

미숙보리곡립의 볶음중 이화학적 특성변화

이영택 · 석호문 · 김성수 · 김경탁 · 홍희도

한국식품개발연구원

Changes in Physicochemical Characteristics of Immature Barley Kernels during Roasting

Young-Tack Lee, Ho-Moon Seog, Sung-Soo Kim, Kyung-Tack Kim and Hee-Do Hong

Korea Food Research Institute

Abstract

Changes in physicochemical characteristics were investigated for immature barley kernels roasted at 160~220°C for 1~12 min. Only small differences in chemical constituents including starch, protein, fat, ash, total dietary fiber, and β -glucan were observed between immature and mature barley kernels. The amounts of 75% ethanol-soluble sugars and amino acids present in immature barley kernels were considerably higher than those in mature kernels, and gradually decreased in the process of roasting. Of free sugars, sucrose, raffinose, glucodifructose(GF₂) and maltose were reduced by roasting. Glucose and fructose, simple reducing sugars, decreased at the early stage of roasting, followed by a slight increase at the later stage. Starch and nitrogen contents decreased slowly, while TDF(total dietary fiber) had a tendency to increase slightly. Stacking volume of immature barley kernels increased markedly, especially at the higher temperatures. L value of immature barley decreased throughout roasting, and a, b values increased at the early stage of roasting but b value decreased with continued roasting. The degree of roasting was strongly affected by the roasting temperature. Darkness of immature barley kernel, depending on the degree of roasting, was highly associated with concentrations of brown pigments extracted from roasted immature barley kernels.

Key words: immature barley, physicochemical characteristics, roasting.

서 론

보리는 볶을 때 갈변화와 동시에 독특한 향미를 생성하여 오래전부터 보리차로 이용되어 왔으며 커피대용품⁽¹⁾으로 널리 사용되어졌고 최근에는 청량음료에도 이용되고 있다. 한편 보리를 발아시켜 만든 맥아는 곡립내의 전분 및 단백질을 등의 고분자물질들이 분해됨에 따라 유리당, 유리아미노산 등과 같은 가용성 성분의 양이 증가하여⁽²⁾ Maillard 반응성이 풍부한 소재로서 가열처리에 의해 쉽게 향미특성을 조절할 수 있다. Maillard 반응의 경우 이들 유리형태의 당과 아미노산은 그 종류에 따라 각기 반응성이 다를 뿐 아니라 또한 반응 후 발현되는 향기에 있어서도 서로 다른 특성을 나타내게 된다.

보리는 출수후 성숙이 진행됨에 따라 배유층 내에 전분 등 고분자 물질들의 축적으로 고형분 함량은 점차 증가하게 되지만, 일정시기가 지난 후 유숙기 상태에 들

어가게 되면 전분의 함성은 거의 완료상태에 이르게 되나 수분함량은 높아 곡립은 아직 단단하지 않은 상태를 유지하고 있다. 유숙기 상태의 보리는 유리형태의 당류와 아미노산 등과 같은 가용성 물질의 함량이 완숙된 곡립에 비해 높으며⁽³⁾ 가용성 물질의 조성이 완숙된 보리나 발아된 곡립과 달리 유숙기 상태의 보리를 적절히 배소처리할 때 생성되는 향미와 색상이 완숙된 보리의 경우와는 현저히 다른 특성을 나타낼 것으로 예상된다.

한편 보리는 배소과정 중에 보리성분의 열분해 및 Maillard 반응에 의해 향미물질의 생성과 색택의 변화를 초래하는데 이러한 변화는 볶음온도, 볶음시간 등과 같은 볶음 정도에 따라 좌우된다^(4,5). 따라서 본 시험에서는 유리형태의 당류 및 아미노산 등의 함량이 높아 Maillard 반응성이 풍부한 미숙곡립을 적절히 가열처리하게 되면 미숙보리 특유의 좋은 향미와 색상이 이차적으로 발현될 것으로 생각되어 그 기초연구로서 미숙보리곡립의 볶음과정중 발생하는 이화학적 특성변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 보리는 1993년 경기도 화성군 정

Corresponding author: Young-Tack Lee, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Seongnam 463-420, Korea

남편에서 재배한 칠보품종인 걸보리였다. 출수후 31일 경인 유숙기 상태의 보리이삭을 채취하여 헹잡물을 제거한 후 수세하였으며 100°C 정도의 증기로 30분간 가열하였다. 증기가열이 끝난 보리이삭은 60°C의 열풍 건조기 내에서 16시간 건조시킨 다음 손으로 문질러 낱알을 분리하고 체로 쳐서 정선하여 미숙보리시료를 조제하였다. 보리시료는 0.5 mm screen을 사용한 Cyclotec 1093 Sample Mill(Tecator Co., Sweden)로 분쇄하여 분석용 시료로 사용하였다.

미숙보리곡립 볶음방법

미숙보리곡립은 회전식 전열볶음기(Probat Co., Germany)를 사용하여 온도 160~220°C, 시간 1~12분의 조건하에서 볶음처리 하였다. 즉 일정온도로 가열된 볶음드럼에 50g의 시료를 넣고 95 rpm의 속도로 회전시키면서 온도를 ±3°C 이내로 조절하였다.

일반 화학성분 분석

보리곡립의 일반성분은 AACC 방법⁶⁾에 따라 수분함량은 Air-oven법(AACC 44-15A)으로, 조단백질은 KJEL-TEC AUTO 1030 Analyzer(Tecator Co., Sweden)를 사용하여 Micro-Kjeldahl법(AACC 46-13)으로, 회분은 전석회화법(AACC 08-01)으로 분석하였으며 조지방은 Soxhlet법⁷⁾으로 측정하였다.

전분 함량은 starch-glucoamylase 방법⁸⁾ (AACC 76-11)에 의해 분석하였는데 전분으로부터 분해된 glucose의 함량을 측정하기 위한 enzyme-chromagen mixture로서 Megazyme glucose test kit(Megazyme, Australia)를 사용하였다.

총 식이섬유함량은 Prosky 등의 방법⁹⁾에 따라 total dietary fiber assay kit(Sigma Chemical Co.)를 사용하여 측정하였다. β-Glucan 함량은 McCleary와 Glennie-Holmes의 방법¹⁰⁾에 의하여 Megazyme barley β-glucan assay kit(Megazyme, Australia)를 사용하여 측정하였는데 β-glucan으로부터 분해된 glucose의 함량은 Megazyme glucose test kit(Megazyme, Australia)를 사용하여 분석하였다.

가용성 총유리당 및 환원당 함량

보리곡립시료의 유리당을 추출하기 위해 분말시료 5g에 75% ethanol 200 ml를 가한 다음 열수에서 30분간 가온 추출하였다. 추출액은 냉각후 여과하여 50°C에서 감압농축시키고 증류수으로써 100 ml로 정용한 후, 이 중 5 ml를 취하여 20 ml로 정용하고 이온교환수지(Amberlite MB-3)로 처리하여 분석용 시료액을 얻었다. 75% ethanol 가용성 유리당의 총량은 phenol-sulfuric acid 방법¹¹⁾에 의해 측정하였다. 즉 시료액 1 ml에 5% phenol solution 1 ml를 넣은 후 96% 황산을 첨가하고 잘 혼합하여 490 nm에서 흡광도를 측정하였다. 75% ethanol 가용성 유리당중 환원당의 함량은 Somogyi-Nelson법¹¹⁾

에 의해 측정하였다.

유리당 및 유리아미노산 분리 분석

보리곡립시료의 유리당 조성 및 함량은 상기 유리당 함량 분석용 시료액을 0.2 μm membrane filter에 통과시킨 후 Dionex Bio LC(Dionex, Sunnyvale, CA)에 주입하여 분석하였다. 한편 유리아미노산 분석을 위한 시료의 추출은 유리당의 추출방법과 동일하였으며 추출액을 냉각, 여과, 감압농축시켜 증류수로 100 ml 되게 정용한 후 20 ml를 취하고 여기에 25% trichloroacetic acid (TCA)용액 20 ml를 가하여 단백질을 침전시킨 다음 원심분리(3000 rpm, 20분)하였다. 상층액을 취하여 loading buffer solution(0.2 N sodium citrate, pH 2.2)으로 희석한 다음 0.2 μm membrane filter로 여과하고 Amino Acid Analyzer(Hitachi, Japan)에 의해 분리 정량하였다.

미숙보리곡립의 체적

보리의 체적(stacking volume)은 미숙보리곡립 20g을 100 ml의 눈금신티너에 넣은 부피로 측정하였다.

색도 측정

보리곡립의 색도를 측정하기 위한 시료로서는 볶은 미숙보리곡립과 이를 분쇄한 분말이 사용되었으며 Color and color difference meter(Model 600-UC-IV, Yasuda Seiki Seisakusho, Ltd., Japan)를 이용하여 표면색도값인 L, a, b를 측정하였다. 이때 사용한 표준판은 L=89.2, a=0.921, b=0.78의 값을 가진 백색판이었다.

갈변도 측정

보리 추출액은 볶은 보리곡립 10g을 환류냉각기가 부착된 250 ml flask에 넣고 150 ml의 열수를 가하여 끓는 온도에서 10분간 추출한 후 여과하여 제조하였다. 보리 추출액의 갈색소 농도는 Beckman DU-7 spectrophotometer(Beckman Instruments Inc., U.S.A.)를 사용하여 420 nm¹²⁾에서의 흡광도로 측정하였다.

결과 및 고찰

미숙보리곡립의 화학적 조성

출수후 31일경에 채취한 미숙보리시료의 화학적 조성을 완숙된 보리와 비교한 결과는 Table 1과 같다. 유숙기 상태의 보리이삭은 40~50%의 높은 수분함량을 가졌으나 저장성을 부여하기 위해 증자 및 건조처리를 한 후에 측정된 미숙보리 시료의 수분함량은 8.4%로 완숙보리의 9.7%에 비해 낮았다. 미숙보리의 전분함량은 59.68%로 완숙보리의 61.52%에 거의 근접하여 이 시기에 대부분의 전분이 합성된 것으로 나타났다. 미숙보리의 단백질함량은 11.99%로 완숙보리의 12.91%에 비해 약간 낮았으며 지방함량은 미숙보리가 2.33%를 함유하여 완숙한 보리의 2.05%에 비해 약간 높았는데 지방함량은 출수후 증가

Table 1. Proximate composition of immature and mature barley kernels

Constituents ^{a)}	Immature barley ^{b)}	Mature barley
Moisture	8.40	9.70
Starch	59.68	61.52
Protein ^{c)}	11.99	12.91
Fat	2.33	2.05
Ash	2.33	2.21
TDF ^{d)}	24.85	23.73
β-Glucan	3.17	4.58

^{a)}% on a dry basis except moisture

^{b)}31 days from ear emergence

^{c)}Protein = Nitrogen × 6.25

^{d)}Total dietary fiber

하여 완숙시기에 약간 감소하는 경향을 나타내는 식 등⁽³⁾의 결과와 일치하였다. 회분함량은 미숙보리가 2.33%로 완숙보리의 2.21%에 비해 약간 높았는데 보리의 회분함량은 성숙중에 감소하다 일정시기 이후에는 큰 변화가 없는 것으로 보고^(3,12)되었다.

미숙보리의 총 식이섬유함량은 24.85%로 23.73%를 함유한 완숙보리보다 약간 높았다. 보리는 성숙과정중 총 식이섬유함량이 점차 감소하는데⁽³⁾ 출수후 초기에 감소의 폭이 크며 유숙기 상태에는 비교적 완만한 감소추세를 보인다 그 이후에는 거의 함량의 변화가 없으며 이를 보리곡립 내부의 전분합성에 따른 상대적인 결과로 해석하였다. 이⁽¹³⁾에 의하면 한국산 겉보리 품종들의 총 식이섬유 함량이 약 24%로 쌀보리의 17% 정도에 비해 크게 높았는데 이는 껍질을 가지고 있는 겉보리가 쌀보리에 비해 불용성 식이섬유의 함량이 높았기 때문인 것으로 풀이하였다.

보리의 주요 식이섬유 성분인 β-glucan은 곡립내 세포벽의 약 70%를 구성하는 mixed-linked (1→3),(1→4)-β-D-glucan으로서⁽¹⁴⁾ 인체내에서 콜레스테롤을 저하시키는 효과^(15,16)를 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 보리의 β-glucan 함량은 성숙중에 점차 증가하는데⁽³⁾ 미숙보리는 3.17%를 함유하여 완숙보리의 4.58%보다 낮았다. 보리는 β-glucan이 풍부해 겉보리의 경우 보통 2~8%의 함량을 가지고 있다⁽¹⁷⁾.

본 실험에서 사용한 미숙보리의 화학적 조성은 완숙보리와 큰 차이 없이 비슷하게 나타나 보리는 출수후 성숙이 진행됨에 따라 회분 및 총 식이섬유함량은 점차 감소한 반면에 단백질, 지방, 전분 및 3-glucan 함량은 증가경향을 보였으나 출수 31~36일 이후에는 더 이상의 큰 변화가 없다고 한 식 등⁽³⁾의 결과와 잘 일치하였다.

일반성분의 변화

미숙보리곡립을 180℃에서 2~8분간 볶았을 때 볶음이 진행되는 과정중에 미숙곡립의 일반성분에 대한 변화는 Table 2에 나타나 있다. 볶음이 진행됨에 따라 미

Table 2. Changes in chemical composition of immature barley kernels during roasting at 180°C

Constituents ^{a)}	Roasting time (min)			
	2	4	6	8
Moisture	5.60	3.80	2.90	2.60
Starch	58.79	58.77	57.76	56.27
Nitrogen	1.93	1.91	1.86	1.84
TDF ^{b)}	24.82	25.33	25.87	25.36
Total free sugar ^{c)}	4.45	4.47	3.68	1.91
Reducing sugar ^{c)}	1.06	0.89	0.92	0.99

^{a)}% on a dry basis except moisture

^{b)}Total dietary fiber

^{c)}75% ethanol-soluble

숙보리곡립의 수분함량은 점차 감소하였다. 전분함량은 볶기전 59.68%에서 8분간 볶음후에 56.27%로 약간 감소하였는데 전분의 함량이 크게 줄어들지 않은 것은 180℃에서 8분 이내의 약한 볶음처리를 하였기 때문인 것으로 생각된다. 일반적으로 전분은 볶음과정중 가장 특징적으로 변화하는 화학성분의 하나로 충분한 볶음처리에 열분해에 의해서 많은 양의 dextrin을 생성함과 동시에 그 양이 현저하게 줄어들게 되는 것으로 알려져 있다⁽¹⁾. 볶음중 질소함량 역시 완만한 감소추세를 나타냈는데 이는 미숙보리가 가지고 있는 유리아미노산이 우선적으로 소모됨에 따른 결과로 추정되었다. 볶음중 보리의 유리아미노산은 단백질보다 환원당과 더욱 쉽게 Maillard 반응에 관여한다고 고찰한 바 있고⁽¹⁸⁾ 단백질 또한 분해되어 향기물질의 전구물질로 작용하여 melanoidin의 형성을 초래할 수 있다⁽¹⁾. 전분 및 질소의 함량변화에 반해 총 식이섬유함량은 볶음처리중 약간 증가하는 경향을 보여 볶음처리전 23.73%에서 4분간의 볶음시간 이후에는 25% 이상으로 높아졌다.

가용성 총유리당 및 환원당 함량의 변화

출수후 31일경인 미숙보리곡립을 볶음처리 하기전에 측정된 75% ethanol 가용성 총유리당의 함량은 5.75%로 완숙된 곡립의 총유리당 함량 1.94%에 비해 현저히 높았는데 이는 보리가 성숙하는 동안 총유리당이 줄어든다는 결과^(3,19)와 같았다. 미숙보리의 가용성당중 환원당의 함량은 1.14%였고 완숙보리의 환원당 함량은 0.42%여서 보리의 환원당 함량 역시 성숙중에 감소하였다.

180℃에서 볶음시간이 경과함에 따라 가용성 총유리당 및 환원당 함량의 변화는 Table 2에 나타나 있다. 볶음시간이 경과됨에 따라 미숙곡립의 총유리당 함량은 볶기전 5.75%에서 8분간 볶음후에 1.91%로 현저히 감소하였다. 총유리당의 함량은 볶음시간이 경과하면서 뿐만 아니라 볶음온도가 높아짐에 따라 감소하며 당의 종류에 따라 서로 감소 정도가 다른 것으로 알려져 있다⁽¹⁸⁾. 볶음전의 환원당 함량은 1.14%에서 볶음시간이 2, 4분 경과함에 따라 환원당의 함량은 감소하였으나 그 이후의

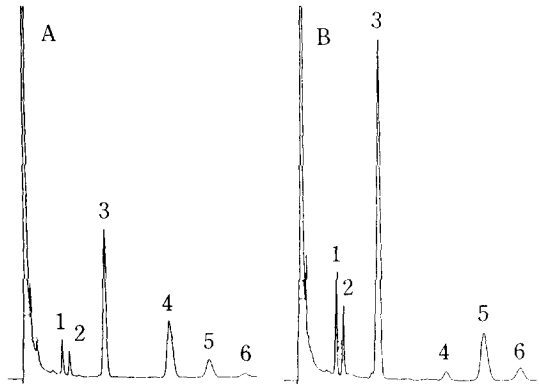


Fig. 1. Chromatograms of free sugars
 A, mature barley; B, immature barley
 1, glucose; 2, fructose; 3, sucrose; 4, raffinose; 5, glucodiffructose; 6, maltose

6분, 8분경에는 다시 증가하였다. 볶음처리의 초기에는 유리당 중에서 환원당이 Maillard 반응에 관여하여 소모되나 볶음이 진행됨에 따라 유리당 중의 비환원당과 저분자량의 oligo당이 열 분해됨으로써 생성되는 환원성당이 소모되는 양보다 많기 때문인 것으로 사료되었다. 결과적으로 총유리당의 함량이 감소하는 것은 유리당중 환원당이 Maillard 반응에 직접 관여하고 비환원당 역시 환원당으로 전환되어 Maillard 반응에 관여하여 소모되었기 때문인 것으로 해석되었다.

유리당의 변화

Ion chromatography를 이용하여 미숙보리곡립과 완숙된 보리의 유리당 조성 및 함량을 비교한 결과는 Fig. 1과 같다. 보리곡립에는 glucose, fructose, sucrose, raffinose, maltose, glucodiffructose(GF₂) 등이 존재하는 것으로 확인되었으며 그외에 소량의 rhamnose, arabinose, mannose⁽³⁾, xylose, galactose 등⁽⁹⁾이 존재하고 있다고 보고된 바 있다. 본 실험에 사용된 미숙보리는 glucose 0.11%, fructose 0.12%, sucrose 1.88%, raffinose 0.08%, GF₂ 0.65%, maltose 0.13%를 함유했으며 완숙보리에 비해 raffinose를 제외한 다른 모든 유리당 함량이 높았다 (Fig. 1). 이는 보리가 성숙중 glucose, fructose, sucrose, GF₂, maltose는 감소하나 raffinose는 증가한다는 석 등⁽³⁾의 결과와 동일하였다. 완숙보리의 경우 sucrose 함량은 0.75%로 가장 높았고 다음이 raffinose, GF₂, glucose, fructose, maltose로 각각 0.58, 0.23, 0.04, 0.04, 0.03%의 함량을 나타내었다.

보리는 성숙초기부터 전체 유리당중 sucrose가 차지하는 양이 가장 높고 성숙이 진전됨에 따라 감소하지만 완숙단계에서도 유리당중 sucrose가 차지하는 비율이 여전히 높았다. 한편 출수 31일경의 미숙보리의 glucose와 fructose의 함량은 각각 약 0.6%로 보고된 바

Table 3. Changes in free sugar contents of immature barley kernels during roasting at 180°C

Sugars ^{a)}	Roasting time (min)				
	Unroasted	2	4	6	8
Glucose	0.11	0.07	0.07	0.07	0.09
Fructose	0.12	0.09	0.09	0.09	0.12
Sucrose	1.88	1.63	1.61	1.23	0.89
Raffinose	0.08	0.07	0.06	0.04	0.03
GF ₂ ^{b)}	0.65	0.55	0.53	0.35	0.21
Maltose	0.13	0.07	t ^{c)}	t	t

^{a)}75% ethanol soluble, % on a dry basis

^{b)}Glucodiffructose

^{c)}Trace

있는데⁽³⁾ 본 실험에 사용한 미숙보리 시료의 glucose와 fructose의 함량이 이보다 상당히 낮은 것은 미숙보리의 시료조제시 증자 및 열풍건조 처리에 의해 이들 유리당이 Maillard 반응에 관여하여 소모되었기⁽²⁰⁾ 때문인 것으로 추정되었다.

Ion chromatography를 이용하여 측정된 총유리당의 함량은 phenol-sulfuric acid 방법에 의해 측정된 총유리당의 함량에 비해 낮았는데 이것은 ion chromatography에 의해 분석되지 않은 oligosaccharides에 의한 것으로 생각된다. 보리에는 glucodiffructose(DP 3)보다 큰 oligosaccharides(DP>3)가 상당량 존재하고 있음을 보고⁽²¹⁾한 바 있다.

미숙보리곡립을 180°C에서 2~8분간의 볶음처리중 유리당 조성 및 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. Glucose와 fructose의 함량은 볶음이 시작되면서 감소하여 2~6분 동안 큰 변동이 없다가 8분간의 볶음시에 다소 증가함을 나타냈는데 이는 앞서 Somogyi-Nelson 방법으로 측정된 유리당중 환원당 함량의 변화(Table 2)와 유사하였다. 한편 미숙보리의 sucrose, raffinose, GF₂, maltose의 함량은 볶음과정중 계속 감소하여 전체적으로 총유리당의 함량을 감소시켰다. 볶음과정중 미숙보리곡립에 존재하고 있던 환원성 유리당인 glucose, fructose 및 maltose는 carbonyl기를 지니 Maillard 반응에 직접 관여하여 소모되는데 이당류인 maltose와 달리 glucose와 fructose의 함량이 볶음초기에 감소하다 볶음이 진행됨에 따라 다시 증가하는 현상을 보인 것은 볶음중 sucrose, raffinose, GF₂ 등 비환원성 당들이 분해되어 환원당인 glucose와 fructose로 전환하기 때문인 것으로 사료되었다. 미숙보리의 주요 비환원당인 sucrose는 열분해 현상에 의해 glucosidic bond가 분해되어 환원당인 fructose와 glucose로 전환되며 그밖의 비환원성 유리당도 가수분해되어 Maillard 반응에 관여하는데 당은 종류에 따라 Maillard 반응속도가 다른 것으로 알려져 있다.

보리는 배소처리 할 때 전분이 분해됨에 따라 총당 및 환원당이 증가하며 갈변과 향이 생성되나⁽¹⁾ 본 실험과 같이 미숙보리를 온화한 볶음처리조건을 사용하여 볶음

Table 4. Changes in free amino acid contents^{a)} of immature barley kernels during roasting at 180°C

Amino acids ^{b)} (mg/100g)	Roasting time (min)				
	Unroasted	2	4	6	8
Aspartic acid	55.60	57.78	37.27	t ^{c)}	t
Threonine	22.27	23.52	12.89	t	t
Serine	27.57	24.02	13.97	t	t
Glutamic acid	182.23	140.08	79.05	40.91	39.60
Glycine	41.95	36.70	22.99	1.26	t
Alanine	151.96	139.48	98.42	7.57	t
Valine	20.73	18.43	15.31	11.06	t

^{a)}75% ethanol soluble

^{b)}The other amino acids are not significantly detectable

^{c)}Trace

시에는 유리당의 존재가 볶음시의 향과 색상에 더욱 중요한 영향을 미칠 것으로 사료되었다.

유리아미노산의 변화

미숙보리곡립의 볶음중 유리아미노산의 조성 및 함량에 대한 결과는 Table 4와 같다. 미숙보리곡립의 총유리아미노산 함량은 502.31 mg%로서 완숙보리의 38.88 mg%에 비해 현저히 높았으며 glutamic acid가 가장 많았고 그 다음은 alanine, aspartic acid, glycine, serine, threonine, valine의 순이었다. 미숙보리곡립의 총유리아미노산 함량은 볶음중에 상당히 감소하여 8분간의 볶음처리시 39.6 mg%로 낮아졌는데 유리아미노산은 환원당과 쉽게 Maillard 반응에 관여하여 소모된 것으로 사료되었다. 각 아미노산의 종류별로 살펴보면 볶음시간이 경과됨에 따라 각 아미노산 모두가 감소하였으며 감소경향은 아미노산의 종류에 따라 약간 차이가 있는 것으로 나타났다. 대부분의 유리아미노산은 유리당에 비해 감소정도가 더욱 크고 아미노산은 그 종류에 따라 Maillard 반응에 의한 갈변정도가 다르며 생성된 향기 성분도 각기 다른 특성을 나타내는 것으로 보고⁽¹⁴⁾된 바 있다.

체적의 변화

미숙보리곡립 20g을 사용하여 볶음처리 전후의 체적변화를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 볶음처리전에 미숙보리곡립의 체적은 33 ml로서 완숙보리(31 ml)와 비슷했다. 미숙보리는 볶음과정중 팽화현상(puffing)에 의해 체적의 증가를 나타냈는데 팽화는 갑작스런 열의 접촉에 의해 곡립내의 수분증발이 부피의 팽창을 일으키는 현상⁽²³⁾으로 낮은 온도에서는 완만하게 체적의 증가를 보인 반면 높은 온도에서는 급격하게 팽창하였다. 완숙보리를 250°C에서 6~10분간 볶았을 때 볶기전 22~32 ml에서 볶음후에 23~48 ml로 체적의 증가를 보여주었고 보리를 찹치 후에 볶을 때 팽창효과가 더욱 큰 것으로 보고된 바 있다⁽⁶⁾. 미숙보리를 사용한 본 실험의 결과에서는 볶음처리에 의해 체적이 50 ml 이상으로 증가하여 팽화성

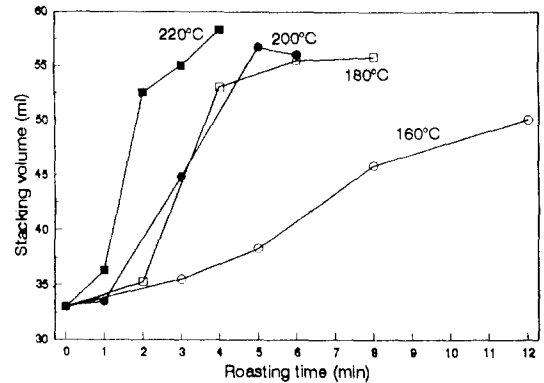


Fig. 2. Changes in stacking volume of immature barley kernels during roasting

도가 완숙된 보리에 비해 높은 것으로 나타났다.

색도의 변화

볶음조건별 미숙보리곡립과 분쇄된 분말시료의 표면색도를 측정된 결과는 Table 5에 나타나 있다. 미숙보리곡립과 분말시료의 L값은 볶음과정 중에 감소하였는데 전체적으로 미숙보리 분말의 L값이 곡립보다 높아 분말의 외관색이 곡립보다 밝게 나타났다. 볶음초기에는 곡립과 분말의 L값 차이가 컸으나 볶음이 진행됨에 따라 L값의 차이는 줄어들어 볶음중 갈변현상에 따른 색도의 변화가 곡립의 외부에서부터 내부로 진행되어감을 알 수 있다. 미숙곡립과 분말의 L값은 서로 높은 상관관계(r=0.99)가 있어 곡립표면의 밝은 정도가 내부를 포함한 전체적인 밝기를 대변할 수 있는 것으로 나타났다. 이는 완숙된 보리에 있어서 볶음보리의 외부색이 내부색을 충분히 나타낼 수 있다는 보고⁽¹⁴⁾와 잘 일치하였다. 볶음시간이 경과됨에 따라 미숙보리곡립의 L값이 감소하는 정도는 볶음온도에 큰 영향을 받았는데 L값은 볶음온도가 높을수록 크게 감소하여 높은 온도에서 쉽게 곡립의 변색을 초래하였다.

미숙곡립과 분말시료의 a값은 볶음처리를 하기전 -값에서 볶음중 +값으로 증가하여 점점 적색도가 높아졌다. 이와 같이 미숙곡립을 볶음처리할 때 적색도가 증가하는 것은 유숙기 상태의 곡립에 존재하던 chlorophyll의 녹색이 소실되거나 변색하게 됨에 따른 결과로 추정되었다. 미숙곡립의 b값은 볶음초기에는 약한 갈변반응으로 인해 증가하다가 볶음이 진행됨에 따라 감소함을 보여주었다. 분말시료 역시 볶음중 황색도가 증가 후 감소하였는데 열에 의한 변색은 곡립외부에서 내부로 진행되기 때문에 내부색을 나타낼 수 있는 분말시료는 황색도를 유지하는 시간이 보리곡립 보다 약간 더 길었다. ΔE(total color difference)는 표준판으로 사용한 백색판과 측정시료 사이의 전체적인 색도차이를 나타내는데 볶음시간이 길수록 볶음온도가 높을수록 증가하

Table 5. Color and color difference meter readings^{a)} for immature barley kernels roasted under various conditions

Roasting Temp. (°C)	Time (min)	Kernel				Flour			
		L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
Unroasted		47.6	-1.09	16.8	44.7	73.9	-2.50	17.8	23.1
160	3	46.5	0.74	17.1	45.6	73.0	-1.25	17.3	23.2
	5	43.7	3.05	16.7	48.1	69.7	0.96	18.7	26.5
	8	42.4	3.62	16.4	49.3	65.1	3.69	20.1	31.0
	12	39.6	4.50	15.6	51.8	57.4	6.19	19.9	37.5
180	2	46.4	0.68	17.2	45.7	72.6	-0.96	17.4	23.5
	4	43.9	4.21	17.4	48.3	64.8	3.64	19.7	30.9
	6	40.2	5.13	16.2	51.5	58.3	6.07	19.9	36.7
	8	35.6	5.30	14.4	55.5	51.7	7.46	18.7	42.0
200	1	47.9	0.27	17.5	44.5	72.9	-1.64	17.3	23.3
	3	45.4	2.82	17.8	47.0	68.9	1.51	18.8	27.2
	5	36.1	5.49	14.9	55.1	52.8	7.01	18.8	41.0
	6	33.1	5.43	13.6	57.6	48.5	7.80	18.0	44.7
220	1	47.0	1.16	17.7	45.4	72.6	-0.76	17.5	23.6
	2	44.5	3.98	17.7	47.8	66.5	2.79	19.1	29.1
	3	42.2	4.54	17.0	49.8	61.2	5.20	19.7	34.0
	4	33.1	5.86	13.8	57.7	47.8	7.49	17.5	45.1

^{a)}L, lightness; a, redness; b, yellowness; ΔE, $[(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$

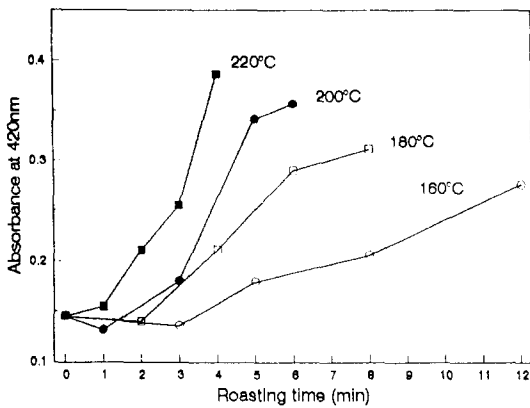


Fig. 3. Changes in concentrations of brown pigments extracted from roasted immature barley kernels

었다.

결과적으로 미숙보리는 볶음과정 중에 L값은 점차 감소하여 어두워지고 a값은 증가하여 적색을 띠게 되며 b값은 증가후 감소하여 황색도의 증감을 나타내었는데 이는 볶음온도가 높아짐에 따라 점차 어두운 색을 나타냄과 동시에 적색과 황색으로 변색하여 가지만 일정한 볶음수준을 초과시에는 황색도가 오히려 감소하여 검붉은 색으로 변하게 되는 결과⁽¹⁸⁾와 유사하였다. 볶음과정 중의 주된 변화는 향기의 발생과 갈변에 의한 변색이며⁽²⁴⁾

갈변정도는 향기생성의 좋은 척도이자 향미의 지표로 이용될 수 있다. 미숙보리는 적당한 볶음처리에 의해 풋냄새가 제거됨과 동시에 특유의 구수하고 감미로운 향기를 발생하여 관능적으로 바람직한 상태로 변화하며 이때의 볶음색도가 볶음상태의 한 지표로서 이용될 수 있다고 사료되었다.

미숙보리 추출액의 갈변도

볶은 미숙보리곡립을 물로 추출하여 얻은 추출액의 갈색소 농도를 420 nm에서 흡광도로 측정하여 나타낸 결과는 Fig. 3과 같다. 미숙보리곡립 추출액의 갈색소 농도는 볶음시간이 경과함에 따라 갈변반응에 의해 증가하였으며 볶음온도에 큰 영향을 받아 높은 볶음온도에서 가용성 갈색소 농도는 급격히 증가하였다. 미숙보리 추출액의 갈색소 농도는 미숙보리곡립의 색도(L값)와 매우 높은 부의 상관관계($r = -0.99$)를 보여 보리곡립의 색이 어두워지면 추출되어 나오는 갈색소 농도 역시 높아지는 것으로 나타났다.

요 약

유숙기 상태인 출수 후 31일경에 채취한 보리곡립을 증기 가열 및 건조 처리하여 시료를 조제한 후 온도 160~220°C, 시간 1~12분 사이에서 온화하게 볶음 때 나타나는 이화학적 특성변화를 조사하였다. 미숙보리곡립의 전분과 질소함량은 볶음이 진행됨에 따라 계속적

으로 서서히 감소하였으나, 총 식이섬유의 함량은 약간 증가하는 경향을 보였다. 미숙보리곡립은 75% ethanol 가용성 유리당과 아미노산의 함량이 완숙된 곡립에 비해 현저히 높았으며 볶음이 진행됨에 따라 감소하였다. 미숙보리곡립에 존재하는 sucrose, raffinose, glucodifructose 및 maltose의 함량은 계속 감소한 반면에 glucose 및 fructose의 함량은 감소후 증가하는 경향을 보였다. 미숙보리곡립은 볶음처리에 의해 팽화되어 체적이 증가하였으며 높은 온도에서 체적은 급격히 상승하였다. 볶음과정중 미숙보리의 L값은 점차 감소하여 어두워지고 a와 b값은 증가하여 적황색으로 변색하여 가지만 볶음 정도가 커질수록 b값은 감소하여 검붉은 색으로 변하게 되며 볶음정도는 볶음온도에 따라 크게 영향을 받았다. 미숙보리곡립 추출액의 갈색도는 볶음시간이 경과함에 따라 갈변반응에 의해 증가하였으며 특히 고온의 볶음 조건에서 급격히 상승하였다.

문 헌

- Pazola, Z.: The chemistry of cereal-based beverages. In *Coffee Related Beverages*, Vol.5, Clarke, R.J. and Macrae, R.(ed.), Elsevier Applied Science, New York (1987)
- McCleod, A.M.: The physiology of malting. In *Brewing Science*, Vol.1, Pollock, J.R.A.(ed.), Academic Press, London(1979)
- 석호문, 김성수, 김정상, 김경탁. 홍호도 : 보리곡립의 성숙중 이화학적 특성변화. *한국농화학회지*, **36**(6), 449 (1993)
- 서정식, 전재근 : 볶음보리의 색도 및 가용성고형분량과 볶음조건과의 관계. *한국식품과학회지*, **13**(4), 334(1981)
- 윤석권, 김우정 : 보리의 볶음조건이 보리차의 품질 및 수율에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **21**(4), 575(1989)
- American Association of Cereal Chemists: *Approved Methods of the AACC*. The Association, St. Paul, Minnesota(1983)
- AOAC: *Official Method of Analysis*. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC (1984)
- Prosky, L., Asp, N., Schweizer, T.F., Devries, J. and Furda, I.: Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: Interlaboratory study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **71**, 1017(1988)
- McCleary, B.V. and Glennie-Holmes, M.: Enzymatic quantification of (1→3),(1→4)-β-D-glucan in barley and malt. *J. Inst. Brew.*, **91**, 285(1985)
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F.: Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, **28**, 350(1956)
- 주현규, 조광연, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조 : 식품 분석법. 유림문화사(1989)
- Liu, D.J., Pomeranz, Y. and Robbins, G.S.: Mineral content of developing and malted barley. *Cereal Chem.*, **52**, 678(1975)
- 이원종 : 도정 및 가열조리중 보리의 식이섬유 함량변화. *한국식품과학회지*, **24**(2), 180(1992)
- Fincher, G.B.: Morphology and chemical composition of barley endosperm cell walls. *J. Inst. Brew.*, **81**, 116 (1975)
- Klopfenstein, C.F.: The role of cereal β-glucans in nutrition and health. *Cereal Foods World*, **33**, 865 (1988)
- Newman, R.K., Newman, C.W. and Graham, H.: The hypocholesterolemic function of barley β-glucans. *Cereal Foods World*, **34**, 883(1989)
- Åman, P. and Graham, H.: Analysis of total and insoluble mixed-linked (1→3),(1→4)-β-D-glucans in barley and oats. *J. Agric. Food Chem.*, **35**, 704(1987)
- 석호문 : Roasting 온도가 쌀보리맥아의 향기생성에 미치는 영향. 중앙대학교 박사학위 논문(1987)
- LaBerge, D.E., MacGregor, A.V. and Meredith, W.O.S.: Changes in the free sugar content of barley kernels during maturation. *J. Inst. Brew.*, **79**, 471(1973)
- 석호문, 김정상, 홍희도, 김성수, 김경탁 : Parboiling처리가 미숙보리곡립의 이화학적 특성에 미치는 영향. *한국농화학회지*, **36**(6), 456(1993)
- Henry, R.J. and Saini, H.S.: Characterization of cereal sugars and oligosaccharides. *Cereal Chem.*, **66**, 362 (1989)
- MacLeod, A.M.: Studies on the free sugars of the barley grain. IV. Low-molecular fructosans. *J. Inst. Brew.*, **59**, 462(1953)
- Hoseney, R.C.: In *Principles of Cereal Science and Technology*. AACC Inc., Minnesota, p.300(1986)
- Wang, P.S., Kato, H. and Fujimaki, M.: Studies on flavor components of roasted barley. Part III. The major volatile basic compounds. *Agric. Biol. Chem.*, **33**, 1775(1969)

(1994년 4월 14일 접수)