

# 보리와 맥아화학

윤 계 남

<조선맥주 공장장>

임 응 규

<서울農大 副教授>

## (2) 보리의 질소성분

탄수화물과 비교할 때, 보리의 질소질은 양적으로 덜 중요하다. 표 1을 참고하면 단백질(N×6.25)로 계산된 곡물내의 질소성분은 전형적으로 alcohol함량이 적은 맥아에서 건물 중의 11% 밖에는 차지하지 않는다. 그럼에도 불구하고 단백질은 맥아와 양조과정중에 상당히 큰 영향을 끼친다.

예를 들면 보리의 저장 단백질은 germ의 효소요소와 구조형성의 源을 형성하고 차례로 발효되는 동안 효모의 기본적인 영양물이 되는 amino산을 형성한다. 또한 단백질 자신이나 단백질의 peptide의 분해 산물은 양조과정의 중요한 부분이며 최종의 맥주에

서 원하는 거품 안정성을 얻게하는 to break을 형성하는 기능을 한다. 어떤 단백질은 tannin과 그리고 다른 단백질과 결합하여 맥주에 있어 상당히 나쁜 영향을 미친다. 즉 Olycoprotein은 맥주에 있어 palate-fullness의 맛을 낸다. 이러한 이유 때문에 보리의 단백질에는 많은 연구가 필요하다.

그런데 Osborne(1895)은 가장 먼저 연구의 기초를 마련했는데 그는 표 15-19에서 보인 바와 같은 용매에서의 용해도를 가지고 맥아와 보리의 질소성분을 분류했다.

대부분의 질소성분은 단백질인 albumin, globulin, hordein 그리고 glutelin으로 구성되어 있으며 hordein과 glutelin은 탄수화물 분야의 전분과 같이 다소 단

표 18. Osborne의 보리 질소성분 분석

(1895, 1896)

class of compound	(용매)	곡물에서의 총량(%)	
		보리	맥아
Proteoses <sup>a</sup>	물	0.3	1.5
Leucosin <sup>b</sup>			
Edestin 혹은 globulin	10% Sodium chloride solution(소금물)	1.95	1.29
Hordein	70% ethanol	4.0	1.25
Glutelin	희석전 산과 알칼리	4.5	3.8

a. 일반적으로 지금은 peptide와 amino 산으로 알려졌다.

b. 보통 현재 기술로는 Albumin이라 추정된다.

백질의 저장기능을 갖는 것으로 생각된다. 그렇지만 유리아미노산과 peptide의 존재도 입증되었다.

이미 밝혀진 바와 같이 잎의 구성은 유전적으로 조절되며, 좋은 양조를 위해서는 전체 단백질함량이 9~12% 이하인 것이라야 한다. 반면에, 환경적 요인도 최종 구성물에 큰 영향을 미친다. 특히 3월과 4월의 경우는 전분함량과는 달리 질소함량에 가장 큰 영향을 준다. 부수적으로 어떤 종류의 보리의 질소함량도 한 보리에 있어 이삭의 구성에서 상당히 다르게 나타나는 많은 수의 각각의 잎에 대해 평균치를 나타냈다.

유전적인 것과 환경적인 요인은 보리가 익는 과정 중에 형성된 여러가지 단백질의 양에 상대적인 영향을 끼친다. 이렇게 하여 긴 시간에 걸친 경우에 의해 유발된 식물체의 큰 영양생장은 다른 단백질을 변화시켜 glutelin형성을 촉진시킨다. 그러나 glutelin의 함량은 5월과 6월의 초기생장에 많은 비가 내리면 낮고, 7월에 가뭄이 계속되어도 낮아진다.

초기에 수분의 부족과 따뜻한 기후의 결핍은 단백질 합성을 저해하고 그러한 조건하에서 자란 보리는 비교적 큰 단백질의 전구체의 양을 갖는 영향이 있다. 그러한 보리는 맥아가 진행되는 도중 너무 빨리 발아한다고 한다. 반면에 적당한 습기와 온도가 유지되면 과숙에서 처럼 이미 만들어진 단백질이 분해된다.

전체적으로 보리에서 단백질과 단백질 유도체의 대사 양식을 볼 때 그것의 주된 변화는 종자형성과 발아에서 일어 난다는 것이 명백하다. 종자가 형성되는 중에 비록 이때 축적된 질소가 영양이 풍부한 토양에서 자란 보리에서 가장 많이 분포되긴 하지만 저장 단백질 형성으로 이용되는 것은 Amino산이다. 그런데 이 amino산은 잎이 노화됨에 따라 늙은 잎에서부터 어린 잎으로 차례로 온다. (yemm; 1949).

저장단백질은 Albumin과 globulin과 더욱 유사한 성장중인 식물체에 있는 단백질과는 구성면에 있어서 상당한 차이가 있다. 그러므로, 발아되는 동안에 일어나는 변화는 궁극적으로 새로운 영양적인 단백질을 형성하기 위해 저장 단백질의 분해와 관계되어

있기 때문에 단백질의 저장은 종자형성시에 일어나는 것 같다.

Pleshkov와 Fowden(1959)는 비록 많은 식물 단백질에서 Amino산의 구성은 식물의 연령이나 영양상태 같은 여러 요인에 의해 영향을 받기 때문에 일정하지는 않지만, 보리의 경우에는 이러한 요인에 거의 영향을 받지 않는다는 것을 발표했다. 그렇지만 노쇠한 보리의 단백질은 어린 식물보다 Amide와 Arginine양이 적고 lysine을 더 많이 가지고 있다. 반면 토양의 질소결핍은 amide와 후에 histidine함량의 감소를 초래한다.

전체 구성의 일정성에도 불구하고 여러 단백질의 균형은 성장하는 동안에 변화한다고 생각된다. 더우기 단백질성과 비단백질성의 질소의 균형은 식물의 연령과 환경에 의해 영향받는다. 예를 들면, 토양에서 칼리(K)의 부족은 전체 질소의 함량에는 거의 영향을 미치지 않지만 영양기관의 단백질질량 질소의 감소에 큰 영향을 준다.

반면 인(P)이 부족하면 전체 질소와 단백질질량의 함량이 모두 감소된다. 그럼에도 이러한 광물질은 비록 단백질의 전체 amino acid 구성에는 영향을 끼치지 않는지만 다른 비교구와 비교했을 때 식물의 유리아미노산 균형에 영향을 미친다.

성숙하고 있는 보리잎에 있어 단백질합성의 일차적양식은 Schjerning(1914)와 Bishop(1930)에 의

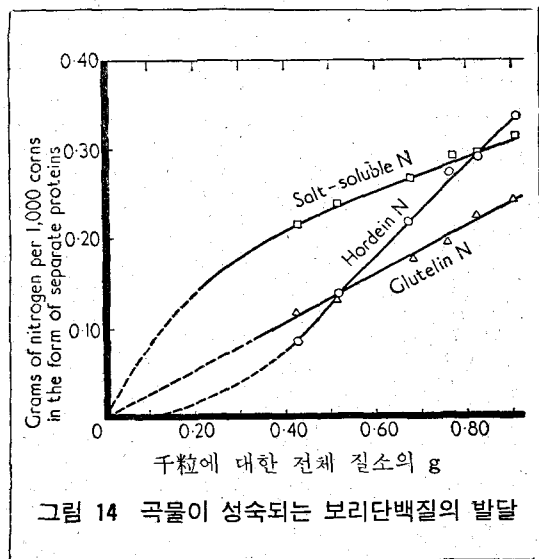


그림 14 곡물이 성숙되는 보리단백질의 발달

해 연구되었다. Osborne의 방법을 약간 변경시켜서 밝힌 결과를 품종별 보리를 재료로 하여 얻었다.

모든 숫자는 규칙적으로 변화했지만 hordein이 생육 후기에 다른 단백질보다 더 큰 비율로 합성되고 있는 동안 미성숙된 입에서 염에 녹는 질소가 축적되었다. 합성은 질소의 엔트리(entry)와 같은 비로 되지는 않지만 립의 질소함량은 성숙되는 동안 거의 일정하였다. 그런데 이것은 탄수화물과 단백질이 같은 비율로 립으로 들어 가며 후기의 질소비료의 사용같은 방해 요소가 없으면 최종목물의 질소함량은 6月末 전에 결정된다는 것을 나타낸다. 그렇지만, 전분에 대한 단백질의 비율은 Harris와 Mac William(1957)에 의해(립의 초기성장에서 비율이 상당히 높고, 그리고 신속히 거의 일정한 상수로 안정되는 Carlsberg와 Spratt-Archer 보리를 사용한) 구해졌다.

탄수화물에 대한 단백질의 비율이 일정하다는 것을 고려한다면 립에 의한 이러한 물질의 흡수는 서로 연결되어 있는 것 같다. 그러나 이러한 결과는 그늘지게 하여 이삭과 잎질의 탄수화물 공급을 제한하면, 이삭 전분질의 질소함량의 비율은 상당히 높아진다는 것을 밝힌 Watson과 Norman(1938)의 결과처럼 표면상·우연한 일이라 생각된다. 전체식물 건물량의 20~30%가(식물이 양지에서 자랄 때) 흡수 후에 증가된 것이라는게 밝혀졌다. 그러므로 이 시기의 기후조건은 상당히 중요한 것이다.

Harris and Mac William(1957)은 곡물의 Amino산의 질소는 립이 형성된 뒤 약 4~5주일 후에 최대치가 되었다가, 그 뒤에는 상당히 떨어 진다는 것을 발견했다. 이러한 현상은 Bishop의 연구결과(열에 녹는 질소를 축적하며 그 뒤 그것이 감소하고 단순한 질소질의 복합한 질소질로의 완전한 전도하는 것을 설명하는)와 일치하거나 약간 먼저 일어난다.

곡물의 전체 비율에서 볼 때 가용성 질소에 대한 formol-nitrogen의 비율이 Haisa 보리가 성숙됨에 따라 서서히 감소한다는 사실을 발견한 Reindel과 Hardt(1955)도 이와 비슷한 결론을 내렸다. 그렇

만 1000粒重의 증가를 고려한다면, 성숙의 변화가 일어난다는 Bishop의 발견과 Harris and Mac William(1957)의 발견처럼 formol-nitrogen은 성장할 때 같은 상태에서 최대치가 되어야 한다는 것은 명백하다.

Bishop과는 달리 Reindel and Hardt는 hordein과 glutelin은 수용성인 Albumin이나 globulin 보다 더 먼저 생성된다고 하였다. 그러나, 이것은 그들이 성숙과정 중의 1000粒重의 증가와 단백질의 변질을 그들 연구에 고려하지 않았기 때문에 잘못된 것으로 생각된다.

Harris and Mac William(1957)은, 비록 보리립의 전체 Amino산 함량은 성숙되는 동안에 감소하긴 하지만 amino산 혼합물의 구성에는 거의 변화가 없다는 것을 발견했다. 이와 유사하게 Pleshkov와 Fowden(1959)는 식물의 영양기관의 성장과정 중에 amino산의 질소는(비록 aspartic acid와  $\alpha$ -alanin은 다른 amino산 보다 현저히 감소하긴 했지만) amino산 저장물의 차이와 같이 감소되지는 않았다는 것을 밝혔다. 그렇지만 질소의 부족은 다른 비교식물에 비해 tyrosine과 proline을 제외한 모든 amino산의 농도를 감소시켰다. 여기서 proline은 실제 발아 후 24일 후에 3배로 증가되었다. 48일 후에 유리아미노산의 더욱 진전된 감소가 일어났다.

주로 aspartic acid, glutamic acid, serine, glutamine, asparagine 그리고 proline의 수준은 감소하였지만, pipecolic acid의 농도는 다른 비교식물과 별 차이가 없었다. 발아 후 24일 후의 인(P)과 칼리(K)의 부족은 다른 비교구와 비교해서 거의 비슷한 amino산 수준을 유지했지만 48일 후에도 같은 amino산 수준을 유지했다. 반면에 비교구에서는 amino산의 양이 상당히 감소되었다.

인(P)의 결핍은 glutamine의 농도와—비정상적으로 높은 pipecolic acid의 농도의 증가와 유사한—glutamic acid 농도의 감소와 관계되어 있다. 반면에 칼리(K)의 결핍은 비교구와 비교할 때 asparagine의 상당한 증가와 glutamic acid와 Aspartic acid의 약간의 감소를 유발시켰다.

보리유묘의 아미노산 균형은 항생물질인 stere-

ptomycin에 의해 상당히 변화하였다. 토양에서 2.5~3%의 항생물질의 농도는 유묘의 성장을 완전히 억제하였으나, 약간 낮은 온도의 항생물질은 염록체에 선택적인 작용을 하여 유묘를 백화시켰고, RNA와 단백질의 합성을 억제하였다. 그렇지만 호흡이나 amino산의 형성에는 영향을 미치지 않아서 amino산의 농도는 비교구(control)보다 5배나 증가하였다.

보리의 여러가지 단백질군 사이의 엄밀한 관계는 유전적인 요인이다. 그리고 어떤 품종도 성숙이 진행됨에 따라 그 본래의 특징적 관계에 접근하는 경향이 있었다. Bishop에 의해 밝혀진 규칙성의 원리(principle of regularity)에 의해 보존되는 질소화합물은 성숙한 보리에서 나타난다. 밀의 단백질도 이와 유사하게 보존된다.

단백질부분이 성숙한 림에서 질소질에 연관되는 방법은 그림 15—21에서 밝혔다. 이것은 림의 질소성분이 1.2%에서 2.3%로 증가되어 전체 질소에 대한 glutel의 비율이 일정하게 유지되는 Plumage-Archer 보리에도 적용된다. 반면에 hordein태 질소는 26%에서 40%로 규칙적으로 증가하며 염에 녹는 질소는 36%에서 24%로 규칙적인 감소를 한다.

단백질 사이의 관계는 보리의 품종에 따라 각각 다르고 규칙성이 존재한다는 사실은 영국종 보리(English Barley) 뿐만 아니라 덴마크종과 독일종 그리고 다른 종에서도 밝혀졌다. 일반적으로 이런 점에서 6조백과 hordein을 더 적게 가지고 있는 2조백과는 물질구성면에서 다른 것 같다.

위에 말한 protein에 존재하는 숙기차이는 저장과 건조 중에도 계속된다. 이러한 변화는 건조하지 않은 보리에서 상당히 중요시되고 있고, 염이 용해되는 질소의 감소와 glutelin의 감소를 존재한다. 그렇지만 습도가 11% 이하로 건조된 보리에서는 문제되지 않는다. 가마솥에 의한 건조에서는 위와 반대되는 변화가 일어난다(Hofman-Bang, 1931). 그렇지만 건조된 보리에서 일지라도 질소부분에는 오랫동안 계속되는 변화가 일어난다. 더우기 Urionetal(1951)은 저장된 보리와 귀리에서 단백질구성물의 계절적 변화가 나타난다는 것을 주장했다.

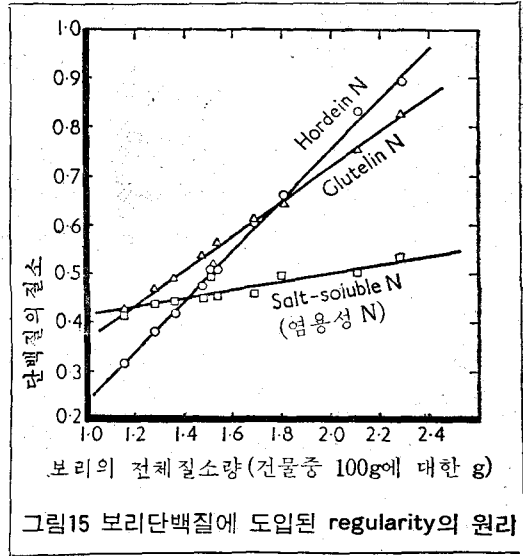


그림15 보리단백질에 도입된 regularity의 원리

① 개개의 질소화합물의 특성

Bishop(1928, 1929)은 전체 질소를 5% 황산칼리에 녹는 염용성인 것과 가열한 70%의 에틸알콜에 녹는 에틸알콜 용해성인 것과 기타로 (혹은 glutelin태 질소라고도 하는) 나누었다. 염에 녹는 질소 중에 수용성인 부분이나 albumin은 82°C의 온도와 PH4.6에서 응고에 의해 추정되며, globulin은 3크로르초산에 의해 염분으로부터 침전되는 전체 단백질과 albumin과의 차이로서 추정된다. (소위 proteose라 말하는) 염에 녹는 부분은 kaolin에 흡착된다.

Urion과 Raux(1939)는 염분추출물에 있는 Albumin을 가열하여 침전시켰다. 그러나 globulin은 MgSO<sub>4</sub>에 의해 침전되었고 peptide는 Uranylacetate에 의해 침전되었다. 이러한 방법으로 그 추출물은 평균적으로 33%의 Albumin과 31%의 globulin, 20%의 peptide를 가지고 있으며 용액에 남는 나머지가 16%라는 것이 밝혀졌다.

Folkes와 Yemm(1958)은 염분추출물로부터 Albumin을 제거한 뒤 60%의 에틸알콜로 globulin을 침전시켰다. 그런데 이러한 방법을 쓰면, Bishop에 의해 분리된 globulin보다 더 낮은 amide함량을 갖는 (5.1%) globulin을 얻을 수 있다. globulin의 전체 질소함량이 16.9%라는 것이 밝혀졌는데 이것은

<101페이지에 계속>