

미산 대두박 출장기



문 홍 식
사료기술연구소 책임연구원

1. 출장개요

2007년 3월 21일부터 3월 29일까지 9일에 걸친 미국 대두박 관련 출장은 ASA-IM(미국 대두협회)의 초청 및 USDA(미농무성)의 후원으로 이루어졌으며, 이번에는 특별히 지난해 9월 미산대두박을 구매한 회원사들의 품질관리 또는 R&D 담당자들로 팀을 구성 17명의 인원이 방문하는 일정으로 추진되었으며, 미산대두박이 품질측면에서의 어떠한 차별성이 있는지에 대한 이해와 그 우수성에 대한 실무자의 평가를 받을 수 있는 좋은 기회가 된 것으로 생각된다. 또한 최근 수입된 미산 대두박의 실제 사용 결과, high protein 대두박을 사용했을 때 축산농가의 반응이나 사양성적에서 어떠한 차이가 나는지 점검할 수 있는 시기이기도 하다.

ASA-IM은 인원이 많은 관계로 pre-meeting을 통하여 일정 및 방문지에서의 주의사항과 일정에 차질이 없도록 각자 노력해줄 것을 당부한 관계로 모든 일정이 순조롭게 진행되었으며, 인천공항을 출발 San Francisco 기착 Dallas를 경유하여 Texas주 Lubbock city에 도착하였으며, 첫 일정으로 Lubbock에 소재한 Teaxs Tech 대학에서 미산대두박의 영양적 가치에 대한 강의와 오클라호마주에 소재한 Hitch Enterprises Inc 농장을 방문하였다.

이후 장소를 New Orleans로 이동 Export elevator인 Bunge (번지 or 번계가 아닌 번기로 발음)사를 방문, 대두박 생산공정시스템 및 선적시설 등을 시찰하고 Buyer가 구매한 선적 화물의 certificate 발행기관인 검정사 Thionville을

방문하였다. 이어 마지막 일정이 있는 시카고로 이동하여 CBOT(시카고곡물거래소)를 방문하여 곡물거래현장을 직접 접할 수 있었으며, 이어서 고품질 대두박 생산업체인 Owensboro사 및 대두박 공급업체 Cargill사 관계자 등과 meeting을 갖는 일정으로 수행되었다.

이번 미국산 탈피대두박 시찰에서 미산대두박의 품질과 영양가치에 대한 세미나 참석 및 대두박과 관련 생산에서 선적까지 최적화된 시스템과 필드에서 이용사례 등을 통하여 그 품질의 우수성과 차별성에 대한 인식을 새롭게 하였으며, CBOT에서 거래되는 미산 high protein 대두박이 왜 높은 가격에 시세가 형성되어 거래되는지 어느 정도 이해가 되었다. 또한 선적항 검정기관의 방문을 통하여 상호 관심사항에 대한 이해 증진과 발전적인 방향을 모색하는 좋은 기회가 되었으며 방문지별로 주요사항을 요약하면 다음과 같다.

2. 방문기관

가. Lubbock, Texas

〈Lubbock City〉

텍사스주는 북쪽으로 오클라호마 주, 동쪽으로 아칸소 주와 루이지애나 주, 남동쪽으로 멕시코 만, 남서쪽으로 멕시코, 서쪽으로 뉴멕시코 주 등과 경계를 이루고 있고 주도는 오스틴이다. 1901년 석유가 발견되어 경제적인 전환기를 맞게 되었으며 텍사스 주는 대륙의 48개 주 가운데 가장 큰 주이다. 멕시코 만 연안에서 내륙 쪽으로 펼쳐진 초승달 모양의 낮고 비옥한 연안평야가 주 전체면적의 약 1/3을 차지하고 있다.

인구 구성은 전체인구의 1/5 이상이 라틴아메

리카계이며, 이들 대부분은 멕시코계 미국인들이라고 한다. 천연자원이 풍부하고 목화 생산지로 유명하며 전국 최대의 옥우와 양 사육지이기도 하다. 지금까지 확인된 미국 전역 석유매장량의 1/4 이상이 이곳에 매장되어 있으며, 석유와 천연 가스 생산, 정유용량에 있어서 미국내 선두를 지키고 있다.

이번 일정의 첫 방문지인 Texas tech University가 있는 Lubbock 시는 미국 텍사스주 북서부에 있는 도시로서 면적 21만 165km², 인구 20만으로 Dallas에서 320마일 정도 서쪽에 위치해 있으며 평균 해발 800m로 비가 거의 오지 않는 high plains 지대이다. Texas에서는 비육우를 도살 6개월 전까지 방목하다가 이후 feedlot에 가둬놓고 사육하며 이 시기에 옥수수, 대두박 등을 집중적으로 급여, 마블링을 좋게 하여 고품질의 소고기를 생산하며 비육우의 품종은 Black Angus로 미국내 소고기의 65%가 이 품종이라고 한다.

Texas Tech University 대학은 1923년에 설립된 전통 있는 대학으로 학생수 3만명, 10개 단과대학과 60여개의 학과가 있다. 히스패닉 문화권의 영향으로 중남미풍의 기와 및 노란색 벽돌로 지은 캠퍼스가 특징이며 미국내 3000여개 대학중 120위권에 속하는 대학이라고 한다. 강의를 주관한 김성우 교수의 연구실은 연간 7~8개의 연구과제를 수행하고 있으며 대학건물 내에 양돈실험실과 도축장이 있다. 학교에서 20마일 떨어진 곳에 모돈 250두 규모의 연구농장이 있으며 소규모의 자체 사료공장을 보유하고 있다고 한다.

텍사스에서는 바비큐 요리가 매우 유명한 것으로 알려져 있다. 마침 도착 당일 스테이크전문

접을 소개받아 미국산 쇠고기의 진미를 접할 수 있었으며 부드러운 육질과 특유의 소스를 곁들린 풍미는 지금까지 맛보지 못했던 최고의 맛이었으며, 이 또한 최고 품질의 원료인 대두박과 옥수수를 급여한 결과가 아니었나 생각되었다.

◆ Soybean Meal in Poultry Nutrition 강의
(강사: Nick M. Dale, 조지아 대학의 교수)

Dr. Nick Dale 조지아대학 교수는 가금영양학자로서 대두박의 적정열처리에 대한 평가방법인 KOH protein solubility의 개발자이기도 하다. 시찰단 모두 세계적인 석학을 마주하고 강의를 듣는 뜻 깊은 시간을 가졌으며, 대두박의 영양가치 및 열처리와 관련된 다양한 질문과 관심이 매우 높은 시간이었으며 Dale 교수의 주요 강의 노트는 다음과 같다.

- 대두박의 품질은 열처리 정도에 따라 영향을 받으며 적절한 열처리가 되지 않으면 trypsin inhibitors가 문제되고 열처리가 과다하면 lysine의 손상이 일어난다. 대두박의 영양적인 가치는 Protein, Metabolic energy, Phosphorus로 평가해야 한다.

• 미국에서 유통되는 대두박의 특징

Lysine	3.00%	Avail. Lys	92%
Methionine	0.70%	Avail. Met	92%
Cystine	0.71%	Avail. Cys	82%
Threonine	2.00%	Avail. Thr	88%

- 미산 대두박은 이용성이 높은 이유는 적절한 열처리가 되었기 때문이며, 대두박 사용시 에너지원으로서도 고려되어야 하는데

44% 대두박은 2,240Kcal, 48% 대두박은 2,460Kcal로서 220Kcal가 더 높다(88% 건물기준). 대두박의 에너지는 수분, 지방, 대두피 등에 의해 영향을 받는다. 미산 대두박의 총인 함량은 0.65%이며 available P는 0.21%이다. 하지만 phytase를 사용하면 available P는 0.44%로 0.23%가 높아진다.

- 대두박의 색상은 추수전의 경작지 상황에 따라 다를 수 있으나 열처리 정도에 따라 다르게 나타나며 색이 어두운 대두박일수록 lysine이 많이 파괴된 것으로 볼 수 있다. 가장 이상적인 KOH용해도 범위는 78~83%이다

- KOH 용해도가 78%이면 트립신 Inhibitor가 파괴되며 트립신 Inhibitor는 육계의 설사와 관련이 있다. 용해도가 75%이하로 떨어지면 lysine의 파괴가 일어나고 65%이하가 되면 병아리의 성장이 정체된다.

- 미국산 대두박은 미시간호 중심의 콘벨트 지대에서 생산되며 남미나 인도산은 달리 최적화된 가공기술에 의해서 생산된다. 지난 25년간의 경험에 비추어볼 때 미산대두박의 열처리가 부적절한 경우는 없었으며, 생산공정 측면에서 볼 때, 과열처리 할 경우 에너지사용에 따른 추가 비용이 발생하고 저열처리가 되면 비싼 Hexane의 회수율이 떨어지기 때문에 최대한 회수해야 하므로 엔지니어링 관점에서 최적화 시스템이 되어 있어 과열처리는 있을 수 없다.

- KOH용해도 측정시 변이발생의 가장 큰 원인으로서는 대두박 분석시료의 입자 크기

(particle size)와 용해시간 이며, 분석시료의 입자도는 #60seive (0.5mm)를 기준으로 한다. 입자가 너무 곱게 분쇄되어도 영향을 주게 되며 KOH용액으로 용해시 stirring 속도 또한 너무 빠르지 않게 일정하게 유지되어야 한다.

- KOH용해도 분석방법이 AOCS나 AOAC에 approval 받기 위해 준비하고 있으며, KOH용해도의 DDGS에 적용가능 여부는 아직 결과가 만족스럽지 못 하여 계속 연구 중에 있다고 한다.

※ Dr. Nick Dale교수의 대두박관련 자료는 <http://poultry.uga.edu/soybeans>에서 볼 수 있다.



Dr. Nick Dale 교수님과 일행 (TTU 강의실)

◆ Quality variation of soybean meal as a protein source for pigs 강의

(강사: 김성우 교수, 모돈 영양 전문가)

김성우교수는 Illinois 대학에서 1999년 박사 학위를 받았고 현재 Texas Tech University의

Department of Animal and Food Sciences (동물 및 식품과학과)에서 동물영양 및 소화생리학 전공 교수로 있다. 현재 주요 연구 관심분야는 아미노산 영양과 대사 이고 특별히 임신과 비유기간 태아와 자돈 그리고 모돈의 영양 대사를 주요 연구 과제로 하고 있으며, 그는 최근 American society of Animal science로부터 Young Animal Scientist Award(젊은 과학자상)을 수상했다.

주요 세미나 내용을 요약하면 다음과 같다.

세계 대두생산은 2000년의 1억 5천만톤에서 2005년 2억 2천만톤으로 증가하였으나 남미에서 생산량이 증가(브라질산 : 20→24%, 아르헨티나 : 14→18%) 되어 상대적으로 미산비율이 감소(47→40%)되었다. 미산대두의 수요는 내수용 62%, 수출용 33%, 저장용 5%정도이며 단백질 공급원으로서 원료 사용량중 대두박이 67%를 차지하는 것으로 나타났다. 미국의 경우 대두박의 사용량은 연간 28백만톤이며 그중 poultry에 44%, swine에 24% 사용된다.

미국내 양돈사료 중 대두박의 일반적인 사용 비율은 다음과 같다.

- ▶ Gestating sow : 8~12%
- ▶ Lacting sow : 25~35%
- ▶ Nursery : 15~30%
- ▶ Grower finisher : 22~32%

※ New Concept of Amino Acid and Protein Requirement for Sows

☞ 임신돈의 단백질과 아미노산 요구량에 대한 신개념 도입 배경(미경산우에만 해당됨)

* 임신 60일 이후 태아의 무게차이의 변화가 크며 임신 70일령이후 모돈의 단백질 요구

량은 급격하게 증가한다.

* 임신 80일 이후 모돈의 유선세포는 급속히 발달한다.(임신 70일령의 모돈을 해부하면 미숙아, 사생아가 섞여있다. 이것은 영양소 공급이 원활하지 않기 때문이다)

* 임신 60일령 전과 후의 단백질 요구량과 유지를 위한 요구량은 차이가 크며 아미노산의 요구량도 다르다. 따라서 합성아미노산을 급여하거나 적절한 단백질 원료를 사용해야 하지만 합성아미노산보다는 대두박으로 아미노산을 공급하는 것이 바람직하다.

* 1산차 모돈에서 중요한 아미노산은 트레오닌, 라이신, 발린의 순인데 합성아미노산 첨가보다는 고품질의 탈피대두박으로 임신돈 사료를 만드는 것이 바람직하다.

※ 김성우 교수의 Publications 등은 www.afs.ttu.edu/home/swkim/index.htm에 접속하여 확인할 수 있다.

◆ HITCH Enterprises Inc. 방문 (오클라호마주 소재)

양돈 integrator인 Hitch Enterprises 회사 방문 계획에 따라 출국전 72시간 동안 국내 농장 방문을 금지하고 농장 방문시 사용했던 신발 또는 복장은 착용하지 않도록 사전에 당부가 있었다.

농장의 위치는 숙소인 Texas Lubbock에서 약 400km 정도 떨어져 있으며 차로 5시간 소요 되는 거리에 위치하고 있었다. 방문을 위해 새벽에 일어나 5시 반에 출발하여 무리없이 일정을 소화했으며, 도시를 벗어나면 잘 정리된 농지와

스프링클러시설, 원유채굴시설들과 서부영화에서 볼 수 있었던 목장의 표지판들이 간간히 보였고 cattle feedlot을 지날 때는 가축 분뇨냄새가 심하게 났었다. 돌아오는 길에 대평원과 끝없는 지평선의 미국과는 또 다른 모습인 Palo Duro Canyon State Park(애리조나주에 소재한 그랜드캐년 다음으로 큰 협곡이라고 함)를 둘러볼 수 있는 기회를 갖기도 했다.

Hitch Enterprises Inc는 돼지와 소를 일괄 사육하는 전문 기업으로서 1884년 영국에서 이주해온 James K Hitch가 시작한 소 방목형태의 소규모 농장이 1950년대에 feedlot형태로 발전되었으며 관개시설을 최초로 설립하는 등 오클라호마 최초의 근대적인 농장으로 오랜 역사를 가지고 있다. 현관 입구 family history를 선대의 사진과 함께 전시해놓고 있었으며 현재는 설립자의 4대손이 회사를 경영하고 있다. 약 300명의 직원(소:150명, 양돈:150명)이 모돈 15,000두 및 비육우 150,000두 규모의 농장에 종사하고 있으며, 넓은 평원의 지형을 이용한 돈사 및 분뇨처리 시설이 인상적이었다. 최근 옥수수가격의 상승으로 대두박을 단백질 및 에너지원 사료로 사용하고 있으며 개략적인 농장 현황과 사양성적을 요약하면 다음과 같다.

- 연간 출하두수는 비육우 15만두, 돼지 15만두,
- 돈사간의 건물간 거리는 2마일이며 옹돈사는 6마일 떨어져 있음(옹돈두수는 125두)
- 농장 성적은 PSY 23두, MSY 18두, 산자수는 11마리이며 포유개시두수는 9마리
- 농장은 모두 all in all out 시스템 (비육사 7일간 휴식)
- 깊이 25피트의 분뇨저장조에서 나균 발효



Hitch Enterprise의 돈사(전면)



양돈장 돈분 리군 발효조

처리(발효 분뇨는 관개용수와 50%섞어 놓지 시비)

- 자체 사료공장을 보유하고 있으며 자돈 1, 2 단계(구입하여 사용)를 제외한 사료생산은 모두 펠릿사료로 급여(이유: 사료효율이 높다고 함), 펠릿 다이크기는 3/16 inch 임(약 4.8밀리)

나. New Orleans, Louisiana St

〈New Orleans City〉

뉴올리언스 시 인구는 약 50만명에 달했으나 초강력 허리케인 카트리나 참사 이후 절반이하로 줄어든 것으로 알려져 있으며, 아직 상당수의 주민이 복귀하지 않아 복구가 지연되고 있다고 한다. 허리케인 카트리나는 2005년 8월 29일 뉴올리언스 일대를 강타, 폰차트레인 호수의 제방을 붕괴시켜 이 도시 대부분의 지역에 물난리가 일어났다. 완전 복구에는 10년 이상이 소요될 것이라고 하지만 방문시 외형적으로 보기에는 피해상태를 알 수 없었다.

재즈에 관심 있는 사람이라면 누구나 한번쯤 들어봤을 이름 뉴올리언스가 자랑하는 루이 암

스트롱. 1900년 9월 흑인 빈민지역(Geto)에서 태어난 암스트롱은 유년시절 가난한 성장기를 보냈으며, 우여곡절 끝에 1920년대 재즈계를 장악하게 되는데 뉴올리언즈 재즈가 시카고를 거쳐 뉴욕으로 전파되는 역사의 최 일선에 그가 있었다고 한다. 뉴올리언즈 공항 출국장에는 그의 일대기가 사진과 함께 전시되어 있었다.

이러한 기억을 가지고 공항 입국장에 도착했을 때 입국을 환영하는 3인조 밴드가 경쾌한 재즈음악을 연주하고 있었으며 한결 자유스럽고 마음이 가벼워짐을 느꼈다. 이곳에서의 일정은 미시시피강유역에 자리잡은 11개의 Export elevator 중 유일하게 대두착유시설과 선적 elevator 시설을 동시에 갖추고 있는 Bunge사 방문과 수출화물의 검정성적서를 발행하는 검정회사 Thionville을 방문하였다. 방문기관 모두 허리케인 카트리나로 인하여 떠났던 직원들이 복귀하지 않아 어려움이 있었다고 한다.

◆ Bunge사 방문

지역적으로 미국의 대두박 가공공장은 미시



뉴올안즈공항 입국장째즈밴드 연주



Bunge사의 대형 곡물 저장빈

시피 강 주변에 위치해 있으며, 생산된 대두박은 바지선을 이용하여 뉴올리언즈의 Export Elevator로 운송된다. Bunge는 전 세계에서 대두박을 공급하고 있으며 아르헨티나 및 브라질에서도 가공을 하나 미국산의 품질이 제일 좋다고 한다. 바지선으로 세인트루이스에서 뉴올리언즈까지 운송하는데 7일 정도 소요되며 총 20여개의 공장 중 미시시피 상류의 공장은 미국 국내용을 생산하며 미시시피 하류 공장에서는 수출용을 생산하고 있다. 이곳 Destrehan Export Elevator 시설은 1962년, 대두박 생산 시설은 1967년에 각각 세워졌다.

대두박 생산용 콩은 3일 정도의 재고를 가지고 있으며, 따라서 공급을 맞추기 위해 늘 긴장하면서 근무하고 있으나 지금까지 수급에 차질을 일으킨 적은 없다고 하였다. 이와 같이 이곳의 대두박은 생산이후 대부분 바로 선적이 이루어지기 때문에 품질이 우수하고 가격에서도 유리한 점이 있다고 한다.

일일 대두박의 생산량은 3,300톤, 저장능력은 10만톤 정도이다. 카트리나 사태이후 인구가 급감하여 새로운 인력충원에 어려움이 있다

고 한다.

◆Thionville사 방문

방문기관은 Thionville 본사이며 AOSC, GAFTA 등의 기관으로 부터 인증을 받은 회사이다.

Global surveyor로서 수출화물에 대한 survey 및 검정성적서 발행이 주 업무이며, 뉴올리언즈 사무실이 본사로서 직원 40명이고 그중 시험분석요원은 14명이다. 북미, 남미, 유럽 등에 다수의 검정사를 두고 있으며 그 외 전 세계적으로 자체 회사 또는 Agent를 가지고 있다.

실험시설 중 조단백질의 분석은 Rapid N (combustion system 분석장비)과 전통적인 조단백질 분석법인 켈달장치를 모두 사용하고 있으며, 협회에서 기존에 하고 있듯이 대두박 구매 시 분석방법을 명시하는 것이 바람직하다는 의견을 제시하였다. 협회연구소가 주관하는 ring test는 상호간 검정능력을 비교하고 판단할 수 있는 좋은 방법이며 지속적으로 관리할 필요가 있다고 하였다. 검정시 2만복 검정을 하며 조단

백질의 경우 반복간 차이가 0.5%이상일 경우는 재분석한다.

다. Chicago, Illinois St

<Chicago City>

시카고는 미국에서 3번째로 인구가 많은 도시이자 대도시권이다. 미 중서부지역(Mid-West)의 중심이자 허브공항이 있는 시카고는 전자, 통신, 철강, 화학 등 전통산업들의 경제 중심지를 이루고 있으며 미시간 호수 등 오대호가 펼쳐져 있는 이 지역은 미국공업기계 산업의 중심지이다. 얼마 전 시애틀에서 본사를 시카고로 이전한 보잉사를 비롯해 모토롤라, 3M과 같은 대형 기업들이 이 지역에 본사를 두고 있다고 한다. 기후는 기단이 대개 서쪽에서 동쪽으로 이동하기 때문에 날씨 변화가 심하며 미시간 호가 극단적인 기후변화를 경감시켜 호수에서 가까운 곳은 여름기온이 다른 곳에 비해 낮고, 겨울기온이 비교적 높은 편이라고 한다. 잘 정돈된 도시 미관과 빌딩 군, 아름다운 skyline 들이 미국의 힘을 보여주는 듯 했다.

◆ CBOT(Chicago Board of Trade) 방문

속소에서 도보로 5분여 거리에 위치해 있는 CBOT는 농산물 상품을 거래하는 곳으로 1848년에 설립되었으며 대두, 옥수수, 소맥, 대두박 구매 고객의 가격리스크를 줄이기 위해 선물, 옵션 등의 거래가 이루어지는 곳이다.

시카고는 거대한 호수를 끼고 있는 지리적 여건으로 말미암아 광활한 중서부 농경지에서 산출되는 곡물의 집산지이다. 그러나 가을의 수확기에는 입하가 집중되어 농민은 제값을 받지 못

했고, 봄에서 여름에 이르는 단경기(端境期)에는 곡물 부족으로 값이 터무니없이 상승했다. 곡물 거래업자들은 이와 같은 가격의 변동을 극복하기 위해 선물거래(先物去來)를 고안했으며, 이로써 농민은 사전계약으로 안심하고 생산에 전념할 수 있고, 상인은 계획된 상업활동을 할 수 있게 되었다. 선물계약은 시카고의 상인들에 의해 제도화되었는데, 이를 바탕으로 시카고 상인 82명이 South Water Street에 거래소를 설치한 것이 오늘날 세계 제일의 규모를 갖추게 된 시카고거래소의 기원이다.

농산물거래소의 개장은 오전 09:30분에 개장하며 금융상품거래소의 전자상거래는 07:30분에 개장한다. CBOT의 거래규모는 세계에서 3번째로 큰 규모이며 미국내에서는 제일 크다. 현재 CME와 CBOT의 합병이 진행 중이며 합병이 된다면 세계 1위인 독일의 UREX보다 커진다고 한다. 농산물거래소를 이용하는 계층은 투기업자, 헤저, 브로커, farmer 등이며, 경매시 손가락을 이용하여 의사표시하는 방식이 흥미로웠으며 직접 객장으로 입장하여 거래하는 광경을 볼 수 있었다.

이곳에서 대두박은 dehull soybean(고단백탈피 대두박) 기준으로 매매가 이루어지고 있다.

◆ Owens Boro Grains 미팅

Owens Boro Grain은 100여년의 전통을 가진 가족회사이며 고품질 탈피대두박 생산업체로 Soymax라는 브랜드로 판매되고 있다. 회사의 특징은 우수한 생산설비와 공정 중 hot dehulling system 및 식품공장수준의 청결을 유지 등으로 볼 수 있으며, 월간 대두박생산량

은 7만5천톤 정도이다. 특히 원료는 양질의 콩 생산지인 오하이오, 켄터키, 인디애나, 일리노이주 등에서 생산된 대두를 이용하고 있다.

Soymax의 특징은 품질의 균일성과 가소화단 백질의 함량이 높으며 주 고객은 일본, 중남미 등의 육계 및 양돈생산업자들이라고 하였다. 품질관리는 원료 콩의 경우 입고시 15분마다 NIR로 검사를 하며 생산되는 제품의 품질확인을 위해 PDI 등은 매일 분석하고 있다. 경제적인 컨테이너 운송 수출 최소단위는 5개이며 벌크형태는 바지선을 이용하여 걸프에서 선적하는 방법이 있다.

◆카길 미팅

미국 카길 본사의 연구담당 손광수 박사와 미국산 대두박의 영양적 가치에 대한 주제로 미팅을 가졌으며 주요내용은 다음과 같다.

미국은 모두 탈피대두박을 사용하며, 미산 탈피대두박의 실제 조단백 수준은 47.5%정도가

다(combustion방법 기준). 탈피대두박의 라이신 이용성은 92%인데 비해 비탈피대두박의 라이신 이용율은 87%이며, 조섬유도 대두박의 가치 평가시 중요한 factor이며 카길에서는 조섬유라는 개념은 사용하지 않고 NDF, ADF를 사용한다.

미국산 대두박의 장점은 열처리가 적절하고 품질의 균일성이라고 볼 수 있으며 탈피대두박 사용시 mannanase를 사용하면 에너지 이용성을 높일 수 있다. 인도산대두박 사용시 문제점은 사료섭취량이 떨어진다는 것이다. PMWS예방과 관련 사료중 단백질 함량을 4%정도 낮추고 펠렛형태를 가루로 바꾸며 탄닌을 첨가 사용했을 때 효과가 있었다.



시카고 시내 전경 (잘 정돈된 도시미관)



미시간 호수
(남한이 호수에 들어갈 만큼 큰 바다같은 호수)