

Capillary Electrophoresis를 이용한 국내산 쌀의 품종 판별

류미라 · 김은영 · 안미옥 · 김상숙
한국식품개발연구원

Discrimination of Domestic Rice Cultivars by Capillary Electrophoresis

Mee-Ra Rhyu, Eun-Young Kim, Mee-Ok Ahn and Sang-Sook Kim
Korea Food Research Institute

Abstract

Capillary electrophoresis (CE) with rice proteins was used to discriminate 10 domestic rice cultivars in less than 25 min. Most cultivars were differentiated quickly and easily using P-ACN buffer system. CE of rice prolamins allowed classifying ten varieties of Korean rice into three groups. Peak h was characteristic peak for Dongjinbyeo, Gaehwabyeo and Yongnambyeo which were classified into the group of Dongjinbyeo. Chuchungbyeo, Odaebyeo, Mangeumbyeo and Bonggwangbyeo easily differentiated from the group of Dongjinbyeo by the absence of peak h which were classified into the group of Chuchungbyeo. Peak g typical for Ilpumbyeo, Hwaseungbyeo and Hwayoungbyeo accounted for 70% of total peak area. They belong to the group of Ilpumbyeo. Some cultivars showed specific peak patterns among ten cultivars, Ilpumbyeo was differentiated from others by several peaks between peak c and peak f, and the peak d was apparently detected in Odaebyeo not in others. Other minor differences were also found within each group. The result of the study showed that CE has potential for discrimination of rice cultivars. It also possesses the inherent advantages such as low mass requirements, fast separations, and quantitative analysis through on-capillary UV detection.

Key words: capillary electrophoresis, differentiating rice cultivars, rice proteins, P-ACN buffer

서 론

곡류의 품종판별은 상업적으로 뿐만 아니라 곡류의 품질과 관련된 곡류화학 분야에 있어서도 대단히 중요한 분야로 현재에서는 주로 곡립의 크기, 모양, 색깔 등의 외형적 특성에 의존하고 있다. 일반적으로 곡류의 품종은 외형적 특성만으로 판별하기 어려워 곡류의 단백질을 분석함으로써 품종을 판별하려는 연구가 시도되어 왔다⁽¹⁾. 단백질 분석법으로는 주로 단백질의 전하를 이용한 polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE)와 hydrophobicity를 이용한 high performance liquid chromatography (HPLC)가 이용되어 왔다. 특히 쌀 단백질의 품종판별을 위해 적용된 분석법으로는 gel electrophoresis^(2,5), two-dimensional electrophoresis, electrofocusing^(6,8), gel filtration chromatography⁽⁹⁾ 및 isozyme 분석법⁽¹⁰⁾ 등이 적용되어 왔다. 그러나 일반적으로 gel

electrophoresis는 분석 시간이 길고 band의 정량화나 해석이 어려우며 또한 시료의 추출량이나 단백질의 염색 정도에 따른 minor band의 재현성에 다소 문제가 있는 것으로 지적되어 왔다. HPLC는 분석에 소요되는 시간이 비교적 짧으며 resolution이 뛰어나 단독 또는 PAGE와 연계하여 곡류 및 두류의 품종판별 연구에 이용되어 왔으나 이 방법들로는 쌀의 품종간의 차이를 신속히 판별할 수 없어 실질적으로 적용하는데에는 어려움이 예상된다.

최근 기존의 분석방법보다 speed와 분리도가 뛰어나고 분석에 필요한 sample량을 최소화 할 수 있으며 양적 digital 분석이 가능한 새로운 분리법으로 capillary electrophoresis가 적용되기 시작하고 있다. Capillary electrophoresis (CE)는 charge에 기본을 둔 분리법으로 음이온, 양이온 그리고 중성분자들이 반대의 전극으로 이동하는 electromobility와 수용액(buffer)내의 양이온이 모세관 벽의 음이온을 끌어당기므로 모세관표면 가까이에 양이온의 밀도가 커지게 되어 양이온들이 음극으로 이동해 가는 electroosmotic mobility에 의하

Corresponding author: Mee-Ra Rhyu, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea

여 분자들이 분리되는 새로운 분리법이다. 이 방법은 SDS-PAGE나 HPLC로 분리 가능한 물질들에 모두 적용할 수 있으며 최근 여러 방면에서 신속한 분리법으로 개발 응용되고 있다⁽¹¹⁾. CE가 곡류 단백질에 적용된 것은 Bietz and Schmalzried^(12,13)가 wheat gliadin을 분석하므로써 밀의 품종 판별을 시도한 것이 최초이며, 이후 밀 단백질을 CE에 적용한 많은 연구가 행하여 졌다⁽¹⁴⁻¹⁷⁾. CE를 쌀에 적용한 것은 Lookhart and Bean⁽¹⁸⁾이 처음으로 쌀의 알콜용해단백질을 분석하므로써 CE가 쌀의 신속한 품종판별방법의 하나로서 적용할 수 있을 가능성을 시사하였다. 최근 capillary cleaning 과정의 최적화, 분석 buffer의 modify 등 분석 조건을 개선하므로써 쌀을 포함한 곡류단백질의 CE에의 적용이 더욱 용이하게 되었다⁽¹⁹⁾.

CE 분석법을 국내산 쌀에 적용한 것은 Rhyu 등⁽²⁰⁾이 처음으로 23품종벼 백미의 prolamin fraction을 0.05% HPMC-0.1 M phosphate buffer로 분석한 결과 동진벼를 비롯한 일부품종에서 다른 품종과 구별되는 특징적인 peak를 발견할 수 있었다. 그러나 이 분석조건에서는 peak의 분리도 및 분석의 재현성이 떨어져 각 품종을 특징적으로 구분할 수 있는 peak pattern을 얻기 어려웠다.

본 연구는 국내산 쌀의 신속한 품종판별방법 개발을 목적으로 우선 비교적 재배면적이 넓은 것으로 추정되는 국내산 벼 10품종을 대상으로, CE의 분석조건을 개선하여 분석하므로써 CE의 국내산 백미에 대한 신속한 품종판별법으로서의 적용가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

1996년도에 수확한 벼로, 국내 전체 재배면적 1,049,000ha 중 재배 면적이 비교적 넓은 것으로 추정되는 10품종벼를 전국 각 종자공급소로부터 제공받아 제현은 SATAKE rice machine (SATAKE engineering Co. Ltd. Japan), 정미는 Testing rice mill VP-31T ((株) 藤原製作所, Japan)를 이용하여 실험실에서 도정하였다. 각 품종의 산지 및 추정재배면적은 Table 1에 나타내었다.

Hydroxypropylmethylcellulose (HPMC, viscosity of 2% solution 4,000 cp)와 Lauryl sulfobetain은 Sigma Chemical Co.로부터 구입하였고, Phosphate buffer (pH 2.5)는 Bio-rad Co.로부터 구입하여 사용하였다. 그 외 시약 중 Acetonitril은 HPLC등급을 사용하였으며 나머지는 reagent grade를 사용하였다.

Table 1. Cultivars, cultivated sites and cultivated area of rice samples

No.	Cultivars	Cultivated sites	Cultivated area (%)
1	Dongjinbyeo	Iksan, Chullabookdo	36.7
2	Chuchungbyeo	Pyoungtak Kyunggido	12.8
3	Ilpumbyeo	Jechun, Chungchongbookdo	8.2
4	Gaehwabyeo	Asan, Chungchongnamdo	7.0
5	Odaebyeo	Cheulwon, Kangwondo	4.6
6	Hwaseungbyeo	Jechun, Chungchongbookdo	4.4
7	Mankumbyeo	Milyang, Kyungsangnamdo	3.5
8	Youngnambyeo	Iksan, Chullabookdo	3.2
9	Hwayoungbyeo	Hampyoung, Chullanamdo	2.4
10	Bonggwangbyeo	Pyoungtak, Kyunggido	1.8

단백질의 추출

쌀 시료 중의 alcohol-soluble protein인 prolamin fraction을 Lookhart and Bean⁽¹⁸⁾의 방법에 따라 추출하였다. 즉, Cyclotec 1093 sample mill로 분쇄한 백미에 2.5배 량의 60% 1-propanol을 첨가하여 단백질이 잘 추출될 수 있도록 실온에서 1시간 동안 계속적으로 교반하면서 추출하고, 4,000×g로 실온에서 10분간 원심분리시켜 상정액을 얻었다. 상정액은 분석하기까지 실온 보관하였으며 0.45 μm filter로 filtration 한 후 injection하였다. 추출한 시료는 12시간 이내에 분석하는 것을 원칙으로 하여 실험하였다.

Capillary Electrophoresis

Capillary Electrophoresis (CE)는 Beckman P/ACE 5500 system을 이용하였으며 capillary는 uncoated fused-silica (50 μm×27 cm, 20 cm inlet to detector)를 사용하였다. 분석시의 voltage는 10 kV가 유지되도록 하였으며 sample은 5초간 pressure-injection 하였다. 분리 buffer로는 0.05% HPMC를 포함하는 0.1 M phosphate buffer (pH 2.5, P buffer)⁽¹⁷⁾에 acetonitril 20%와 Lauryl sulfobetain 26 mM을 첨가한 P-ACN buffer⁽¹⁹⁾를 사용하였고 용출된 단백질은 UV 200 nm에서의 흡광도로 detect 하였다.

Capillary cleaning 및 관리

새로운 capillary를 사용할 때 또는 필요에따라 capillary의 cleaning을 실시하였다. 즉, 0.1 N sodium hydroxide로 5분간 rinse후 1 M phosphoric acid로 60분간 rinse하고 0.1 M P buffer로 20분간 rinse한 후 P-ACN buffer로 다시 60분간 equilibration시킨 후 사용하였다⁽¹⁹⁾. 또, 매번 CE를 1~2시간 이상 정지 후 사용할 때는 1 M phosphoric acid로 30분간 rinse하고 다

시 0.1 M P buffer로 10분간 rinse한 후 분석을 수행하였다. Capillary를 사용하고 CE를 쓰기 전에는 1 M phosphoric acid로 10분간 rinse한 후 20분간 물로 rinse하고 다시 15분간 nitrogen을 reverse phase로 흘려보내어 capillary를 건조시켰다.

분석 protocols

Capillary는 분석전에 0.1 M P buffer로 2분간 rinse하고 P-ACN buffer로 4분간 equilibration 시킨 후 시료를 injection 하였고, 분석이 끝난 후에는 1 M phosphoric acid로 4분간 rinse하였다. Sample당 분석시간은 약 25분으로 capillary의 cleaning과 equilibration까지 합하여 한 sample의 분석에는 총 35분이 소요되었다.

결과 및 고찰

Capillary Electrophoresis pattern

각 품종 단백질의 peak pattern은 전체적으로 서로 유사하였으며(Fig. 1, 2, 3) 백미 단백질을 P buffer로 분석한 Rhyu 등⁽²⁰⁾의 결과와 약간의 차이를 나타내었다. 그러나 P-ACN buffer 이용 및 capillary의 cleaning protocol 개선 등 분석조건을 개선함으로써 baseline이 매우 안정되었으며 peak의 resolution 및 분리의 재현성이 향상되었다. 모든 품종에서 elution time 5~6분 경에 작은 peak group이 거의 동일하게 검출되었으며 이 peak group은 60% 1-propanol에 부분적으로 soluble한 albumins와 globulins로 추정되었다⁽¹⁸⁾. 이들 peak group 이후에 11~22분 사이에 품종에 따라 10~13개 정도의 peak가 용출되었으며 대부분의 peak는 25분 이내에 용출이 완료되었다. 이 peak들 중 품종간의 특성을 비교 검토할 수 있는 주요 peak 7~9개를 peak a ~ peak j로 명명하였다.

전체 peak의 면적은 동진벼가 가장 컸으며 봉광벼에서 가장 적게 나타났다. 일부 품종을 구별할 수 있는 특징적 peak가 나타나기는 하였으나 모든 품종 하나하나를 명확히 구분할 수 있는 특징적 peak pattern을 나타내지는 않았다. 각 품종을 구분하기 위하여 CE 분석결과를 각 품종의 peak pattern 즉, 품종에 따라 어떤 peak의 출현여부 및 각 peak의 구성비를 비교하므로써 고찰하였다. 모든 품종에서 가장 큰 peak는 17분 경에 용출되는 peak g로 전체 peak area의 약 50%이상을 차지하였으며 12분 경에 용출되는 peak a와 14분 경에 용출되는 peak b는 모든 품종에서 거의 유사하게 나타나 품종간의 차이를 나타내지 않았다.

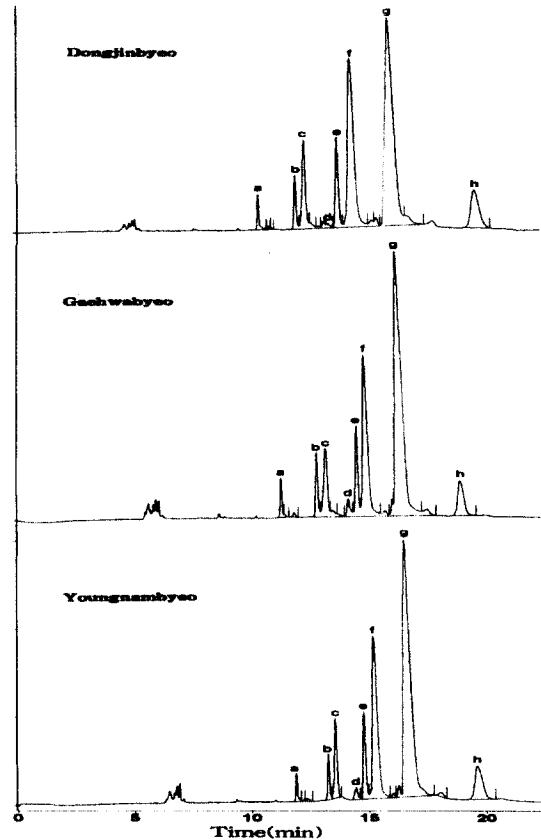


Fig. 1. CE pattern of Dongjinbyeo group analyzed with P-ACN buffer.

우선 전체적인 뚜렷한 peak의 특징에 따라 3개의 group으로 분류하고 각각의 특징을 살펴보았다.

동진벼 group

각 품종을 구별할 수 있는 가장 특징적인 peak는 elution time 20분 경에 나타나는 peak h로 10품종중 동진벼, 계화벼 및 영남벼에서는 전체 peak area의 6~8%를 차지하며 뚜렷이 검출되었으나 다른 품종에서는 아주 적거나 거의 나타나지 않았다(Fig. 1, Table 2). 이전의 실험에서 P buffer로 분석하였을 때도 이 3품종에서는 다른 품종과 구별되는 peak y가 elution time 7~8분에 용출되어⁽²⁰⁾ 이들 품종에는 CE에 의해 특징적으로 분리되는 성분이 있는 것으로 고찰되었다. Peak h가 특징적으로 나타나는 이 3품종을 편의상 동진벼의 pattern과 유사한, 동진벼group으로 분류하였다.

추청벼 group

추청벼, 오대벼, 만금벼 및 봉광벼 4 품종에서는

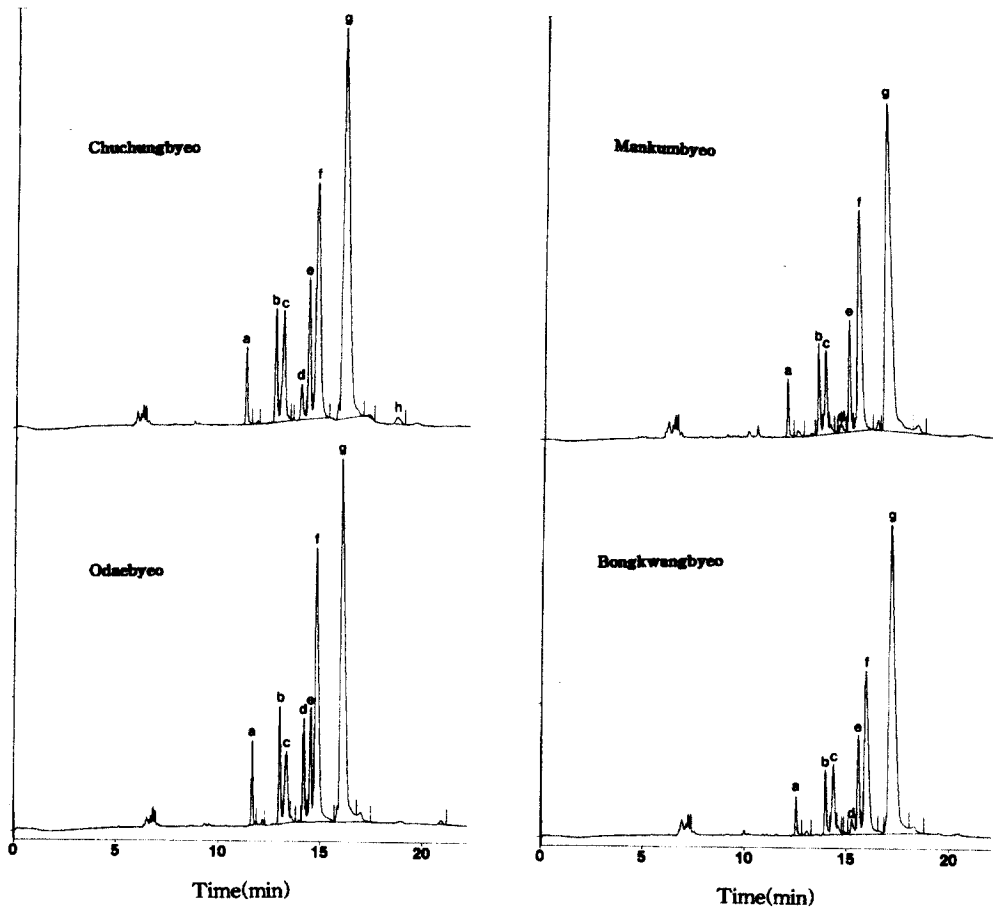


Fig. 2. CE pattern of Chuchungbyeo group analyzed with P-ACN buffer.

peak h를 제외한 대부분의 peak가 동진벼 group과 비슷하게 나타났다(Fig. 2). 즉 모든 품종에서 전체 peak area의 50% 이상을 나타내는 가장 큰 peak g는 동진벼 group에서는 전체 peak area의 45~52%, 이들 품종에서는 46~59%를 차지하며, 두 번째로 크게 나타나는 peak f가 동진벼 group에서는 22~27%, 이들 품종에서는 22~28%를 차지하였다(Table 3). 추청벼, 오대벼, 만금벼 및 봉광벼의 4품종을 추청벼 group으로 분류하였으며 동진벼 group과 추청벼 group에서는 peak f와 peak g가 전체의 72~81%를 차지하였다.

일품벼 group

일품벼, 화성벼 및 화영벼에서는 peak g가 전체 peak의 약 70%라는 압도적인 비율을 나타내었으며 다른 7품종에서 peak f가 22~28%, peak e가 6~7%를 차지한데 반해 이 품종들에서는 peak e가 두 번째 큰 peak로 9~10%를 나타내었다(Fig. 3, Table 4). Peak f

는 화성벼와 화영벼에서는 5~6%로 적게 나타나 다른 품종과 구분되었으나 일품벼에서는 peak f에 해당하는 위치에는 peak가 검출되지 않았다. 이 3품종중 일품벼는 peak c와 peak f 사이의 peak pattern이 특이한 양상을 나타내기에는 하였으나 가장 큰 peak의 특성을 중심으로 이들 3품종을 일품벼 group으로 분류하였다.

각 품종의 특성

주요 peak의 뚜렷한 차이에 따라 이렇게 크게 3 group으로 분류하기는 하였으나 다른 품종과 구분되는 특성을 나타내는 품종도 있었다. 가장 특징적으로 구분되는 것은 일품벼로 peak c, d, e, f 위치에 해당하는 부분에서 다른 9 품종과 다른 독특한 양상을 나타내었다(Fig. 3). 다른 모든 품종에서 peak c는 전체 peak area의 5~8% 비율을 나타내는 중요한 peak였으나 일품벼에서는 1% 미만으로 거의 검출되지 않았으며 다른 품종에서 나타나지 않는 peak i와 peak j가 각

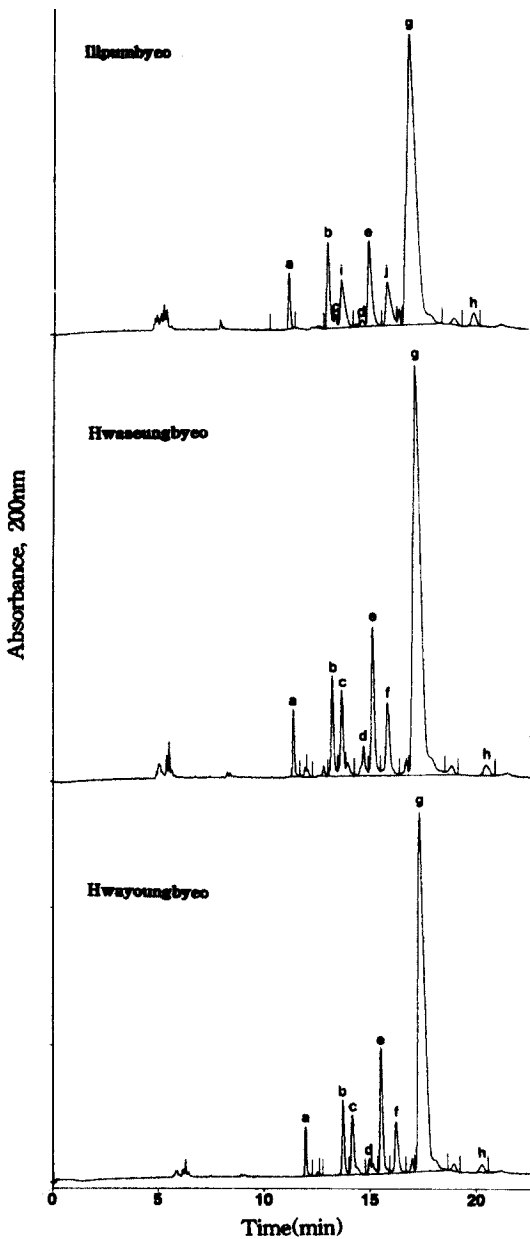


Fig. 3. CE pattern of Ilpumbyeo group analyzed with P-ACN buffer.

각 peak c의 뒤, peak f 뒤의 위치에 나타났으며 peak f는 검출되지 않았다. 또한 오대벼에서는 peak d의 구성이 특징적으로 나타났다. 즉, peak d는 다른 모든 품종에서 전체 peak 면적의 0.4~2.0%로 적게 검출된 데 반해 오대벼에서는 5.4%를 차지하며 뚜렷이 검출되었다(Fig. 2). 동진벼 group 내에서도 미미하기는 하나 품종에 따라 약간의 차이를 나타내었다(Table 2). 동진

Table 2. Peak area of Dongjinbyeo group analyzed with P-ACN buffer

Peak	Dongjinbyeo		Gaehwabyeo		Youngnambyeo	
	Area	%	Area	%	Area	%
a	1.09×10 ⁵	1.67	1.21×10 ⁵	2.02	0.87×10 ⁵	1.47
b	2.11×10 ⁵	3.23	2.53×10 ⁵	4.23	1.48×10 ⁵	2.51
c	5.09×10 ⁵	7.80	4.47×10 ⁵	7.47	3.49×10 ⁵	5.90
d	0.33×10 ⁵	0.51	0.94×10 ⁵	1.57	0.71×10 ⁵	1.20
e	4.52×10 ⁵	6.93	4.15×10 ⁵	6.94	3.83×10 ⁵	6.48
f	17.72×10 ⁵	27.16	12.91×10 ⁵	21.58	13.81×10 ⁵	23.36
g	29.10×10 ⁵	44.61	30.01×10 ⁵	50.17	30.72×10 ⁵	51.96
h	5.28×10 ⁵	8.09	3.60×10 ⁵	6.02	4.21×10 ⁵	7.12
Total	65.24×10 ⁵	100.00	59.82×10 ⁵	100.00	59.12×10 ⁵	100.00

벼 group은 비교적 전체 peak area의 합이 컸으며 특히 동진벼의 경우 10품종중 가장 높았으나 가장 큰 peak인 peak g는 10품종중 가장 적은 비율인 44.6%로 나타났다. 또한 peak d는 거의 나타나지 않았고 peak f와 peak h가 다른 두 품종보다 크게 나타났다. 계화벼와 영남벼는 거의 비슷하였으나 영남벼의 peak a, b, c는 약 10%로 계화벼의 14%에 비해 작은 반면 peak f와 g가 각각 약간 크게 나타났다. 추청벼 group에서는 앞서 지적한 바와 같이 오대벼가 다른 품종과 많은 차이를 보였으며 이 추청벼 group은 동진벼 group에 비해 추청벼를 제외한 나머지 3품종이 전체 peak area의 합이 적었고 특히 봉광은 10품종중 가장 적게 나타났다(Table 3). 또, 일품벼 group에서 일품벼는 앞서 언급한 바와같이 peak c~peak f 사이에 특이한 peak pattern을 나타내어 다른 품종과 쉽게 구분되었으나 3품종 모두는 추청벼와 더불어 peak h가 1% 정도 검출되었다. 화성벼와 화영벼는 거의 동일한 peak pattern을 나타내었으나 전체 peak area의 합이 화성벼가 동진벼 group과 거의 비슷한 많은량을 나타낸 데 반해 화영벼는 봉광벼 다음으로 적은량을 나타내어 서로 구분되었다(Table 4). 또한 각 시료 현미의 윗면, 측면, 앞면의 화상을 이용한 품종판별법에서 우리나라에서 재배면적이 50% 이상으로 가장 많은 동진벼와 추청벼는 품종간에 서로 오판될 확률이 14.29%로 높았으나⁽²¹⁾ CE로는 peak h에 의해 서로 쉽게 구분되었으며 화성벼와 봉광벼의 서로 오판될 확률 역시 14.29%로 높았으나 CE로 분석한 결과로는 각각 일품벼 group, 추청벼 group으로 쉽게 구분되었다.

이상과 같이 P buffer에서 P-ACN buffer로 분석 buffer를 modify함에 따라 peak의 pattern에 차이가 나타났을 뿐 아니라 peak의 resolution 및 분석의 재현성이 높아져 각 품종의 특성을 파악하는데 많은 자료를 제공하였다. 국내에서 재배되는 주요 10 품종벼 백미

Table 3. Peak area of Chuchungbyeo group analyzed with P-ACN buffer

Peak	Chuchungbyeo		Odaebyeo		Mangeumbyeo		Bonggwangbyeo	
	Area	%	Area	%	Area	%	Area	%
a	1.65 × 10 ⁵	2.81	1.55 × 10 ⁵	3.28	1.17 × 10 ⁵	2.53	0.80 × 10 ⁵	2.17
b	3.10 × 10 ⁵	5.28	2.73 × 10 ⁵	5.77	2.16 × 10 ⁵	4.68	1.44 × 10 ⁵	3.92
c	4.47 × 10 ⁵	7.62	2.96 × 10 ⁵	6.26	2.68 × 10 ⁵	5.80	2.10 × 10 ⁵	5.71
d	1.14 × 10 ⁵	1.94	2.56 × 10 ⁵	5.41	0.81 × 10 ⁵	0.39	0.22 × 10 ⁵	0.60
e	4.42 × 10 ⁵	7.54	2.80 × 10 ⁵	5.92	2.88 × 10 ⁵	6.24	2.48 × 10 ⁵	6.75
f	13.15 × 10 ⁵	22.42	13.10 × 10 ⁵	27.70	11.59 × 10 ⁵	25.09	8.15 × 10 ⁵	22.17
g	30.29 × 10 ⁵	51.64	21.59 × 10 ⁵	45.66	25.53 × 10 ⁵	55.27	21.57 × 10 ⁵	58.68
h	0.44 × 10 ⁵	0.75	-	-	-	-	-	-
Total	58.66 × 10 ⁵	100.00	47.29 × 10 ⁵	100.00	46.19 × 10 ⁵	100.00	36.76 × 10 ⁵	100.00

Table 4. Peak area of Ilpumbyeo group analyzed with P-ACN buffer

Peak	Ilpumbyeo		Hwaseungbyeo		Hwayoungbyeo	
	Area	%	Area	%	Area	%
a	1.34 × 10 ⁵	2.87	1.42 × 10 ⁵	2.54	1.04 × 10 ⁵	2.57
b	3.02 × 10 ⁵	6.47	3.08 × 10 ⁵	5.50	1.93 × 10 ⁵	4.78
c	0.41 × 10 ⁵	0.88	2.87 × 10 ⁵	5.12	2.23 × 10 ⁵	5.52
d	0.27 × 10 ⁵	0.58	1.21 × 10 ⁵	2.16	0.41 × 10 ⁵	1.02
e	3.95 × 10 ⁵	8.47	5.51 × 10 ⁵	9.84	4.14 × 10 ⁵	10.25
f	-	-	3.46 × 10 ⁵	6.18	2.12 × 10 ⁵	5.25
g	31.62 × 10 ⁵	67.78	37.78 × 10 ⁵	67.45	28.12 × 10 ⁵	69.62
h	0.76 × 10 ⁵	1.63	0.68 × 10 ⁵	1.21	0.40 × 10 ⁵	0.99
i	2.61 × 10 ⁵	5.60	-	-	-	-
j	2.67 × 10 ⁵	5.72	-	-	-	-
Total	46.65 × 10 ⁵	100.00	56.01 × 10 ⁵	100.00	40.39 × 10 ⁵	100.00

의 alcohol 용해성 단백질을 capillary electrophoresis로 분석하므로써 모든 품종 각각을 특징적으로 판별할 수는 없었으나 일품벼, 오대벼 등의 일부 품종은 단독으로 구별이 가능하였다. 다른 품종들도 각 peak에 대한 다양한 비교 분석으로 각각의 특성을 도출할 수 있었으며 각 품종에 대한 축적된 분석결과를 바탕으로 각 품종의 특성을 도출할 수 있을 것으로 예상되었다. 또한 CE분석은 분석에 필요한 시료량이 극히 미량이며 (본 실험의 분석조건에서는 5 µg) 분석시간은 약 25분으로 신속하게 분석되며 자동분석이 가능한 장점을 가진다. 그러므로 연차별 동일 품종에 대한 분석결과와 축적과 재배지역에 따른 동일품종의 특성을 분석한다면 CE 분석법은 백미의 품종특성을 신속하게 판별할 수 있는 방법으로 적용될 수 있는 가능성이 있는 것으로 생각된다. 앞으로 CE 분석법에 의한 국내 주요 재배 품종의 재배지역에 따른 차이를 비교 검토해 볼 필요가 있으며 또한 각 품종간의 특성을 구별할 수 있는 분석조건 개선 연구가 필요하다. 이러한 연구를 통하여 CE 분석법이 쌀의 신속한 품종판별법의 하나로 유용하게 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

요 약

재배 면적이 비교적 넓은 국내산벼 10품종 백미의 알콜용해성단백질을 capillary electrophoresis로 분석하고 품종간 단백질 pattern의 차이를 비교 분석하므로써 신속한 품종판별법으로서의 적용가능성을 검토하였다. P-ACN buffer를 이용한 분석조건에서 각 품종은 25분 이내에 분석완료 되었으며 peak pattern의 특징에 따라 동진벼 group, 추청벼 group 및 일품벼 group의 3group으로 분류할 수 있었다. 동진벼, 계화벼, 영남벼가 동진벼 group으로 분류되었으며 이 group에서는 다른 품종에서는 거의 나타나지 않은 peak h가 전체 peak area의 6~8%를 차지하며 뚜렷이 검출되었다. 추청벼 group은 peak h를 제외한 대부분의 peak가 동진벼 group과 비슷하게 나타났으며 추청벼, 오대벼, 만금벼 및 봉광벼 4품종이 해당되었다. 일품벼 group으로 분류된 일품벼, 화성벼 및 화영벼에서는 peak g가 전체 peak의 약 70%라는 압도적인 비율을 나타내었다. 주요 peak의 뚜렷한 차이에 따라 3 group으로 분류하기는 하였으나 일품벼, 오대벼 등의 일부 품종은

단독으로 구별이 가능하였으며 각 group 내에서도 미미하기는하나 구성 peak들을 면밀히 비교 분석하므로써 품종에 따른 특성을 도출할 수 있었다. 또한 다른 분석법과 비교할 때 우리 나라에서 재배면적이 50% 이상으로 가장 많은 동진벼와 추청벼는 각 현미의 윗면, 측면, 앞면의 화상을 이용한 품종판별법에서 서로 오판될 확률이 비교적 높았으나 CE로는 peak h에 의해 서로 쉽게 구분되었다.

문 헌

- Huebner, F. R., Bietz, J. A., Webb, B. D., and Juliano, B.O.: Rice cultivar identification by high-performance liquid chromatography of endosperm proteins. *Cereal Chem.*, **67**, 129-135 (1990)
- Mandac, B.E. and Juliano, B.O.: Properties of prolamin in mature and developing rice grain. *Phytochemistry*, **17**, 611-614 (1978)
- Villareal, R.M. and Juliano, B.O.: Properties of glutelin from mature and developing rice grain. *Phytochemistry*, **17**, 177-182 (1978)
- Kinsman, T., Yanagi, S.O. and Iwamoto, M.: Comparison of rice (*Oryza sativa* L.) seed proteins from several varieties. *Agric. Bio. Chem.*, **48**, 1649-1651 (1984)
- Sarkar, R. and Bose, S.: Electrophoretic characterization of rice varieties using single seed (salt soluble) proteins. *Theor. Appl. Genet.*, **68**, 415-419 (1984)
- Shadi, A.I. and Djurtoft, R.: Studies of rice proteins by crossed immunoelectrophoresis, gel electrophoresis, and isoelectric focusing. *Cereal Chem.* **56**, 402-406 (1979)
- Guo, Y.J., Bishop R., Ferhnmstrom, H., Yu, G.Z., Lian, Y. N. and Juang, S.D.: Classification of Chinese rice varieties by electrofocusing. *Cereal Chem.*, **63**, 1-3 (1986)
- Hari, B.K. and Thomas, W.O.: Structural relationship among the rice glutelin polypeptides. *Plant Physiol.*, **81**, 748-753 (1986)
- Iwasaki, T., Shibuya, N., Suzuki, T. and Chikubu, S.: Gel filtration and electrophoresis of soluble rice proteins extracted from long, medium, and short grain varieties. *Cereal Chem.*, **59**, 192-195 (1982)
- Glaszmann, J.C.: Isozymes and classification of Asian rice varieties. *Theor. Appl. Genet.*, **74**, 21-30 (1987)
- Chen, F.T.: Rapid protein analysis by capillary electrophoresis. *J. Chromatogr.*, **559**, 445-453 (1991)
- Bietz, J.A. and Schmalzried, E.: Capillary electrophoresis of wheat proteins: optimization and use for varietal identification (Abstr.). *Cereal Foods World*, **37**, 555 (1992)
- Bietz, J.A. and Schmalzried, E.: Improved wheat varietal identification by acidic capillary electrophoresis. (Abstr.). *Cereal Food World*, **38**, 615 (1993)
- Bietz, J.A. and Lookhart, G.L.: Wheat varietal identification by capillary electrophoresis: an inter-laboratory comparison of methods (Abstr.). *Cereal Foods World*, **39**, 603 (1994)
- Lookhart, G.L., Bean, S.R. and Akkina, S.K.: High-performance capillary electrophoresis optimization for wheat gliadin analyses and comparison of individual protein peak position to high performance liquid chromatography. *Cereal Food World*, **39**, 627-631 (1994)
- Werner, W.E., Wictorowicz, J.E. and Kasarda, D.D.: Wheat varietal identification by capillary electrophoresis: Gliadin and high molecular weight glutenin analyses. *Cereal Chem.*, **71**, 397-402 (1994)
- Lookhart, G.L. and Bean, S.R.: A fast method for wheat cultivar differentiation using capillary zone electrophoresis. *Cereal Chem.*, **72**, 42-47 (1995)
- Lookhart, G.L. and Bean, S.R.: Rapid differentiation of oat cultivars and rice cultivars by capillary zone electrophoresis. *Cereal Chem.*, **72**, 312-316 (1995)
- Lookhart, G.L. and Bean, S.R.: Improvements in cereal protein separations by capillary electrophoresis: Resolution and reproducibility. *Cereal Chem.*, **73**, 81-87 (1996)
- Rhyu, M.R., Ahn, M.O., Kim, E.Y., Lee, K.O. and Kim, S.S.: Discrimination of rice cultivars by capillary electrophoresis (Abstr., In Korean). *The Annual Meeting of the Korean Society of Food Science and Technology*, Seoul, November 1997, p. 85.
- Kim, S.S., Lee, S.H., Rhyu, M.R. and Kim, Y.J.: Identification of rice species by three side (top, side and front) images of brown rice (In Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 473-479 (1998)

(1998년 7월 20일 접수)