



【미산 옥수수 취급과정 조사】

미산 옥수수의 취급과정(선적~국내도착)에 따른 품질변이 조사

1. 서론

세계 식량의 수요와 공급 측면에서 볼 때 식량의 위기는 갈수록 증대되고 있다. 식량 위기론자들이 즐겨 사용하는 맬더스의 「인구론」은 영국의 경제학자 맬더스가 쓴, ‘식량과 인구의 불균형 관계’를 다룬 명저로서 식량은 한정돼 있는데 반하여 인구는 기하급수로 늘기 때문에 빈곤이 생겨난다는 소위, 인구와 사회에 대한 ‘맬더스주의’가 그 핵심으로 알려져 있다.

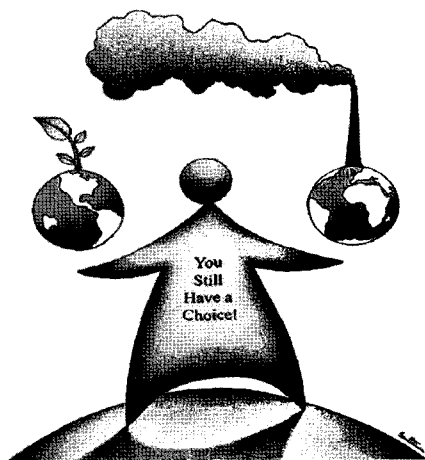
1.5억km²라는 제한된 지구 표면에 68억이라는 인구가 살고 있는 지구, 여기서 파생되는 인구 문제는 여전히 지구촌의 문제로 남아있다.



문 홍 식

본회 사료기술연구소 부장

「2009년 세계인구 보고서」에 따르면 세계 총 인구는 68억2,940만명으로 전년보다 7,970만명 늘어난 것으로 집계되었다. 세계 인구 1위는 중국으로



13억 4,580만명, 2위는 인도 11억9,800만명, 3위는 미국 3억 1,470만명으로 나타났다.

우리나라는 사료용 옥수수의 99% 이상을 수입에 의존하고 있는 실정이며 우리의 의지에 따라 수입되는 옥수수의 가격이나 품질을 결정할 수 있는 여지가 별로 없다는데 그 심각성이 있다. 한해의 곡물 농사는 지구 반대편에서 경작되지만 기상조건이나 자연재해발생 여부에 따라 품질 및 수확량이 영향을 받게 되므로 수출국의 기후까지 관심을 가지고 걱정해야하는 상황이 되었다.

우리나라가 사료용으로 수입하는 옥수수의 거의 대부분은 미국이 생산한 옥수수에 의존하고 있다. 본고에서는 빈번한 기상이변 등과 관련 재배·생육·수확시의 기후조건이 옥수수의 작황·생산량·품질 등과 상호 밀접한 연관성이 있는 점을 감안하여 미국산 옥수수를 대상으로 선적부터 국내도착까지 단계별 과정에서 영양적인 측면은 배제하고 옥수수의 물리적 품질 평가 지표인 BCFM (Broken corn and foreign material), Test weight 및 수분을 측정하여 선적이후 어느 정도의 품질변이가 나타나는지 그 변이 정도를 파악하기 위해 조사한 결과이며 BCFM 위주로 정리하였다.

◆ 조사 배경

일반적으로 옥수수의 구매방식은 loading port final(선적항인도) 기준이며, 미국의 경우 수출 곡물에 대해서는 정부기관인 USDA(미농무성)산하 FGIS(연방곡물검사소)가 주관하고 있다. 수출용 옥수수의 등급검사는 선

적빈(shipping bin)으로 이송되는 물품에 대하여 USDA의 규정에 따라 독립적으로 품질검사를 수행하여 등급에 적합한 품질의 옥수수만이 선적된다.

이후 shipping bin에서 본선 선적 및 해상운송 과정을 거치면서 여러 가지 요인에 따라 BCFM 함량이 증가하게 된다.

【 표 1 】 미국 옥수수의 품질 규격

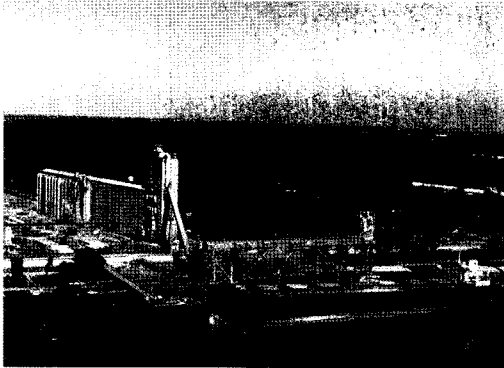
Grade	Minimum test weight		Maximum Limits of		
	lbs/bu	(kg/hL)	Damaged Kernels		BCFM (%)
			Heat (%)	Total (%)	
US No.1	56.0	(72.1)	0.1	3.0	2.0
US No.2	54.0	(69.5)	0.2	5.0	3.0
US No.3	52.0	(66.9)	0.5	7.0	4.0
US No.4	49.0	(63.1)	1.0	10.0	5.0
US No.5	46.0	(59.2)	3.0	15.0	7.0

※ BCFM (Broken corn and foreign material) : 12/64 인치의 원형망 체를 통과한 물질과 체 상부에 남아있는 물질 중 옥수가 아닌 물질을 모두 합한 것.

이와 같이 구매한 옥수수의 선적지와 도착기간 BCFM 함량 차이는 점차 증대되는 추세를 보이고 있으며, 이러한 추세는 역대 최고치의 생산증가가 기대되는 09/10 crop도 예외일 수 없다는 것이 관련 분야 전문가들의 의견이다.

최근 빈번해지는 기상이변, 새로운 옥수수 수요처인 바이오에탄올 산업, 단위면적당 최대의 수확량을 목표로 하는 경작방식 등이 직·간접적으로 품질변이에 영향을 끼치는 요인이라 할 수 있으며, 비록 4개 모션을 대상으로 조사가 이루어졌지만 취급과정을

에 따른 품질변이에 대한 경향을 파악할 수 있는 자료가 될 것으로 사료된다.



[Export terminal]

2. 검사 방법

1) 검사 대상 모선수 및 검사 항목

본 조사는 2005.10.27 ~ 2006.3.31까지 미산옥수수를 대상으로 조사하였다. 조사 대상 모선수는 4개로서 PNW 및 Gulf지역에서 각각 2개 모선씩 정하였고, 검사항목은 미산옥수수 등급규정에서 정한 BCFM, Test weight와 옥수수 등급 규정에는 포함되어 있지 않지만 수분이 저장 및 비중과 관련하여 중요 인자로 작용하는 점을 고려하여 수분을 포함시켰다.

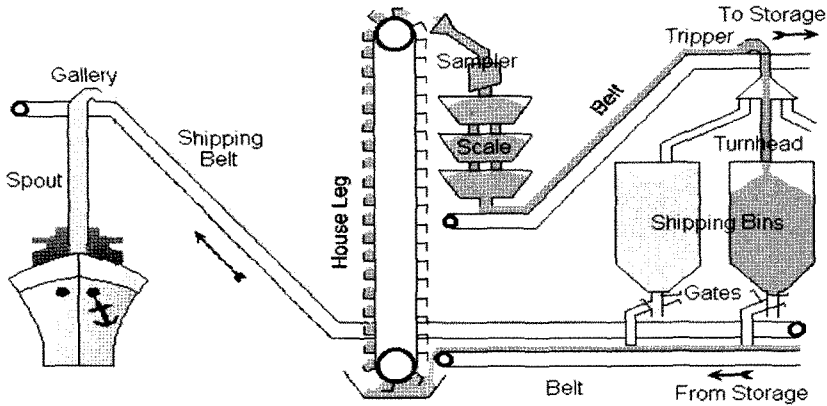
2) 시료준비

품질검사를 위한 시료는 다음 두 기관에서 채취한 시료를 대상으로 한국사료협회 사료기술연구소(FIRI)에서 검사를 수행하였으며, 1차적으로 분석기관에 따른 차이를 규명하기 위해 USDA(미농무성)의 협조를 받아 FGIS(연방곡물검사소)의 검사용 시료를 대상으로 분석하였으며 선적이후의 품질 변화 과정에 대한 조사는 global independent survey 회사인 Intertek Co(ITS)의 협조로 선적항 및 도착항의 본선에서 채취한 시료를 이용하여 분석하였다.

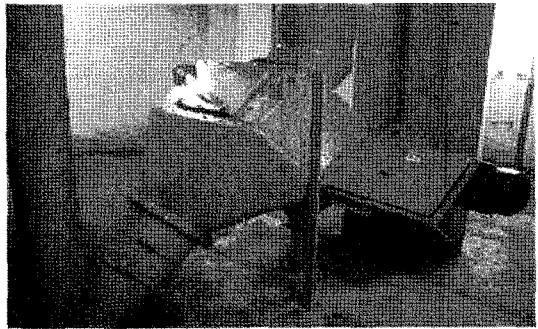
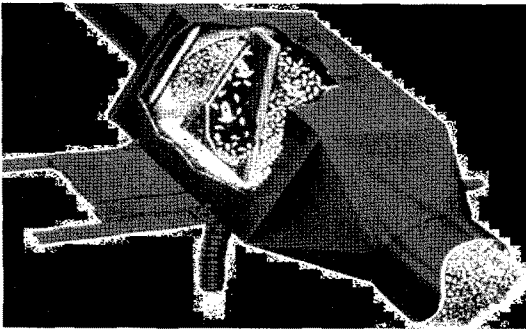
- ▶ USDA FGIS의 D/T sampler를 이용 자동 시료 채취
- ▶ Intertek Co의 협조로 USDA에서 공인한 12feet sample probe(탐침봉)로 채취.

FGIS에서의 시료채취는 D/T sampler로 30초마다 자동 채취되며, 1 sublot(1000~1,400톤)단위로 총 30kg정도의 시료를 채취한 다음 최종적으로 검사용 대표시료 1kg을 준비한다. 검사결과에 따라 등급규격에 적합한 옥수수는 본선으로 선적이 되지만 규격이하(off spec.)인 옥수수는 다시 저장빈(storage bin)으로 반송되어 regrading을 거치게 된다.

지역	모선명	Export terminal elevator	검정 항목
PNW (미주북서안항)	AKrazowa	KEC (위싱턴주 칼라마 항)	BCFM Test weight Moisture
	Alexandra	Temco (위싱턴주 타코마 항)	
Gulf (멕시코만연안항)	Tenacity	Cargill (루지아나주 리저버 항)	
	Foremost	Cargill (루지아나주 리저버 항)	



[그림 1] Export Grain Flow Chart



[그림 2] D/T Sampler

3) 측정 방법

측정항목인 수분, BCFM, Test weight 중 수분측정은 FGIS의 경우 비파괴수분측정기로, 한국사료협회 사료기술연구소(FIRI)는 건조기(dry oven)를 이용한 방법으로 측정하였으며, 그 외 BCFM, Test weight 등은 USDA에서 정한 방법으로 측정하였다.

3. 품질 검사 결과

1) FGIS 시료에 대한 검사기관별 결과 비교

미국의 옥수수 등급은 <표 1>에서 보는 바와 같이 No.1에서 No.5까지 5등급이 있으며 사료용 옥수수는 3등급 이상을 구매하고 있다. <표 2>는 FGIS로부터 D/T sampler로 자동 채취하여 준비한 시료를 제공받아 각 기관에서 분석한 검사결과로서 표에서 바와 같이 4개 모선 모두 BCFM이 4% 이하로 US No.3 규격을 충족하고 있다. 또한 검사기관 별 각 항목의 결과를 비교해 볼 때 큰 차이는 없었으며, 따라서 검사능력에 대한 문제 제기는 없다고 볼 수 있다. 특이한 사항으로서 BCFM의 경우 PNW지역 두 모선의 결과

【 표 2 】 FGIS sample을 이용한 검사기관별 결과 비교

모선명 (선적지)	분석기관 ¹⁾	검사항목		
		Moisture (%)	BCFM (%)	Test Weight (kg/hL)
1. A.Krazowa (PNW)	FGIS	14.1	3.4	71.97
	FIRI	14.6	3.3	71.99
	ITS	14.0	3.4	73.7
	Mean	14.2	3.4	72.6
2. Alexandra (PNW)	FGIS	14.3	3.7	73.5
	FIRI	14.9	3.6	73.14
	ITS	14.4	3.7	73.8
	Mean	14.5	3.7	73.5
3. Tenacity (Gulf)	FGIS	14.3	2.2	74.2
	FIRI	14.4	2.1	75.0
	ITS	14.2	2.1	75.68
	Mean	14.3	2.1	74.9
4. Foremost (Gulf)	FGIS	14.2	2.9	74.4
	FIRI	14.7	2.4	74.27
	ITS	14.5	2.5	74.1
	Mean	14.5	2.6	74.3

※ ¹⁾ FGIS : Federal Grain Inspection Service(미연방곡물검사소)
 FIRI : 사료협회 사료기술연구소
 ITS : Intertek(사설 국제검정기관)

는 평균 3.4%, 3.7%로서 Gulf의 2.1%, 2.6%보다 높게 나타났다.

2) 선적 과정에서 품질 변이 조사

취급과정에 따른 품질검사 결과는 표 3,4에서 보는 바와 같다. <표 3>은 수분과 test weight의 결과이며, <표 4>는 BCFM에 대한 결과이다.

FGIS의 수출용 옥수수의 검사용 시료는 본선 선적전 shipping bin으로 이송하는 과정, shipping bin이 없는 경우에는 본선 선적 과정에서 D/T sampler를 통해 자동으로 채취하게 된다.

4개 모선 중 PNW 지역에 있는 KEC(Kalama Export company)와 Temco elevator는 shipping bin을 보유하고 있었으며, Gulf 지역 Cargill elevator의 경우는 shipping bin이 없는 관계로 shipping bin으로 가는 과정 없이 본선으로 바로 선적된다

특이한 점은 <표 4>에서 보는 바와 같이 shipping bin 입·출고 과정 없이 바로 선적이 된 Gulf 지역 두 모선의 BCFM은 선적 전후의 차이는 별로 없었으나 shipping bin을 보유하고 있는 PNW지역에서 선적한 두 모선의 BCFM이 선적전3.3%, 3.64%에서 선적후 6.6%, 5.14%로 각각 200%, 141%의 증가율을

【 표 3 】 모선별 옥수수의 취급단계에 따른 수분, Test weight 측정 결과

항목/취급단계		모 선 명			
		PNW 지역		Gulf 지역 ¹⁾	
		A. Krazowa	Alexandra	Tenacity	Foremost
수 분(%)	FGIS ¹⁾	14.60	14.90	14.42	14.70
	본선 선적후	14.50	15.0	14.88	14.69
	국내 도착후	14.80	14.53	14.40	14.21
Test weight (kg/hℓ)	FGIS ¹⁾	71.99	73.14	75.0	74.27
	본선 선적후	72.93	73.02	74.08	74.39
	국내 도착후	73.4	73.58	74.3	74.98

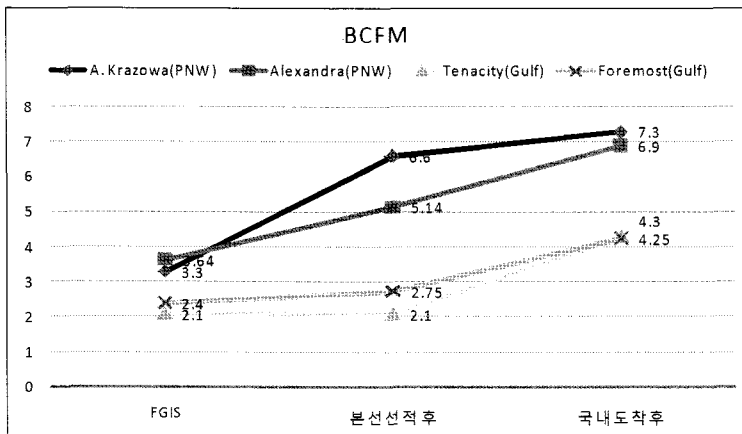
※¹⁾ FGIS로부터 제공받은 시료(이하 동일).

【 표 4 】 모선별 옥수수의 취급단계에 따른 BCFM 측정 결과

(단위 :%)

항 목		모 선 명			
		PNW 지역		Gulf 지역 ¹⁾	
		A. Krazowa	Alexandra	Tenacity	Foremost
• FGIS (A)		3.3	3.64	2.1	2.4
• 본선 선적후 (B)		6.6	5.14	2.1	2.75
• 국내 도착후 (C)		7.3	6.9	4.3	4.25
• 증가율	B/A(%)	200	141	100	114
	C/A(%)	241	190	201	177

※¹⁾ Gulf지역의 두 모선은 shipping bin을 거치지 않고 본선으로 바로 선적.



【 그림 3 】 모선별 옥수수의 취급단계에 따른 BCFM 변화 추이

나타내고 있다.

이와 같은 결과는 카길 Export terminal의 경우 shipping bin으로의 입·출고 단계를 거

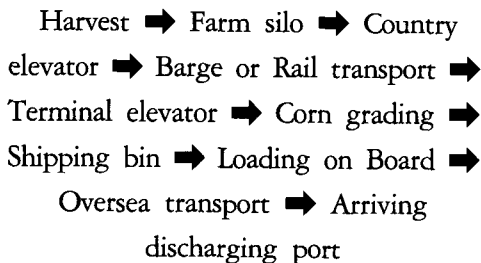
치지 않고 바로 선적이 되므로 옥수수가 받는 스트레스가 줄어든 결과로 볼 수 있다.

3) 선적부터 국내 도착까지의 품질변화

본선 선적이 완료되면 3~4주간의 해상 운송기간(PNW 18일, Gulf 30일)을 거쳐 최종 목적지인 국내에 도착하게 된다. 국내 도착 후 본선에서 시료를 채취하여 분석 한 결과를 보면 4개 모선의 BCFM이 각각 선적전 3.3%, 3.64%, 2.1%, 2.4%에서 국내 도착후 7.3%, 6.9%, 4.3%, 4.25%로 각각 241%, 190%, 201%, 177%로 증가 되었다.

<표 4>에서 보는 바와 같이 shipping bin을 이용하는 PNW 지역에서 선적한 두 모선의 경우 BCFM 함량이 본선 선적시에 크게 증가되었으나 운송 후 도착지 검사결과에서는 약간 증가하는 경향을 보인 반면, shipping bin을 이용하지 않는 Gulf지역 두 모선의 경우 선적전후에는 거의 변화가 없다가 해상 운송후 도착지 검사결과에서는 크게 증가한 것으로 나타났다.

이와 같이 취급단계에 따른 BCFM의 증가는 필연적이며 그 증가율은 여러 가지 요인에 따라서 영향을 받을 수 있다. 일반적으로 미국 농가에서 수확된 옥수수가 국내 도착 되기까지의 일련의 과정은 다음과 같다.



옥수수의 수분 함량이 14%이하로 떨어질 경우 handling과정에서 broken corn의 발생률이 높아질 수 있으며, 이러한 점을 고려 옥수수의 적정수분 함량은 14%~14.5%로 관리하고 있다.

BCFM에 영향을 주는 요인 중의 하나는 건조과정에서 발생하는 stress cracked corn(균열이 간 옥수수)이며, 일련의 취급과정을 거치면서 stress crack이 BCFM을 증가시키는 요인으로 작용하게 된다.

일반적으로 stress crack은 수분을 제거하는 과정에서 주로 발생한다. 즉, 인공건조 과정에서 수분을 너무 빨리 제거할 경우 알곡 조직의 내부균열(internal fractures)에 따라 발생되며, stress crack을 최소화하기 위해서는 최적의 건조조건에서 drying 및 cooling이 이루어져야 한다. 즉 건조온도, 건조율, 건조시간 등 적정 조건하에서 건조가 되도록 관리하여야 한다. 수확기에 비를 맞아 함수율이 높은 곡물의 경우 적정조건이 아닌 상태에서 건조를 하는 경우에도 stress crack 발생률이 높아지게 된다.

<표 5>는 과거 10년 동안의 미산 옥수수의 품질 검사결과로서 2009년도 옥수수의 BCFM이 6.06±3.22%로서 가장 높게 나타났다으며 2006년도에도 5.92%로서 높았던 해였다.

【 표 5 】 미산 옥수수의 연도별 품질 변이 분석

연도/(점수)	Moisture(%)	Test Wt(kg/h.L)	BCFM(%)
2001~2004/(96)	14.16±0.57	72.69±1.12	3.67±2.05
2005/(30)	14.66±0.36	71.53±1.99	5.45±2.59
2006/(73)	14.37±0.43	74.02±1.01	5.92±1.96
2007/(63)	14.45±0.39	73.31±0.82	4.09±2.21
2008/(149)	14.37±0.46	73.09±1.04	4.41±2.44
2009/(80)	14.67±0.44	71.86±2.09	6.06±3.22

※ 자료 : 사료기술연구소(상기 결과는 국내 도착지 시료의 분석결과 임)

4. 요약

본 조사는 4개 모선을 상대로 수출국 항구의 선적이후 부터 최종 국내 도착지까지의 품질변이를 조사하기 위하여 수행하였으며, 품질변이에 영향을 줄 수 있는 요인이 다양하기 때문에 이번 조사의 결과가 절대적인 경향을 나타내는 것은 아니다.

이와 같은 조사를 수행하기 위해서는 USDA와 해당 Export elevator의 협조 없이는 불가능하다. 즉, FGIS의 검사용 시료 제공과 본선 선적 과정에서 시료를 채취할 수 있도록 해당 elevator가 선적 지연에 따른 비용을 감수하면서까지 협조를 해 줌으로서 가능하였다.

미국의 경우 USDA산하 FGIS(미연방곡물 검사소)는 국가검정체계(National Inspection System)에 따라 Export terminal elevator 내에 독자적인 사무실과 inspection lab을 가지고 수출 곡물에 대한 품질검사(Mandatory export inspection and weighing)를 수행하며, USDA에서 정한 곡물등급기준 및 시료채취·검사방법에 따라 검사하여 규격에 적합한 물품에 한하여 검사성적서(Certificates) 발행 및 선적이 이루어진다.

4개 모선을 상대로 조사한 결과를 보면 선적전에 비해 BCFM이 본선 선적 직후 최대 200% 까지, 최종 도착지에서는 177~241% 까지 지속적으로 증가하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 당해 연도의 옥수수 작황, 기상조건, 수확후 옥수수의 건조과정, export elevator의 loading system 등 여러 가지 요인에 따라 차이가 있을 수 있기 때문에 지속적으로 관찰할 필요성이 있다.

또한 수확시기가 지연되어 냉해를 입을 경우와, 평년작(normal year)에 비해 알곡의 수분함량이 높거나 미성숙 알곡이 많은 경우 수확시 combine에 의한 기계적인 손상(mechanical damage)을 받기 쉬운 점도 BCFM을 증가시키는 하나의 요인이 될 수 있다.

최근에는 옥수수의 품종이 단위면적당 생산량을 극대화시키는 품종으로 개량됨으로서 품종(effect of hybrid)에 따른 조직특성도 배제할 수 없는 것으로 보인다. 따라서 앞에서 언급한 여러 가지 정황으로 볼 때 향후 BCFM의 증가 추세는 지속될 것으로 보이며 이러한 관점에서 BCFM의 증가 요인들에 대한 관심과 구매 및 사용시 적절한 대응책도 필요하다 하겠다. ☐