.

이상의 效果를 選擇的으로 適切히 調節함으로써 特徵的인 製品의 性質을 부여할수 있는데, 주요변수를 들면 스크류제원, 바렐의 길이, 토출구제원, 스크류와 바렐간의 간극, 원료물질의 흐름속도, 온도분포, 원료수분함량및 물질의 겉보기, 점도등이다.



- 1. 구동전동기
- 2. 구동전동기풀리 (drive motor)
- 3. 변속기풀리 (drive mitir pulley)
- 4. 변속기 (transmission)
- 5. 변속용 손잡이
- 6. 추력충격베어링 (thrust bearing)
- 7. 베어링 집 (dearing house)
- 8. 구동축 (drive shaft)
- 9. 고정용 베어링
- 10. 원료투입기
- 11. 원료통 (hopper)
- 12. 투입스크류고정판
- 13. 물주입구 (water injector)
- 14. 주스크류 (main screw)
- 15. 스크류날개 (screw flight)
- 16. 원료투입전동기 (feeder motor)
- 17. 냉각수 배출구 (cooling water outlet)
- 18. 바렐 (barrel)
- 18-1. 원료투입바렐 (feeder barrel)
- 19. 냉각관 (cooling jaket)
- 20. 바렐결림쇠 (barrel splines)
- 21. 온도측정장치 (temperature sensor)
- 22. 스크류 선단 (screw tip)
- 23. 사출구 (die)
- 24. 사출구판 (die plate)
- 25. 냉각수주입구 (cooling water inlet)
- 26. 온도기록계 (temperature recorder)
- 27. 절단칼 (cutter knife)
- 29. 절단전동기 (cutter motor)
- 30. 고정받침대 (support and stand)

Fig. 1. Structure of extruder

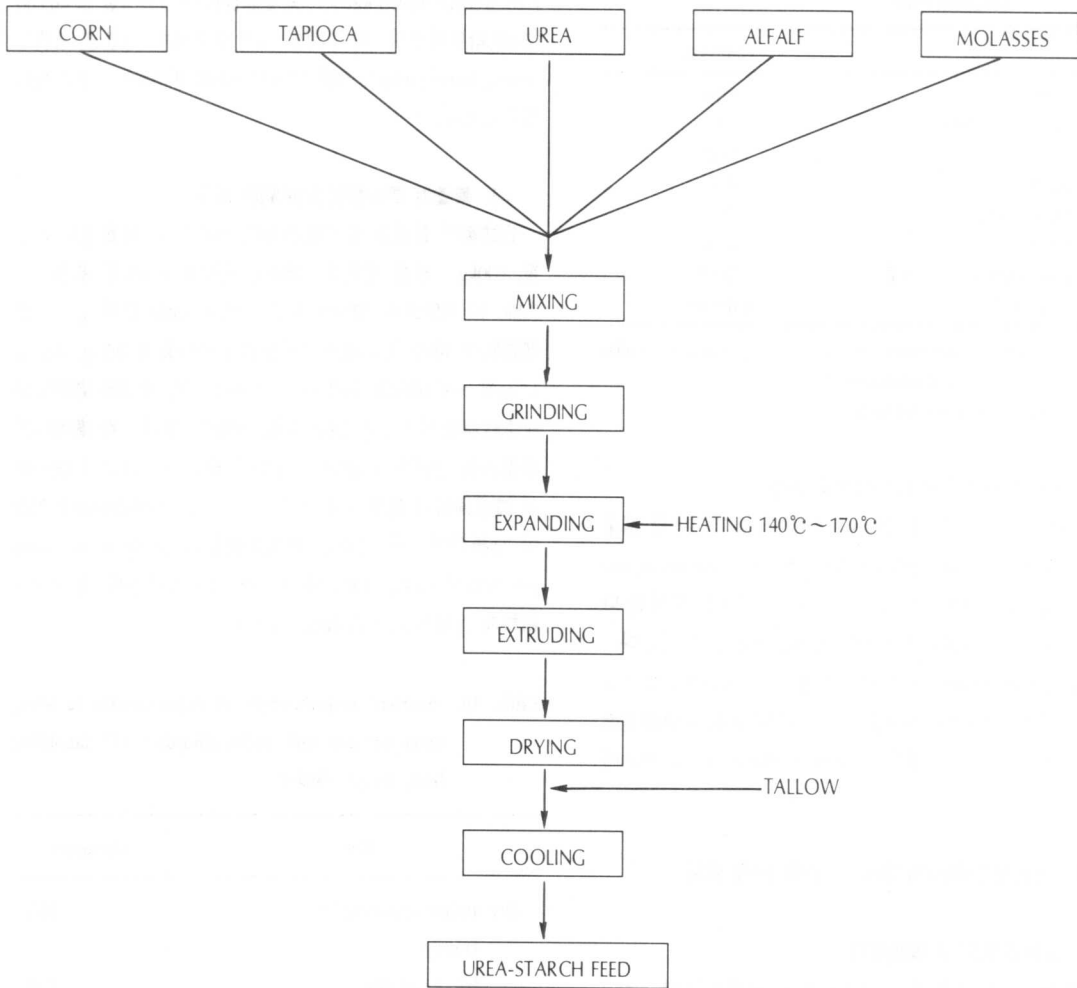


Fig. 2. Flow diagram for making of the urea-starch protein feed

3. 代用蛋白飼料의 性質分析

가. 理化學的 性質分析

製造한 尿素-澱粉代用蛋白飼料를 A. O. A. C방범(1980)에 의하여 分析하였다.

나. 팽화율 測定

製造된 飼料의 水分吸水와 關係된 팽화용적은 壓出成形된 製品을 一定한 길이로 잘라내어 한시료당 50개씩 準備한 다음 캘리퍼스로 直徑을 50회 測定하여 表出口 直徑과의 比를 평균치로 算出하였다.

다. 反 胃內 分解率測定

Rumen fistula가 装着된 Holstein 젖소로 試驗環境 및 試驗飼料에 約 1個月間 適應시킨 후 公試畜으로 使用하였다.

1) In Vitro用 人工反芻胃液의 製造

Rumen fistula가 装着된 Holstein젖소로 부터 아침사료급여 3시간후 Rumen fluid를 採取한후 4겹의 Cheese cloth로 濾過하여 保溫丙에 담아 CO₂ gas를 注入한후 嫌氣狀態를 有志하고, 濾過된 反芻胃液을 Table 8과같은 McDougall's buffer solution(1948)과 4:6으로 混合하여 人工反芻胃液을 製造한다.

Table 8. Chemical composition of McDougall's buffer solution(1948)^a

Item	Contents
NaHCO ₃	9.80
Na ₂ HPO ₄ · 7H ₂ O	7.0
KCl	0.57
NaCl	0.47
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0.12
CaCl ₂ ^b	0.04
Deionized Water (m ℓ)	1,000
Final pH	6.8~6.9

^a; These chemicals are dissolved just prior to use and the buffer solution is heated and maintained 39°C

^b; CaCl₂ are added just prior to use

2) In vitro 方法에 의한 NH₃-N 含量 測定

製造된 代用蛋白飼料를 25mg의 窒素를 含有하게끔 稱量한 후 50ml In vitro fermentation tube 에 넣고, rumen inoculum 25ml를 첨가한 후 CO₂ gas(O₂ free)를 10여초 분사한 다음, bungee release value가 부착된 rubber stopper로 막는다.

Shaking Water bath(39°C)에서 培養하고, 시간별로(0, 1, 2, 3, 4, 8, 12)發生되는 NH₃-N含量을 測定하여 尿素의 分解速度를 파악한다. NH₃-N함량은 Chaney와 Marbach방법(1960)에 의하여 측정하였다.

4. 代用蛋白飼料의 飼料의 價値 評價 實驗

가. 公試畜選定 및 飼養管理

本 實驗은 每日乳業(주) 示範牧場에서 飼育中인 總 400여 頭의 着乳牛中에서 體重, 產次數, 非乳時期 및 產乳量이 類似한 80頭를 選擇하여 Table 9과 같이 配置하였으며, 一般飼養管理는 每日乳業(주)示範牧場의 慣行飼養管理方法에 準하였다.

Table 9. Experimental design and the conditions of experimental cows

Item	B*	C**	R**	S**
Urea (g/day)	0	200	400	800
No.	20	20	20	20
Body Weight (kg)	605	602	610	608
No. of calving	2.1	1.9	2.2	1.8
Days after calving	162	158	164	166
Milk yield (kg/day)	18.6	18.2	18.8	18.4

* : 대조구

** : 시험구(요소급여량을 시기별로 차이를 둠)

이때 給與하는 飼料는 粗飼料와 濃厚飼料를 完全混合한 T. M. R(Total Mixed Ration; 完全混合飼料)이며 1일 2회(05:00, 15:00) 給與하였다. 물은 恒常 자유 음수토록 하였고, 着乳는 Herring-bone parlor식 着乳舍에서 04:00 및 16:00 日2回 機械 着乳하였다.

나. 營養素 要求量 및 試驗飼料 成分

公試畜의 營養素 要求量은 NRC(1988)乳牛 飼養標準中 體重, 600kg; 日當 產乳量, 20kg 및 乳脂率, 4.0%를 基準으로 Table 10 하였으며, 單味飼料 配合比는 Table 11과 같다. 處理區別에 따라 尿素-澱粉代用蛋白飼料를 0, 0.5kg, 1kg 및 1.5kg씩 一般蛋白飼料와 代替하였는데, 이것은 處理區別 尿素給與量이 1日 0, 200g, 400g, 800g이 된다. 各 處理區의 粗蛋白質 含量은 可能한 一定하게 하였다. 그리고 粗飼料와 濃厚飼料의 化學的 造成은 A. O. A. C. 方法(1980)에 의하여 分析하였으며, 可消化 營養素總量(Total digestible nutrient, TDN)은 NRC (1972)에 의하여 計算하였는데, 完全混合飼料의 化學的 造成은 Table 11과 같다.

Table 10. Nutrient requirements of experimental lactating cows per day (milk yield, 20kg/day; milk fat, 4.0%; body weight, 600kg)

Item	Contents
Dry matter intake (kg/day)	16.5
Energy	
NEL (Mcal/day)	1,439.9
ME (Mcal/day)	2,408.3
DE (Mcal/day)	2,793.4
TDN (kg/day)	10.9
Crude protein (kg/day)	2.2
Crude fiber (%)	17.0
Minerals (g/day)	
Ca	0.5
P	0.3
Vitamins (IU/kg diet)	
A	3,200
D	1,000
E	15

Source : NRC(1988)

Table 11. Ingredients composition of Total Mixed Rations for lactating cows (kg)

Item	B*	C**	R**	S**
As-fed basis				
Starch-Urea	0	0.5	1	1.5
Soybean meal	3.5	1	0	0
Corn (cracked)	5	7	7.5	7
Alfalfa pellet	3	4	3	—
Beet pulp	4	3	4	7
Hay	0.5	0.5	0.5	0.5
Brewer grain	6	6	6	6
Corn Silage	10	10	10	10
Feed additivea	0.4	0.4	0.4	0.4
Total	32.4	32.4	32.4	32.4

^a Feed additive contains Yeast culture 100g ; Vit. DC 100g ; Salt 50g ; Calcium Sulfate, 50g ; Calcium phosphate 50g ; MgO, 50g per kg

* : 대조구

** : 시험구(요소급여량을 시기별로 구별을 둠)

다. 조사항목

- 1) 飼料攝取量 測定
- 2) 産乳量 測定
- 3) 乳脂率(%)分析
- 4) 乳蛋白質(%)分析
- 5) 乳糖(%)分析
- 6) 血液內 尿素態 窒素含量
- 7) 血液內 NH₃-N含量 測定
- 8) 血清 Transaminase測定
- 9) 代謝性 疾病 發生 有·無測定
- 10) 繁殖疾病 發生 有·無測定

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 代用蛋白飼料에 使用된 原料 및 配合比

가. 使用된 原料

反芻胃內 棲息하는 微生物의 約 80%가 암모니아(NH₃)를 窒素源으로 利用하여 成長할수 있기 때문에 微生物蛋白質 合成을 위한 암모니아공급은 매우 重要하다 (Bryant와 Robinson,1963; Hungate,1966; Ibrahim과 Ingalls, 1972 ; Kropp 등, 1977a. b). 이러한 암모니아의 供給源으로서는 尿素가 가장 값이 싸고 經濟的이므로 암모니아공급원으로서는 尿素有를 選擇하였다.

微生物의 蛋白質 合成을 最大로 增進시키기 위하여는 微生物이 必要로하는 營養素를 충분히 供給해 주어야 한다 (Davis등,1955; Belarco,1956; Johnson,1976). 이러한 觀點에서 澱粉은 反芻胃에서 分解速度가 빠른 반면, 纖維素는 分解速

度가 느리므로 尿素의 利用效率을 높이기 위해서는 澱粉 (Starch)이 가장 좋은 에너지 供給源으로 澱粉을 熱處理하면 더욱 效果的이다(Belasco,1954,1956). 또한 alfalfa meal은 纖維素로서 分解速度가 느려서 利用效率을 높이지는 못하지만, 未知成長因子의 供給源으로서 尿素의 利用效率은 높힐 수 있다(Garrigus와 Karn, 1964, Garrigus, 1965).

이러한 觀點에서 澱粉供給源으로서 옥수수, 타피오카를 選擇하였다.

나. 代用蛋白飼料原料配合比

代用蛋白飼料製造에 利用된 配合比의 作成은 다음의 4가지 事項을 考慮하여 最終 決定하였다.

- 1) 經濟性을 考慮해 可能한 蛋白質含量을 最大로 높힐수 있도록 尿素의 含量을 최대치로 하였다.
 - 2) 尿素와 澱粉을 混合하여 Extruding을 시킬때 尿素와 澱粉의 結合이 良好하면서 製品의 成形이 可能하도록 하였다.
 - 3) 生産된 製品의 保管이 오랫동안 持續될수 있도록 하였다.
 - 4) 生産된 製品의 嗜好性이 良好하여 소(牛)들이 攝取를 拒否하지 않도록 하였다.
- 이에 選擇된 最終製品의 配合比는 Table 12와 같다.

Table 12. Ingredients composition of urea-starch protein feed ^a (%)

Item	Corn-Urea	Tapioca-Urea	Alfalfa-Urea
Corn(ground)	45	—	—
Tapioca	—	45	10
Alfalfa meal	10	10	45
Urea	40	40	40
Tallow	3	3	3
Molasin	2	2	2

^a : as fed basis

2. 代用蛋白飼料의 製造

壓出成形의 工程中에 製品의 特性에 影響을 미치는 重要한 要因은 使用된 原料의 種類, 配合比, 水分含量, 바렐내의 溫度, 스크류의 回轉速度, 토출구의 크기, 原料의 바렐내 체류시간등 이었다.

製造工程中에 正常的인 成形을 이룰수 있는 主要 要因들 의 範圍는 Table 13과 같았다.

Table 13. The optimum Ranges of factors effecting for the proper extrusion

Item	Range
Moisture(%)	10~20
Temperature of barrel inside(0C)	100~150
Screw Speed(RPM)	200~400
Die Size(mm)	8~10
Residence Time in barrel(sec)	20~40

가. (Table 2)의 配合比 Case I의 경우

製品의 成形이 失敗되었다. 主要原因은 Barrel 내의 체류 시간이 6~10초로 너무 짧았다.

나. (Table 3)의 配合比 Case II의 경우

製品의 成形은 잘되었으나 製品의 크기가 작고, 製品間의 점도가 높아서 건조전에 서로 엉켜붙어버림. 主要原因은 Die size 6mm사용하므로 製品의 크기가 너무 작았음.

다. (Table 4)의 配合比 Case III의 경우

CIII₃, CIII₅의 경우 成形後 乾燥時 부서지기 쉽고, 운반도 중 잘게 부서진다. CIII의 경우 점도가 너무 높아 製品의 成形後 서로 엉켜붙는다. 주요 원인은 澱粉含量的 過多.

라. (Table 5)의 配合比 Case IV의 경우

Case III에서 Rapeseed의 短點을 補完하여 Tapioca를 選擇 하고, Alfalfa를 添加하는 方向으로 配合比를 조정하여 실시 하였음. Molaris의 함량과 Tallow의 함량이 높아 原料內의 水分含量이 多少 높은 경향이 있었고, 특히 Tallow의 경우에는 Extruding전에 原料속에 混合하는 方法이 製品형상에는 좋으나, 제품의 보관시에는 공기중의 수분을 흡수하는 問題 가 나타났다.

마. (Table 6)의 配合比 Case V의 경우

Case IV의 경우에서 澱粉의 含量을 낮추고, 纖維質의 含量을 조금 높혀 제품의 점도를 조절하였고, Molaris의 함량을 낮춰, 함수율을 낮추었으며, Tallow를 產品의 건조후 코팅 용으로 사용하여 장기간 保管이 可能하도록 하였다.

3. 代用蛋白飼料의 性質分析

가. 理化學的 性質分析

製造한 代用蛋白飼料를 A. O. A. C방법(1980)에 의하여 分析한 結果 平均한 化學的 造成은 Table 14과 같다.

Table 14. Proximate Analysis of Starch-Urea protein feeds^a

Item	Corn-Urea	Tapioca-Urea	Alfalfa-Urea
Dry matter	89.3	90.1	88.24
Crude Protein	105.2	105	109.85
Crude fat	5	5.85	6.6
Crude fiber	3.86	4.47	11.49
Crude Ash	2.7	4.09	5.74
Ca	0.42	0.57	1.23
P	0.1	0.07	0.12

^a: as fed basis

나. 膨化율 측정

膨化율 = $\frac{\text{공시품 50개 측정치의 평균}}{\text{DIE SIZE}}$ 에 의거 측정된 3제품의 결과는 다음 (Table 15)와 같다.

Table 15. The expansion rate of Starch-Urea extruded.

Item	Corn-Urea	Tapioca-Urea	Alfalfa-Urea
A. V. Size	10.03	13.46	12.42
Smallest *	9.00	12.20	10.40
Biggest **	12.25	15.00	13.80
Expansion rate	1.11	1.5	1.38

*: 공시품중 가장 작은 것의 직경 Size

**: 공시품중 가장 큰 것의 직경 Size

4. 代用蛋白飼料의 評價實驗

製造된 代用蛋白飼料의 實質的인 價値를 測定키 위해서 젓소에 臨床實驗을 한 후 조사해 본 結果 아래와 같았다.

가. 飼料攝取量

Table 16와 Fig. 3에서 보는 바와같이 시험구(C, R, S)들의 飼料 總攝取量은 대조구(B)에 비해 약간 떨어지는 경향이 있

었다.

Table 17과 Fig. 4에서 보면 總給與飼料속에 Urea 含量이 增加하여도 飼料攝取量에는 영향을 끼치지 않았다.

Table 16. The amounts of Feed-Intake^a

월 일	B*	C**	R**	S**
10. 12	31.00	26.77	23.00	22.50
10. 20	25.21	27.61	21.85	21.55
10. 30	29.03	27.81	25.47	26.13
11. 10	29.00	28.49	25.94	26.33
11. 20	30.16	28.28	25.91	25.63
11. 30	30.23	29.06	27.43	27.98
12. 10	31.29	29.27	26.94	27.83
12. 20	30.97	29.00	27.97	27.13
12. 23	30.02	28.31	28.84	28.13

^a: as fed basis

*: 대조구

** : 시험구(요소급여량을 시기별로 차이를 둠)

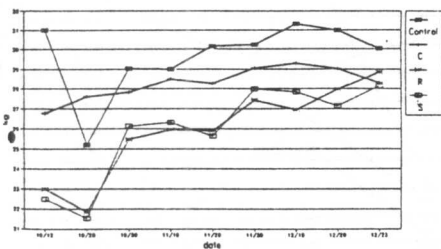


Fig. 3. The Curve of Feed-Intake for each group.

Table 17. The amounts of Urea Intake^a (kg)

월 일	C**	R**	S**
10. 12	0.0655	0.0544	0.0550
10. 20	0.3217	0.3209	0.1336
10. 30	0.3702	0.4995	0.1665
11. 10	0.3790	0.5031	0.1677
11. 20	0.3762	0.4902	0.1634
11. 30	0.3408	0.5210	0.2155
12. 10	0.4285	0.5749	0.3417
12. 20	0.5095	0.5258	0.3846
12. 23	0.5890	0.6608	0.5087

^a: as fed basis

** : 시험구(요소급여량을 시기별로 차이를 둠)

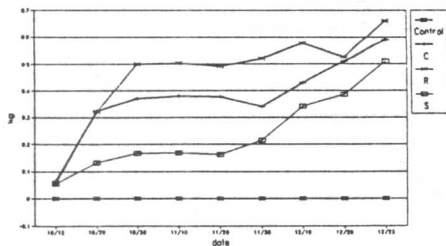


Fig. 4. The Curve of Urea-Intake for each group.

나. 產乳量 變化

產乳量의 變化推移는 代用蛋白飼料의 價値評價에 있어서 決定的인 事項이 된다. 產乳量의 變化는 飼料攝取量과는 밀접한 관계가 있다. Table 18과 Fig. 5에서 보듯이 대조구(B)와 시험구(R)군과의 변화추이는 飼養試驗開始와 함께 같은 형태로 變化하여 試驗 종료시까지 같은 形態로 變化한다. 대조구 B군은 종료시가 개시시시에 비해 17%減少하였고, 시험구(R)은 16%減少하였다.

Table 16. The amounts of Milk production for each Group.

DATE	B*	C**	R**	S**
8. 31	19.53	18.69	17.75	19.26
9. 15	19.00	18.71	17.49	17.72
10. 3	19.22	18.96	17.89	18.46
10. 15	17.43	18.06	16.02	15.81
10. 31	17.86	17.24	15.43	15.18
11. 14	19.09	18.66	16.85	16.89
11. 22	18.87	17.85	16.82	16.12
12. 6	17.88	17.74	16.81	14.83
12. 16	16.43	16.57	16.21	15.18
12. 20	17.24	17.51	15.73	14.92
12. 31	15.89	15.85	15.89	14.87
1. 6	15.73	16.99	14.95	14.72

*: 대조구

** : 시험구

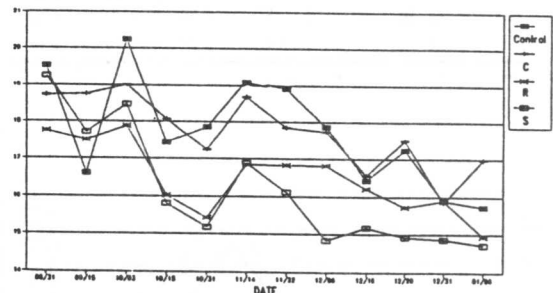


Fig. 5. The Curve of Milk production for each group.

다. 乳造成 成分의 變化

1) 蛋白質

蛋白質含量的 變化는 Table 19과 Fig. 6에서 보듯이 0.2% 정도 높은 경향을 나타내고 있고, 시험구들간에 있어서도 乳量變化에 따라 多少 差異가 나타나고 있다.

Table 19. The amount of protein in milk composition^a

DATE	B*	C**	R**	S**
10. 28	3.16	3.13	3.09	3.14
11. 20	3.15	3.14	3.14	3.14
12. 10	3.18	3.11	3.16	3.16
12. 22	3.26	3.20	3.21	3.23

^a: as fed basis

*: 대조구 **: 시험구

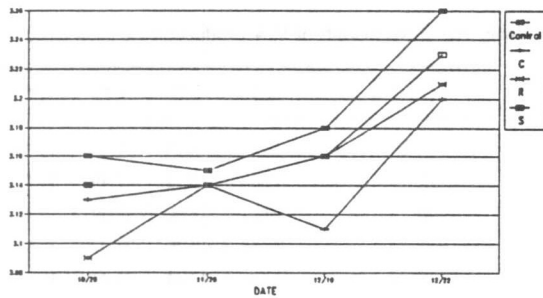


Fig. 6. The Curve of Protein amount in milk composition.

2) 乳脂肪含量

Table 20와 Fig. 7에서 보듯이 대조구(B)와 시험구(C,R,S)들간에 상관관계가 나타나지 않았다.

Table 20. The amount of Fat in milk composition (%)

DATE	B*	C**	R**	S**
10. 28	3.49	2.82	3.07	3.16
11. 20	3.21	3.39	2.82	3.28
12. 10	3.57	4.10	4.40	4.12
12. 22	3.42	3.77	3.54	3.33

*: 대조구 **: 시험구

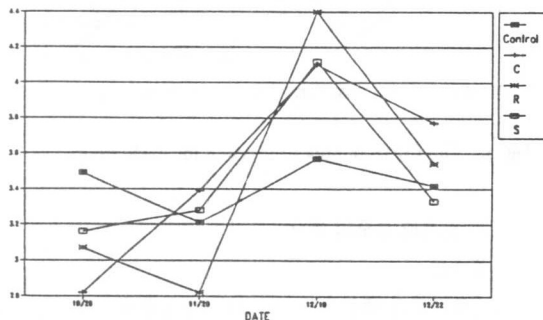


Fig. 7. The Curve of Fat amount in milk composition.

3) 乳量 및 無脂固形粉의 含量

Table 21, Fig. 8과 Table 22, Fig. 9에서 보듯이 乳量의 含量은 無脂固形粉의 變化에 따라 대조구(B)와 시험구(C,R,S)들간에 差異가 나타났고 시험구(C,R,S)들 간에서도 차이가 나타났다. 이것은 Table 11에서 보듯이 總攝取한 飼料原料속의 Lactose의 含量에 의해서 기인한 것으로 생각되어진다.

Table 21. The amount of Lactose in milk composition(%)

DATE	B*	C**	R**	S**
10. 28	4.21	4.46	4.18	4.12
11. 20	4.60	4.41	4.32	4.27
12. 10	4.55	4.46	4.17	4.24
12. 22	4.43	4.56	4.28	4.24

*: 대조구 **: 시험구

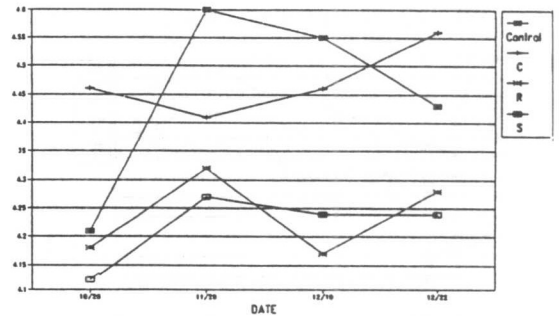


Fig. 8. The Curve of Lactose in milk composition.

Table 22. The amount of SFF in milk composition (%)

DATE	B*	C**	R**	S**
10. 28	7.98	8.18	7.86	7.86
11. 20	8.34	8.15	8.06	8.01
12. 10	8.34	8.17	7.93	8.00
12. 22	8.29	8.35	8.09	8.08

*: 대조구 **: 시험구

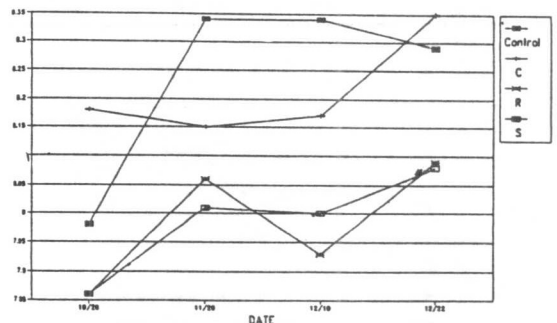


Fig. 9. The Curve of SNF amounts in milk composition.

4) 血液內 尿素態窒素 및 NH₃-N含量

130~500g로 B群을 제외하고는 모두 매우 높은 수준이었다

B. C. R. S 급여구별 尿素攝取量은 0, 320~590g, 320~660g,

(Table 23).

Table 23. Effect of various level of Starch-Urea on Urea Intake, Chemical composition of blood, transaminase and reproduction failure of lactation cow.

Item	B*	C**	R**	S**
Urea intake (g/day) ^a	0	320~590	320~660	130~500
Urea intake b × 100 (%) ^b	0	1.7~3.3	1.7~3.7	0.7~2.8
Feed intake				
Blood Urea nitrogen (mg/100ml)	16.32	20.49	19.16	17.09
Blood ammonia nitrogen (mg/100ml)	0.48	1.04	0.82	0.78
Transaminase(Unit)				
GOT	73.34	81.03	76.59	82.69
GPT	30.87	33.05	29.38	30.96
Abortion(ahead)	0	0	0	0

*: 대조구 **: 시험구

ab: 시험개시의 Urea섭취량

그리고 飼料給與 후 2시간째에 採取한 血液中 尿素態窒素含量은 試驗開始基에는 약간 높은 편이었으나, 試驗중반부터는 서서히 낮아져 정상수준으로 낮아졌다. (Table 24, Fig. 10)

Table 24. The amount of BUN in 100ml Blood(mg/100ml)

DATE	B*	C**	R**	S**
11. 22	28.66	28.50	34.00	31.00
12. 12	17.62	20.34	18.60	14.57
12. 25	16.32	20.49	19.16	17.09

*: 대조구

** : 시험구

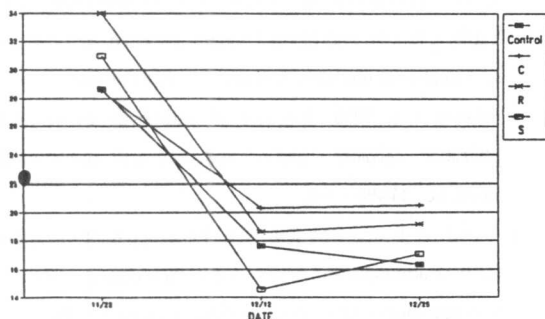


Fig. 10. The curve of BUN amount in 100ml Blood(mg/100ml)

또한 血液內 ammonia態窒素含量은 Table 25, Fig. 11에서 보듯이 시험개시 초기에는 정상수치를 나타내었다.

시험말기에는 약간 높은 수치를 나타내고 있다. 이는 血液中 BUN의 수치 Table 24와 Fig. 10와는 대조적인 現狀으로 나타나는데 一般의으로 血液內 Blood Urea-N含量이 增加하는 이유는 혈액내 증가된 ammonia의 含量을 尿素로 合成하여 毒性을 예방하기 위한 家畜體內恒常性 作用에 起因되어 肝腸의 尿素 合成量이 增加되는 것으로 생각된다. Helmer와 Bartley (1971)도 飼料內 尿素가 含有되었을 때 짧은 시간내에 過量 攝取하게 되면 毒性이 나타난다고 하였으며, Stiles 등 (1970)은 反芻胃內 ammonia濃도가 飼料攝取後 30분내에 反芻胃液 100ml당 10mg정도가 되면 ammonia毒性이 나타나며 심할 경우 폐사하게 된다고 하였으나, Starea 급여시는 毒性 現狀이 나타나지 않았다고 보고하였다. 따라서 穀類와 尿素를 Extrusion-processing한 Starea를 급여했을 경우 加工하지 않고 給與했을 때보다 毒性 예방에 훨씬 效果的 이었다고 보고하였다.

Table 25. The amount ammonia-N in 100ml Blood

DATE	B*	C**	R**	S**
11. 22	0.29	0.21	0.21	0.17
12. 12	0.24	0.17	0.16	0.28
12. 25	0.48	1.04	0.82	0.78

*: 대조구

** : 시험구

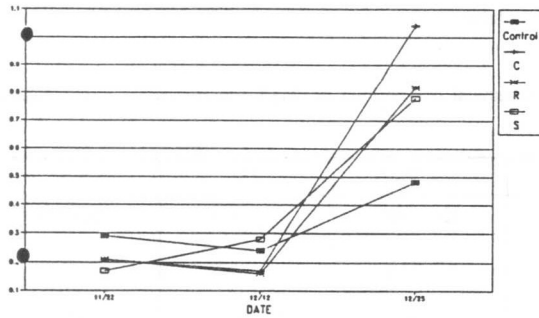


Fig. 11. The Curve of ammonia-N in 100ml Blood.

IV. 요 약

本 研究는 尿素를 Starch가 含有된 옥수수, Tapioca 및 알팔파 粉末를 混合하여 反芻家畜의 제 1위내에서 利用率을 最大로 높이며, 經濟的 價値를 極大化 할수 있는 代用蛋白製造를 위한 配合技術 및 加工方法을 糾明하고자 수행하였다.

飼料製造方法은 Extrusion加工方法을 利用하였으며, 飼料의 價値評價는 着乳牛를 利用하여 生體實驗을 통한 生産性を 조사하였는데, 平均산유량이 18.4kg인 착유우 80두를 Extruding을 利用하여 製造한 試驗飼料給與수준별(요소급여수준)로 4群으로 나누어 試驗飼料를 給與한후 生體變化 및 生産性を 조사하였는데, 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. Starch-Urea Extruded에 사용될수 있는 原料는 Corn, Tapioca, Urea, Alfalfa가 이용될수 있으나, Tapioca 40~50%, Urea 30~40%, Alfalfa 10~20%의 含量일때 가장 經濟的이고, 技術的으로 問題가 없는 飼料의 配合이 可能하다.
2. Extruding의 공정과정중에서 Processing에 미치는 主要사항으로는 原料의 水分含量(10~20%), 바렐의 온도(130~140℃), 토출구의 크기(9mm), 바렐내의 체류시간(15~20초)가 成형을 가장 적절히 할수 있는 조건들이었다.
3. Extrusion을 利用하여 製作한 Starch-Urea extruded가 含有된 飼料攝取量은 대조구(一般飼養)보다 6~10%정도 낮았으며, 尿素의 含有量(100g~600g)수준별 試驗區들간의 飼料攝取量에는 차이가 나타나지 않았다.
4. 產乳量 變化는 대조구(B)에 비해 Starch-Urea를 1~2kg을 섭취하는 구들이 差이를 나타내지 않았고, 비유말기

로 갈수록 대조구보다 產乳量의 變化가 完만하게 變化를 나타내었다. 시험구들간에 差이는 飼養管理의 外的인 條件에 依해 더 變化가 많았다.

5. 乳造成 成分變化에서는 유의차가 없으나, Lactose의 含量에서 대조구, 시험구간에 상관없이 給與飼料속의 Lactose 含量에 따라 差이가 나타났다.
6. 生體變化에서 血液內 BUN과 NH₃-N의 含量變化는 대조구, 시험구들간에는 差이가 나타나지 않았고, 단 조사시기에 따라 BUN과 NH₃-N의 血液內 含量이 相互關關係가 있는것으로 나타났다.
7. 繁殖障礙에 있어서는 流產의 徵候는 全 試驗期間을 통하여 1건도 發生하지 않았다.

결론적으로 Extrusion을 利用한 Starch-Urea製造에 있어서 經濟的 價値를 높이기 위해 Urea를 30%~40%使用하여 反芻家畜의 消化生理와 代謝生理에 맞는 Starch-Urea의 製品을 만들수 있으며, 이 제품을 젖소에게 1~2kg을 급여하여도 유조성변화에도 큰 變化가 없었으며, 젖소 生體에도 別다른 變化의 징후가 나타나지 않았다.

이때의 Starch-Urea配合比는 Tapioca 40~50%, Alfalfa 10~20%, 요소 30~40%를 利用하여 Extruding을 하는 것이 技術的, 經濟的으로 效果가 좋은 것으로 나타났다.

참고 문헌

1. A. O. A. C. 1980. Official Methods of Analysis(13th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.
2. Bartley, E. E. 1968. An improved urea product for ruminants. Animal Nutrition Health, May, 10~13.
3. Bartley, E. E., A. D. Davidovich, G. W. Griffel, A. D. Dayton, C. W. Dayoe and R. M. Bechtle. 1976. Ammonia toxicity in cattle. I. Rumen and blood Changes associated with toxicity and treatment methods. J. Anim. Sci. **43**:835~841.
4. Belasco, I. J. 1956. The role of carbohydrates in urea utilization, cellulose digestion and fatty acid formation. J. Anim. Sci. **15**:496~508.
5. Bryant, M. P. and I. M. Robinson. 1963. Apparent incorporation of ammonia and amino acid carbon during growth of selected species of ruminal bacteria. J. Dairy Sci. **46**:150~154.
6. Chalupa, W. 1968. Problems in feeding urea to ruminant. J.

- Anim. Sci. **27**:207~219.
7. Conrad, H. R. 1968. Alfalfa meal extends the use of urea for dairy cows. *Feedstuffs* **40**(4):34.
 8. Davis, G. E. and H. F. Roberts. 1959. Urea toxicity in cattle. Univ. of Florida. Agric. Exp. Sta. Bull. No. 611.
 9. Davis, R. F., R. H. Wasserman, J. K. Loosli and C. H. Grippin. 1955. Studies on the availability of nitrogen from various ammoniated products for rumen bacteria and dairy cattle. *J. Dairy Sci.* **35**:677~687
 10. Dining, J. S., H. M. Briggs, W. D. Gallup, H. W. Orr and R. Butler. 1948. Effect of orally administered urea on the ammonia and urea concentration in the blood of cattle and sheep, with observations and blood ammonia levels associated with symptoms of alkalosis. *Am. J. Physiol.* **153**:41~46.
 11. Edwards, J. S. and E. E. Bartley. 1979. Soybean meal or Starea for microbial protein synthesis or milk production with rations above thirteen percent natural protein. *J. Dairy Sci.* **62**:732~739.
 12. Gaines, W. L. and F. A. Davidson. 1923. Relation between percentage fat content and yield of milk. Correction of milk yield for fat content. Illinois Agric. Exp. Sta. Bull. No. 245.
 13. Garrigus, U. S. 1965. Use of dehy and urea in ruminant finishing rations. *Feedstuffs* **37**(3): 30.
 14. Garrigus, U. S. and M. R. Karr. 1964. Lower-cost, high-performance, dehyurea supplement for finishing lambs. *Feedstuffs* **36**(4):46.
 15. Hagemeister, H., W. Luppig and W. Kaufmann. 1980. Microbial proteinsynthesis and digestion in the high-yielding dairy cow. In W. Haresign(Ed.) *Recent Advances in Animal Nutrition 1980*. Butterworths, London.
 16. Helmer, L. G. and E. E. Bartley. 1971. Progress in the utilization of urea as a protein replacer for ruminants. A review. *J. Dairy Sci.* **54**:25~51.
 17. Helmer, L. G., E. E. Bartley and C. W. Deyoe. 1970. Feed processing. VI. Comparison of Starea, urea and soybean meal as protein source for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* **53**:883~887.
 18. Huber, J. T. and R. A. Sandy. 1965. Response of dairy cows fed unlimited corn silage to three levels of urea and grain. *J. Anim. Sci.* **24**:887~888(Abstr.).
 19. Ibrahim, E. A. and J. R. Ingalls. 1972. Microbial protein biosynthesis in the rumen. *J. Dairy Sci.* **55**:971~978.
 20. Johnson, R. R. 1976. Influence of carbohydrate solubility on non-protein nitrogen utilization in the ruminant. *J. Anim. Sci.* **43**:184~191.
 21. Jones, G. A., R. A. MacLeod and A. C. Blackwood. 1964. Ureolytic rumen bacteria. II. Effects of inorganic ions on urease activity. *Can. J. Microbiol.* **10**:379~387.
 22. Kropp, J. R., R. R. Johnson, J. R. Males and F. N. Owens. 1977. Microbial protein synthesis with low quality roughage rations: Isonitrogenous substitution of urea for soybean meal. *J. Anim. Sci.* **45**: 837~843.
 23. NRC. 1972. Atlas of Nutritional Data on United States and Canadian Feeds. National Academy of Sciences. Washington, D. C.
 24. NRC. 1978. Nutrient Requirements of Domestic Animals. No. 3. Nutrient Requirements for Dairy Cattle (5th Ed.). National Academy of Sciences. Washington, D. C.
 25. NRC. 1988. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (6th Ed.). National Academy Press, Washington, D. C.
 26. Reid, J. T. 1953. Urea as a protein replacement for ruminants: A review. *J. Dairy Sci.* **36**: 955~991.
 27. Roman-Ponce, H., H. H. Van Horn, S. P. Marshall, C. J. Wilcox and P. F. Randel. 1975. Complete ration for dairy cattle. V. Interaction of sugarcane bagasse quantity and form with soybean meal, urea, and Starea. *J. Dairy Sci.* **58**: 1320~1327.
 28. Roffler, R. E., L. D. Satter, A. R. Hardie and W. J. Tyler. 1978. Influence of dietary protein concentration on milk production by dairy cattle during early lactation. *J. Dairy Sci.* **61**: 1422~1428.
 29. Stiles, D. A., E. E. Bartley, R. M. Meyer, C. W. Deyoe and H. B. Pfost. 1970. Feed Processing. VII. Effect of an expansion-processed mixture of grain and urea (Starea) on rumen metabolism in cattle and on urea toxicity. *J. Dairy Sci.* **53**: 1436~1447.
 30. Van Horn, H. H., C. F. Forman and J. E. Rodriguez. 1967. Effect of high-urea supplementation of feed intake and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci.* **50**: 709.
 31. Van Horn, H. H. and D. R. Jacobson. 1971. Response of

- lactating cows to added increments of dietary protein and nonprotein nitrogen. *J. Dairy Sci.* **54**: 379.
32. Visek, W. J. 1984. Ammonia: Its effects on biological systems, metabolic hormones, and reproduction. *J. Dairy Sci.* **67**:481~498.
33. 신형태. 1982. NPN체내대사 및 이용율 증진 방안 한국영양사료연구회보 **6**(1):77~92.
34. 신형태, 전상홍, 배희동. 1986. 반추가축의 NPN이용증진을 위한 요소의 이화학적 처리방법에 관한 연구. 농시론문집(농업산학협동편). pp. 305~308.
35. 전상홍. 1986. 반추가축의 비단백태질소화합물 이용성 증진을 위한 요소의 이화학적 처리에 관한 연구. 성균관대학교 대학원 석사학위논문.
36. 한국생화학회. 1989. 신평 실험생화학. 탐구당.