

정조 상태에서 백미에 대한 완전미율의 비파괴 예측

권영립[†] · 조승현 · 이재흥 · 서경원 · 최동철

전라북도농업기술원

Non-Destructive Prediction of Head Rice Ratios using NIR Spectra of Hulled Rice

Young-Rip Kwon[†], Seung-Hyun Cho, Jae-Heung Lee, Kyoung-Won Seo, and Dong-Chil Choi

Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, 570-704, South Korea

ABSTRACT The purpose of this study was to measure fundamental data required for the prediction of milling ratios, and to develop regression models to predict the head rice ratio of milled rice using NIR spectra of hulled rice. A total of 81 rice samples used in this study were collected from Jeongeup, Jeonbuk province in 2006. NIR spectra were measured using one mode of measurement, reflection. The reflectance spectra were measured in the wavelength region of 400-2500 nm with an NIR spectrophotometer “NIRSystems 6500” (Foss, Silverspring, USA). Calibration equations were developed by the modified partial least squares (MPLS), partial least squares (PLS), and principal components regression (PCR). Math treatments were 1-4-4-1, 1-10-10-1, 2-4-4-1, and 2-10-10-1. The software used was WinISI (Infrasoft International, State College, USA). Automatic head rice production and quality checking system used was “SY2000-AHRPQCS” (Ssangyong, Korea). The calibration was made with the first derivative and the spectrum designated was in 8 nm interval. The determination coefficients of head rice ratios were 0.8353, 0.8416 and 0.5277 for the MPLS, PLS and PCR, respectively. Those obtained with 20 nm interval were 0.8144, 0.8354 and 0.6908 for the MPLS, PLS and PCR, respectively. The calibration was made with second derivative that spectrum designated was 8 nm in interval. The determination coefficients of head rice ratios were 0.7994, 0.8017 and 0.4473 for the MPLS, PLS and PCR, respectively. Those with 20 nm interval were 0.8004, 0.8493 and 0.6609 for the MPLS, PLS and PCR, respectively. These results indicate that the accuracy of determination coefficient for MPLS and PLS is higher than that of PCR.

Keywords : prediction, head rice ratios, NIR, hulled rice

[†]Corresponding author: (Phone) +82-63-839-0325
(E-mail) kyrkwon@hanmail.net <Received October 8, 2007>

완전미란 색이 맑고 투명하며 알이 균일하고, 희나리가 없으며 병해충 등으로 색깔이 변한 쌀이나 금간 쌀과 싸라기 등이 없이 형태가 완전한 쌀을 말한다. 완전미율이 높다는 것은 싸라기, 북백립, 병해충에 의한 피해립, 미숙립, 청미, 사미 등이 낮다는 것을 의미 한다. 이와같은 원인은 쌀 증산 위주의 영농으로 인한 질소질 비료 과용에 따른 도복, 다품종 소량생산에 따른 혼합 도정으로 혼합미 유통, 건조, 도정, 저장 등 수확 후 관리기술 미흡, 출수기 이후 이삭도열병, 깨씨무늬병, 세균성 병해, 노린재 등 병해충 방제 미흡 등을 들 수 있다.

최근 고품질 쌀 생산에 관심이 높아지면서 고품질 쌀의 객관적 평가 기준의 하나인 완전미에 관한 관심이 고조되고 있다. 따라서 정조상태에서 육성품종의 객관적인 완전미율이나 산지 및 재배방법에 따른 품질의 변화를 객관적으로 나타낼 수 있는 지표 및 시스템의 개발이 절실히 요구된다. 완전미율은 백미상태에서 알 수 있는데 정조 상태에서 예측할 수 있을 경우 수매와 도정에 반영하여 고품질의 브랜드 관리 및 경제성 예측에 매우 유리할 것이다. 정조를 탈부, 선별, 정백 가공하는 공정을 단축하고 신속한 판정을 위해서는 완전미율의 예측모델 개발과 병행해서 수확 직후의 정조를 이용한 모델개발이 바람직하다고 생각된다.

근적외선분광분석방법은 비 파괴적으로 시료를 반복 사용할 수 있어 도정수율과 같은 종합적 예측에 적합하며, 최근에는 농산물뿐만 아니라 식품, 제약, 섬유와 화학분야에서 정량 및 정성적 계측에 널리 이용되고 있다(Stephen *et al.*, 1996; Murray & Williams, 1987; Moon *et al.*, 1994).

백미의 완전미율은 도정후에 산출되지만, 동일하고 소량의 시료를 이용하여 각 공정별 작업효율을 일관적으로 나타낼 수 있는 소형 완전미 도정수율 자동판정 생산 시스템과 근적외선분광광도계를 이용하고, 정조를 대상으로 등급판

정에 필요한 기초자료와 완전미율의 예측모델을 개발할 목적으로 관련된 시험을 실시하였다. 결과를 검량식 방법과 수처리 방법별로 정리하여 그 정밀도를 비교·검토하여 전보에서는 정조상태에서의 백미 및 현미의 화학성분 예측에 대해서 보고하였으며, 본보에서는 완전미 도정수율에 대한 예측 결과를 정리하였다.

재료 및 방법

시험 재료의 수집 및 조제

본 연구에 사용한 시험재료는 2006년산으로 전북 정읍지방에서 총 81점을 수집하였다. 수집된 품종수는 온누리벼등 27품종이었으며, 3반복으로 수집되었다. 정읍지역에서는 재식거리를 30×14 cm로 5월 30일에 3반복으로 이앙하였다. 시비량은 질소-인산-카리를 9-4.5-5.7 kg/10a로 하였다. 질소는 기비-분얼비-수비를 50-20-30%로 분시하였고, 카리는 기비-수비로 70-30%, 인산은 모두 기비로 사용하였다. 잡초방제는 써레질과 동시에 론스타를 토양처리하였으며, 이앙 후 30일에 노란매를 처리하였다. 기타는 전북 농업기술원 표준 재배방법에 준하였다.

근적외선은 가시광선과 중적외선 사이의 빛으로 700에서 2,500 nm 사이에 존재하고 있다. 근적외선에서 흡수는 주로 적외선에서 유래되는 -CH, -NH, -OH 등 작용기의 분자 진동 에너지의 결합대(1,950~2,500 nm)와 배음대(700~1,950 nm)로 나타난다. 근적외선 분석계는 반사법과 투과법의 2가지 형태를 사용되어지고 있는데, 기기분석의 필요에 따라서는 특정과장대만 이용하여 사용되어 지고 있는 경우가 많다. 본 연구에서는 반사법을 이용하였는데, 반사법은 6500 (Foss NIRSystems, Silverspring) 모델을 이용하여 가시광선대를 포함한 400-2500 nm 사이의 스펙트럼을 풀컬을 이용하여 2 nm 간격으로 수집했다(Fig. 1).

완전미도정수율을 측정하기 위한 정조 시료는 스펙트럼을 수집한 후 시험용 기기로, 일반도정공장의 완전미 생산 시스템과 동일하고 소량의 시료를 이용하여 각 공정별 작업 효율을 일관적으로 나타낼 수 있는 소형 완전미 도정수율 자동판정기를 설치하였다. 도정시스템의 주요구성 및 특징은 각종 기계 및 기구를 현 도정공장의 공정과정과 같게 설치하고(정선기, 계량기, 2연좌 현미기, 두께선별기, 4연좌 마찰식정미기, 싸라기선별기, 색채선별기, 입형선별기), 공정마다 운전자가 진행과정을 확인할 수 있도록 설치되어 있다. 정미기의 운전은 도정도에 맞추어 저항조정을 할 수 있게 하고 매번 도정 후 기계내의 유실 잔량이 없도록 기계를

설치하였다. 시료량은 최소 500 g에서 최고 2 kg까지 처리할 수 있으며, 동일한 시료를 반복간의 시험오차 범위가 최소화 할 수 있는 소규모 도정시설을 이용하였다.

모델개발과 검증

근적외선 분석계를 이용하여 스펙트럼을 수집한 정조시료는 81개이고, 정조로부터 완전미 도정수율의 예측모델을 개발하였다. 본 실험에 사용한 근적외선 분석계의 구조 및 측정방법에 관한 것은 MPLS, PLS, PCR 프로그램을 이용하였다.

근적외선 분광분석기의 구동을 위하여 전용 프로그램인 Infracsoft International Software(WinISI Ver. 1.5 USA)를 이용하였고, 기준 스펙트럼(Reference)은 항상 일정한 흡광도를 나타내는 ceramic plate를 이용하였다.

근적외선에서는 흡광도의 변위가 화학적, 물리적 성질의 변위에 비해 극히 미약하기 때문에 다양한 다변량 회귀분석법이 사용되고 있는데, MLR(다중선형회귀법) 방법은 보통 시료의 구성이 단순할 때 유용하며 측정성분이 독특한 흡수봉우리가 있을 때 장점이 있다. PLS(부분최소제곱법)방법으로 작성된 검량식은 흡수대들의 중첩으로 스펙트럼이 복잡하고 분석이 어려운 경우 많이 사용된다. MLR 방법과 PLS 방법을 비교한 결과 PLS 방법으로 작성된 검량식은 MLR 방법보다 좀더 정확도가 높은 경향이었던 Kwon (2005) 등의 보고에 의해 회귀분석 방법은 조정된 부분최소자승법(modified partial least square method: MPLS), 부분최소자승법(partial least square method: PLS), 주성분회귀분석법(principal component regression: PCR)을 적용하였

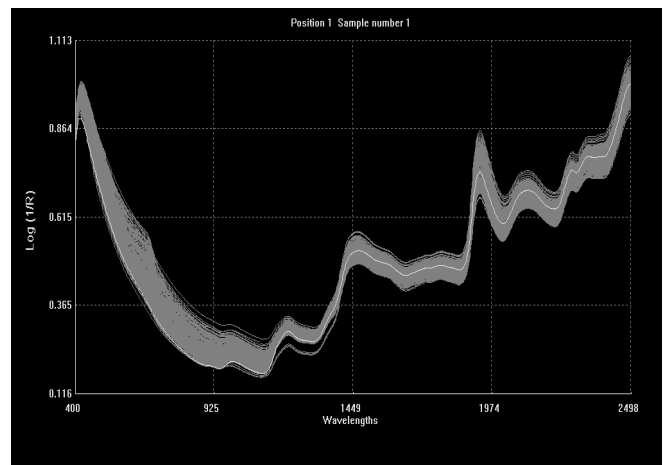


Fig. 1. The spectra of hulled rice collected by the reflection method.

다. 예측모델의 정밀도는 표준오차(SEC)와 결정계수(r^2)로 나타냈고, 모델의 검정은 예측값의 표준오차(SEP), 결정계수 예측모델에 의한 예측값의 평균과 화학분석값의 평균과의 차이인 Bias로 나타냈다. 검정의 척도인 SEP 및 r^2 는 개발된 회귀모델의 SEC 및 r^2 에 가까울수록, 즉 SEP는 작을수록 r^2 는 1에 가까울수록 Bias는 0에 가까울수록 회귀모델이 정확함을 의미한다.

수처리기는 일반적으로 시료에 조사된 빛의 산란효과를 일차적으로 보정 해주며, 회귀분석의 변수를 줄이고, 검량선을 안정하게 하는 필수적인 도구로서 시료를 전처리 해주는 효과와 크로마토그래프의 컬럼처럼 분리해 주는 효과를 발휘할 수 있다. 파장설정과 스펙트럼 전처리는 최적의 조건에 따라 변화시킬 수 있는 부분으로 2 nm 간격으로 얻은 스펙트럼을 8 nm와 20 nm 간격으로 미분범위를 설정하였으며, 표준정규화와 디트렌딩(Standard Normal Variate and Detrend), 그리고 미분법은 1차와 2차 미분법을 설정하여 실행했다. 파장설정과 스펙트럼 전처리는 최적의 조건에 따라 변화시킬 수 있는 부분으로 자주 사용되는 1, 4, 4, 1과 2, 4, 4, 1 그리고 1, 10, 10, 1과 2, 10, 10, 1을 실행했다. 여기에서 앞의 1과 2는 1차미분과 2차 미분을 의미하며, 2번째 숫자의 4는 2 nm의 4배 즉 8 nm를 의미하며 10은 2 nm의 10배 즉 20 nm를 의미한다. 3번째 숫자는 부드럽게 곡선화 하기 위한 평균되는 데이터포인트 수로 Gab size와 동일하거나 작게 사용된다. 여기서도 4는 8 nm를 의미하며, 10은 20 nm를 의미한다. 4번째 숫자도 데이터포인트 수를 한번 더 이용 할 수 있는 기능인데 1은 이것은 이용하지 않겠다는 의미이다.

결과 및 고찰

분광분석법은 시료 내·외부의 상태에 따른 광학적 특성을 분석하여 농도를 비파괴적으로 분석하는 방법이다. 비파괴분석은 시료의 추출, 여과, 희석, 시약의 반응, 가열 등의 조작이 필요하지 않으며, 측정된 시료는 손상되지 않은 상태로 회수가 가능하다(Clark *et al.*, 1992; Williams *et al.*, 1991). 동일 시료의 저장 및 가공 중의 변화상태를 관찰할 수 있고 시간이 절약되며 화학약품을 사용하지 않기 때문에 환경오염을 방지할 수 있는 장점이 있다. 또한 분광분석법 중 근적외분광분석법은 다른 비파괴검사법에 비하여 품질평가의 시스템을 구성하기 쉽고, 분석시 숙련된 기술을 요하지 않으며, 결과의 해석이 간편할 뿐만 아니라 저비용으

로 측정시스템을 구성할 수 있는 장점이 있다(Hymowitz *et al.*, 1974; Marten *et al.*, 1983; Rubenthaler & Bruinsma 1979; Shenk *et al.*, 1981).

근적외선분광광도계를 이용하여 정조의 전대역 파장(400~2500 nm)에서 확산반사도(diffuse reflectance)를 구하고, 그 중 259개의 파장에서의 반사도(Log 1/R)를 성분함량분석이 요구되는 검량식에 대입하여 백미의 완전미 도정수율의 검량식을 작성하였다. 수처리기는 일반적으로 시료에 조사된 빛의 산란효과를 일차적으로 보정 해주며, 회귀분석의 변수를 줄이고, 검량선을 안정하게 하는 필수적인 도구로서 시료를 전처리 해주는 효과와 크로마토그래프의 컬럼처럼 분리해 주는 효과를 발휘할 수 있다. 파장설정과 스펙트럼 전처리는 최적의 조건에 따라 변화시킬 수 있는 부분으로 자주 사용되는 1, 4, 4, 1과 2, 4, 4, 1 그리고 1, 10, 10, 1과 2, 10, 10, 1을 실행했다.

도정하지 않은 정조의 81 시료로부터 스펙트럼을 수집하고, 백미 완전미도정수율 예측 회귀모델을 개발하기 위해 검량식을 작성한 결과 스펙트럼을 8 nm 간격으로 지정하고, 1차미분 방법으로 검량식을 작성한 완전미율의 결정계수(RSQ)는 MPLS 방법에서 0.8353, PLS 방법에서 0.8416, PCR 방법에서 0.5277를 나타냈다. 표준오차(SEC)는 MPLS 방법에서 0.2912, PLS방법에서 0.2857, PCR 방법에서 0.5018을 나타냈다. 검증계수(1-VR)는 MPLS 방법에서 0.7553, PLS방법에서 0.7832, PCR 방법에서 0.4905를 나타냈다. 검증값의 표준오차(SEC)는 MPLS 방법에서 0.3552, PLS 방법에서 0.3344, PCR 방법에서 0.5215를 나타냈다. 이러한 결과는 동일한 방법으로 수행했던 벼 생체엽신 질소함량 측정을 위한 근적외선분광분석의 검량식 작성(권 등, 2005)에서 0.889를 나타냈으며, 정조 상태에서 투과법과 반사법을 이용한 백미 및 현미성분의 비파괴 측정(Kwon *et al.*, 2006)에서도 식미값을 제외한 성분들의 검량식과 큰 차이가 나지 않았다. 스펙트럼을 20 nm 간격으로 지정하고 1차 미분 방법으로 검량식을 작성하였다. 완전미율의 결정계수는 MPLS 방법에서 0.8144, PLS 방법에서 0.8354, PCR 방법에서 0.6809를 나타냈다. 표준오차(SEC)는 MPLS 방법에서 0.3092, PLS 방법에서 0.2912, PCR 방법에서 0.4215를 나타냈다. 검증계수(1-VR)는 MPLS 방법에서 0.7397, PLS방법에서 0.7568, PCR 방법에서 0.6324를 나타냈다. 검증값의 표준오차(SEC)는 MPLS 방법에서 0.3664, PLS 방법에서 0.3542, PCR 방법에서 0.4430를 나타냈다. MPLS 방법에서 스펙트럼을 8 nm 간격으로 지정하고 검량식을 작

성한 결과와 20 nm로 지정하고 검량식을 작성한 결과와는 20 nm 방법에서 0.02 정도 낮게 나타내어 20 nm로 Option을 지정할 필요없이 Default 상태로 검량식을 작성하는 것이 유리하다고 생각된다.

스펙트럼을 8 nm 간격으로 지정하고 2차미분 방법으로 검량식을 작성하였다. 완전미율의 결정계수는 MPLS 방법에서 0.7994, PLS 방법에서 0.8017, PCR 방법에서 0.4473을 나타냈다. 표준오차(SEC)는 MPLS 방법에서 0.3270, PLS 방법에서 0.3213, PCR 방법에서 0.5363을 나타냈다. 검증계수(1-VR)는 MPLS 방법에서 0.7063, PLS방법에서 0.6608, PCR 방법에서 0.4359를 나타냈다. 검증값의 표준오차(SEC)는 MPLS 방법에서 0.3978, PLS 방법에서 0.4207, PCR 방법에서 0.5424를 나타냈다. 이러한 결과는 검량식을 같은 방법으로 작성하고 스펙트럼을 1차미분 방법으로 지정했던 결과에 비해서 결정계수는 다소 낮고, 표준오차는 높은 결과를 보여 2차 미분방법으로 Option을 지정할 필요없이 Default 상태로 검량식을 작성하는 것이 유리하다고 생각된다.

다. 스펙트럼을 20 nm 간격으로 지정하고 2차미분 방법으로 검량식을 작성하였다. 완전미율의 결정계수는 MPLS 방법에서 0.8004, PLS 방법에서 0.8493, PCR 방법에서 0.6609을 나타냈다. 표준오차(SEC)는 MPLS 방법에서 0.3262, PLS 방법에서 0.2786, PCR 방법에서 0.4179를 나타냈다. 검증계수(1-VR)는 MPLS 방법에서 0.7215, PLS방법에서 0.7788, PCR 방법에서 0.6090을 나타냈다. 검증값의 표준오차(SEC)는 MPLS 방법에서 0.3856, PLS 방법에서 0.3378, PCR 방법에서 0.4491을 나타냈다. 이러한 결과는 검량식을 같은 방법으로 작성하고 스펙트럼을 1차미분 방법으로 지정했던 결과에 비해서 MPLS 방법에서는 다소 낮고 PLS 방법에서는 높게 나타나 2차 미분방법으로 Option을 지정한 상태로 검량식을 작성하는 것이 유리하다고 생각된다. 미분법은 스펙트럼을 미분하여 흡수대의 변화를 강조함으로써 스펙트럼의 변화는 증폭되고, 동시에 변화만 보기 때문에 미분법으로 바탕선 변화가 제거된다.

정조상태에서 백미에 대한 완전미율의 예측 결과는 Begona

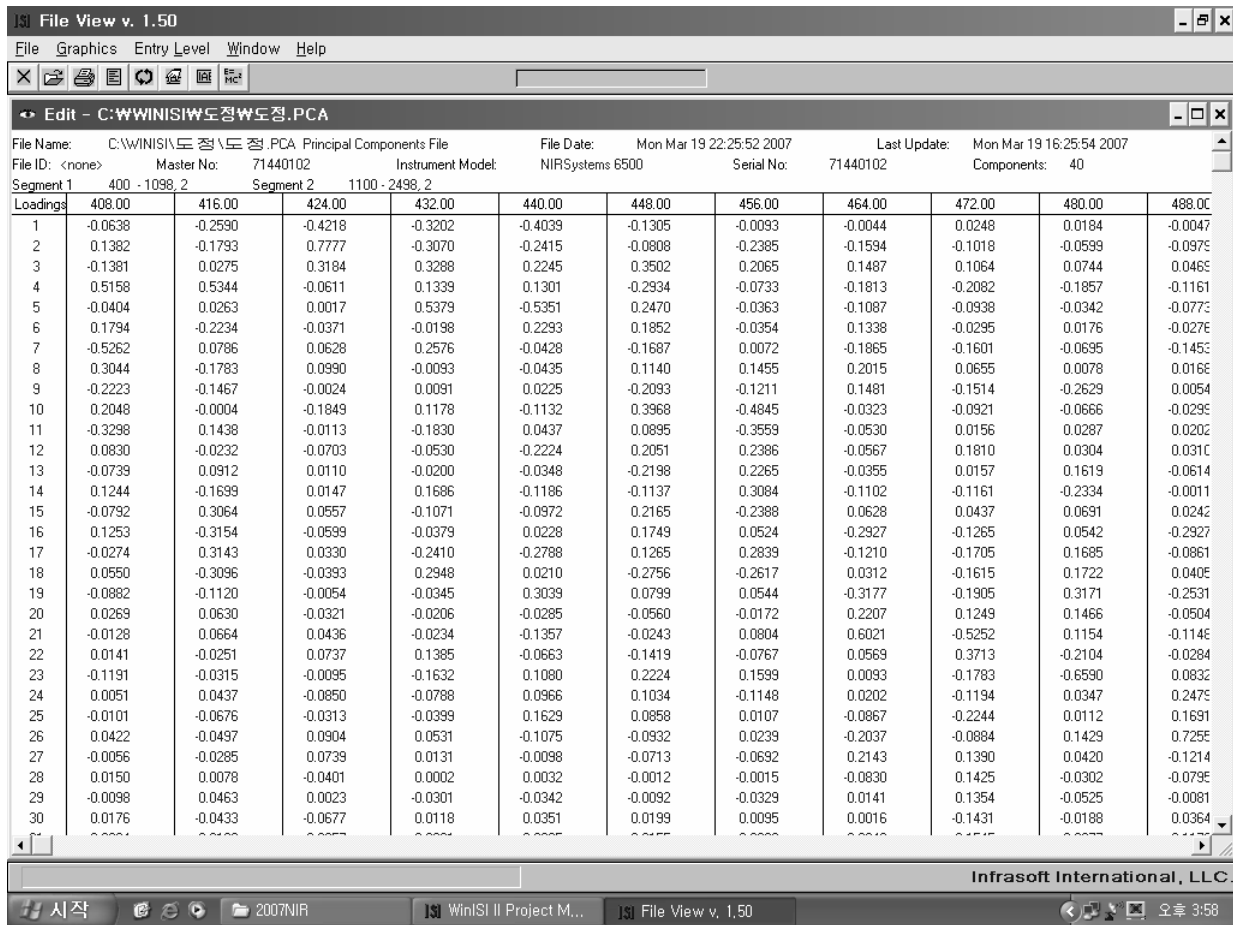


Fig. 2. The math treatment for the spectra of hulled rice by the principal components regression.

(1995) 등이 생체 싸이레지 실험에서 보고한 건물중, 조단 백질, 조섬유에 비해서는 낮으나, 회분, 효소 소화성 유기물, pH 등과는 비슷한 결과를 나타냈다. Berardo(1995) 등은 생체 사료종의 영양가 측정에서 0.85~0.98을 보고하였는데, 이러한 결과와 비교하면 본 연구에서 다소 낮게 나타났다. Dardenne(1995) 등은 생체 사료 분석에서 성분에 따라 0.78에서 0.98까지 보고하여 성분에 따라 큰 차이를 나타냈다.

이상의 결과에서 결정계수의 정확도는 PCR 방법에 비해 MPLS 방법과 PLS 방법에서 높은 결정계수와 낮은 표준오차 값을 나타내고 있는데, MPLS 방법과 PLS 방법간에는 불규칙한 결과를 나타내고 있어 Option을 선택해서 정확도가 높은 방법을 찾는 것이 이상적이라고 생각한다.

시험에 사용된 정조에 대한 흡광도는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 가시광선 대역인 400 nm에서 700 nm는 주로 색도와 관련되는 영역으로 정조 품종 다양성의 특성상 흡광도에 대한 차이가 크게 나타났다. 700 nm에서 2500 nm 대역은 근적외선 영역으로 대체적으로 흡광도에 대한 차이가 크게 나타나는데, 이는 일반 완전미율의 변위보다도 입도 및 물리성의 변위에 기인하는 기준선의 변동이 심하고 흡광도

가 커질수록 다중산란(Multiplicative scatter) 현상에 의해 흡광도가 증가하기 때문에 보여진다. 또한 1450 nm를 정점으로 그 이하에서는 피크들이 3차, 4차배음대로 나타나며 가시광선부근으로 갈수록 흡광도가 적어지고 중첩되는 현상을 보였으나, 1450 nm 이상 대역에서는 스펙트럼이 포화되는 현상이 나타났는데, 이는 정조를 그대로 측정하였기 때문에 분리가 크지 않은데서 기인된 것으로 생각된다. 정조에 대한 흡광도는 전보(Kwon *et al.*, 2006)에서 보고한 흡광도와 동일하였다. 전보(Kwon *et al.*, 2006)에서는 백미 및 현미 성분을 정조 상태에서 예측하는 내용이었기 때문에 동일한 흡광도를 나타내었으며, 표피색이 대부분 갈색인 품종을 사용하였기 때문이라고 생각한다.

NIRS의 분석방법은 시료의 추출, 여과, 회석, 시약의 반응, 가열 등의 조이 필요하지 않으며, 측정된 시료는 손상되지 않은 상태로 회수가 가능한 장점이 있지만, 1차적인 실험실의 습식분석값에 의존하여 분석하는 2차적인 방법이기 때문에 정확도가 무엇보다 중요하다. Fig. 2는 검량식 작성 시 완전미율의 기계적인 산출값과 NIRS에서 도출해낸 예측값(미지 시료의 추정값)의 상관관계를 나타낸 것이다. Table 1과 Table 2에서 알 수 있듯이 정조상태에서 백미의

Table 1. The head rice ratio of first derivative calibrations modal for determining by the spectra of hulled rice

Math treatment	Regression method	Constituent	N	RSQ	SEC	I-VR	SECV
1-4-4-1	MPLS	Head	80	0.8353	0.2912	0.7553	0.3552
	PLS	Head	80	0.8416	0.2857	0.7832	0.3344
	PCR	Head	81	0.5277	0.5018	0.4905	0.5215
1-10-10-1	MPLS	Head	80	0.8144	0.3092	0.7397	0.3664
	PLS	Head	80	0.8354	0.2912	0.7568	0.3542
	PCR	Head	81	0.6809	0.4215	0.6324	0.4430

*SEC, standard error of calibration; SECV, standard error calibration of validation; RSQ, R^2 ; I-VR, 1-variance ratio; MPLS, modified partial least squares; PLS, partial least squares; PCR, principal components regression

Table 2. The head rice ratio of second derivative calibrations modal for determining by the spectra of hulled rice

Math treatment	Regression method	Constituent	N	RSQ	SEC	I-VR	SECV
2-4-4-1	MPLS	Head	81	0.7994	0.3270	0.7063	0.3978
	PLS	Head	79	0.8017	0.3213	0.6608	0.4207
	PCR	Head	80	0.4473	0.5363	0.4359	0.5424
2-10-10-1	MPLS	Head	81	0.8004	0.3262	0.7215	0.3856
	PLS	Head	80	0.8493	0.2786	0.7788	0.3378
	PCR	Head	80	0.6609	0.4179	0.6090	0.4491

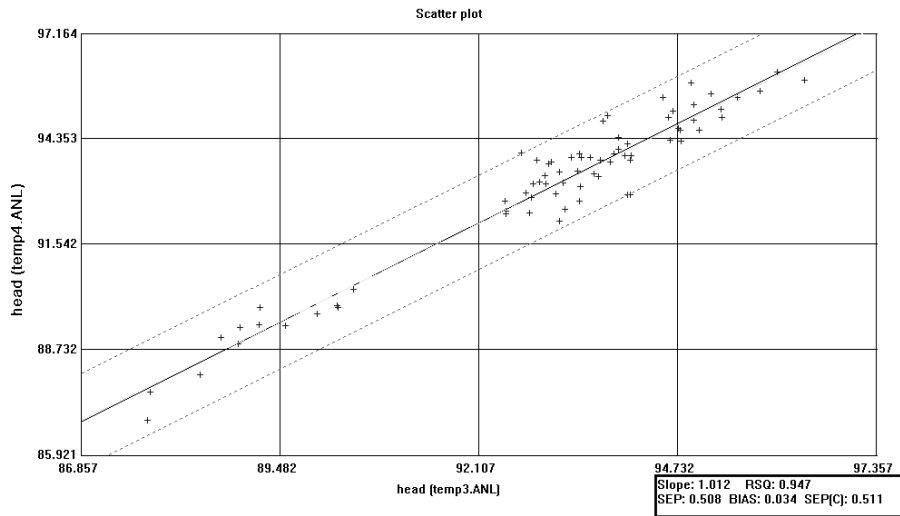


Fig. 3. Correlation between the head rice production system and NIRS measurements for head rice ratios.

완전미율 예측 정밀도를 나타내는 결정계수값으로 보아 실용가능성을 나타내었다. 또한 Fig. 3 회귀모델에 의한 예측값의 평균과 표준측정법의 평균과의 차이인 Bias도 0에 가깝기 때문에 정조를 이용한 백미의 완전미율 예측모델은 실용상에 충분한 정밀도가 있다고 판단된다.

근적외선분광분석법은 검량식을 위한 적절한 시료를 수집하는 것과 가장 정확한 검량식을 얻기 위한 좋은 수학적 방법에 크게 의존한다. 정확한 검량식은 생산품을 대표할 수 있는 시료를 기본으로 한다. 습식 방법과 같은 1차 실험값에 의존하는 측정법과는 달리 근적외선분광분석방법은 간접방법이기 때문에 신뢰도를 표현하는 것은 매우 중요하다. 그러나 Natural products는 생장계절, 토지의 비옥화 정도, 강수량, 생장조건 등으로 변하기 때문에 검량식을 Update 시켜야 하며, Updating은 검량식을 좀더 확고히 하고 튼튼하게 한다. 검량식을 작성한 후 예측결과의 정확성을 높이기 위해 개발한 검량식에 대해서 정밀도를 향상시키는 방법은 merge 등 여러 가지 방법이 있는데, 검량식을 작성한 후 이상치를 제거한 후 다시 검량식을 작성한 결과이다. 처음에 검량식을 작성한 시료는 78개였는데, 이상치 2개를 제거한 후 다시 작성한 시료수는 76개였다. 이상치는 스펙트럼을 수집한 후 도정과정에서 입형의 차이와 복잡한 도정 공정에서 생길 수 있다.

적 요

도정하지 않은 정조의 81 시료로부터 스펙트럼을 수집하고, 백미 완전미도정수율 예측 회귀모델을 개발하기 위해

검량식을 작성한 결과 스펙트럼을 8 nm 간격으로 지정하고, 1차미분 방법으로 검량식을 작성한 완전미율의 결정계수는 MPLS에서 0.8353, PLS 방법에서 0.8416, PCR에서 0.5277를 나타냈다. 스펙트럼을 20 nm 간격으로 지정하고 1차미분 방법으로 검량식을 작성하였다. 완전미율의 결정계수는 MPLS에서 0.8144, PLS 방법에서 0.8354, PCR에서 0.6809를 나타냈다.

스펙트럼을 8 nm 간격으로 지정하고 2차미분 방법으로 검량식을 작성하였다. 완전미율의 결정계수는 MPLS 방법에서 0.7994, PLS에서 0.8017, PCR에서 0.4473을 나타냈다. 스펙트럼을 20 nm 간격으로 지정하고 2차미분 방법으로 검량식을 작성하였다. 완전미율의 결정계수는 MPLS 방법에서 0.8004, PLS에서 0.8493, PCR에서 0.6609를 나타냈다.

인용문헌

Begona, D. L. R., M. Adela, M. Sagrario, and S. Begona. 1995. Determination of the quality of fresh silages by near infrared reflectance spectroscopy. Near infrared spectroscopy: The future waves. 537-541.

Berardo, N., C. Cunico, A. Tava, and M. Odoardi. 1995. Broad calibration for measuring nutritive value of fresh forage species. Leaping ahead with near infrared spectroscopy. 231-234.

Clarke, M. A., E. R. Arias, and C. McDonald-Lewis. 1992. Near infra-red analysis in the sugarcane factory. Sugary Azucar. pres. at Ruspam Commun. Inc. USA.

Dardenne, P., R. Agneessens, and G. Sinnave. 1995. Fresh forage analysis by near infrared spectroscopy. Near infrared

- spectroscopy: The future waves. 531-536.
- Hymowitz, T., J. W. Dudley, F. I. Collins, and C. M. Brown. 1974. Estimation of protein and oil concentration in corn, soybean, and oat seed by near infrared light reflectance. *Crop Sci.* 14 : 713-715.
- Kwon, Y. R., M. H. Baek, D. C. Choi, J. S. Choi, and Y. G. Choi. 2005. Determination of calibration curve for total nitrogen contents analysis in fresh rice leaf using the visible and near infrared spectroscopy system. *Korean J. crop sci.* 50 : 394-399.
- Kwon, Y. R., S. H. Cho, Y. E. Song, J. H. Lee, and C. H. Cho. 2006. Nondestructive measurement of chemical compositions in polished rice and brown rice using NIR Spectra of hulled rice acquired in transmittance and reflectance modes. *Korean J. crop sci.* 51 : 451-457.
- Marten, G. C., J. L. Halgerson, and J. H. Cherney. 1983. Quality prediction of small grain forage by near infrared reflectance spectroscopy. *Crop Sci.* 23 : 94-96.
- Moon, S. S., B. K. Min, and D. C. Kim. 1998. Accuracy of near reflectance spectroscopy in quality evaluation of domestic rice. *Korean J. Food Sci. Technol/* 26(6) : 718-725.
- Murray, I. and P. C. Williams. 1987. Chemical principals of near-infrared technology. Pages 17-34 in: *Near-Infrared technology in the agricultural and food industries*. P. C. Williams and K. H. Norris, eds. American Association of Cereal Chemistries: st. Paul MN.
- Rubenthaler, G. L. and B. L. Bruinsma. 1979. Lysine estimation in cereals by near infrared reflectance. *Crop Sci.* 19 : 1039-1042.
- Shenk, J. S., I. Landa, M. R. Hoover, and H. O. Westerhaus. 1981. Description and evaluation of a near infrared reflectance spectro-computer for forage and grain analysis. *Crop Sci.* 21 : 355-358.
- Stephen, R. D., K. S. Mckenzie, and B. Webb. 1996. Quality characteristics in rice by Near-Infrared Reflectance Analysis of whole-grain milled samples. *Cereal Chem.* 73(2) : 257-263.
- Williams, P. C., H. M. Corderiro, and M. F. T. Harnden. 1991. Analysis of oat bran products by near infrared reflectance spectroscopy. *Cereal Foods World.* 36 : 571-574.