

고추의 α -glucosidase 저해제 고 활성 계통 선발 및 특성 평가

조명철¹ · 박동복² · 양은영¹ · 배도함¹ · 원세라³ · 유왕균³ · 이해익^{3*}

¹농촌진흥청 원예연구소, ²제일종묘 농산, ³강원대학교 생명공학부

Selection and Horticultural Characteristics Evaluation of High α -Glucosidase Inhibitor in Pepper

Myeong Cheoul Cho¹, Dong Bok Park², Eun Young Yang¹, Do Ham Pae¹,
Se Ra Won³, Wang Kyun Yu³, and Hae Ik Rhee^{3*}

¹NHRI, 475, Imok-Dong, Jangan-Gu, Suwon 440-706, Korea

²Jeil Seed Company, Jeungpyeong 368-812, Korea

³Division of Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Abstract. This study was carried out to investigate the distribution of α -glucosidase inhibitor (AGI) activity and to evaluate horticultural characteristics of pepper (*Capsicum* spp.). AGI activities of pepper fruits and leaves were different from 1.0 to 20.8 times and 1.0 to 5.9 times, respectively. Weight, length and width of evaluated pepper fruit were distributed from 0.5 to 56.0 g, 0.8 to 15.4 cm and 0.5 to 6.3 cm per fruit respectively. Stem colors before transplanting varied from green to violet. Length and width of leaf were distributed from 3.1 to 5.0 cm and 2.1 to 3.0 cm. Immature fruit color was almost green and mature fruit color was almost red. In horticultural characteristics of selected pepper lines with high AGI activity, the fruit position was downward position. The immature fruit color was green in all lines except one and the mature fruit color was red in all lines. Fruit weight and fruit length of selected pepper lines with high AGI activity were distributed from 5.9 to 41.1 g and 5.9 to 17.0 cm and leaf width and leaf length were distributed from 5.8 to 29.7 cm and 3.9 to 8.7 cm, respectively. The AGI activities of pepper is widely variable between leaf and fruit. According to this result, it suggested the possibility of developing a new pepper line with high AGI activity.

Key words : horticultural characteristics, inhibitory activity, pepper, α -glucosidase inhibitor (AGI)

*Corresponding author

서 언

최근 경제 발전으로 인한 식생활의 서구화와 편의생활에 따른 활동량의 감소 및 체중의 증가 그리고 사회의 복잡성 등으로 인해 동맥경화, 고혈압, 암, 비만 및 당뇨병 등의 만성 퇴행성 질환이 증가되고 있다 (Wattnberg, 1983; Corry와 Tuck, 2000). 이들 만성 퇴행성 질환 중에 특히 당뇨병은 비만과 함께 그 환자수가 빠른 속도로 증가할 뿐만 아니라 그 유병 연령이 점차 낮아지고 있어 그 심각성이 더욱 증가되고 있다 (Stratton 등, 2000; King 등, 1998).

당뇨병은 고혈당을 특징으로 하는 대사성 질환으로

서 혈당농도의 증가와 함께 당이 뇨로 배설되는 등의 탄수화물 대사 이상 뿐만 아니라 단백질과 지질 대사 및 전해질의 대사에 이상을 초래한다 (Yoo 등, 2002; Abrams 등, 1982). 1970년대 우리나라의 당뇨병 발병률은 약 1% 미만으로 추정되었으나 2003년에는 10% 이상으로 늘어났으며, 또 다른 10%의 인구가 당뇨병에 걸릴 위험군인 것으로 알려져 있다. 또한 국내 10대 사망원인에 관한 보고서에 따르면, 1993년에 10만명당 16.3명이던 당뇨병에 의한 사망률이 2005년에는 24명으로 늘어나 전체 사망원인의 3위를 점유했다 (Lim 등, 2001; NSO, 2005). 따라서 당뇨병은 높은 발병률과 함께 심각한 급만성 합병증을 유발함으로써 많은

관심의 대상이 되고 있다.

α -Glucosidase(EC 3.2.1.20)는 소장의 용모에 존재하는 소화 효소로서 이당류나 소당류를 탄수화물의 소화 흡수 상태인 단당류로 가수분해하는 역할을 한다(Casparly, 1978). 따라서 α -glucosidase의 억제를 통한 탄수화물의 가수분해 저해는 식후 혈당 상승의 조절에 의한 당뇨 합병증의 예방에 직접적인 영향을 미친다(Chun 등, 2001; Kim 등, 2002). 지금까지 많은 종류의 α -glucosidase 저해제가 발견되었으며, 그 중에서도 acarbose, voglibose 그리고 nojirimycin의 유도체와 같은 몇몇 당 유도체에 연구자들의 많은 관심이 모아지고 있다. 이들은 α -glucosidase의 활성부위에 우선적으로 결합하여 기질이 결합하는 것을 방해함으로써 식후 혈당이 상승하는 것을 억제하여 당뇨 합병증의 진행을 늦추거나 예방을 하게 되는 것으로 보고되고 있다(Lebovitz, 1998).

최근 한약재료를 비롯한 허브, 뿌리 그리고 여러 식용 가능한 식물들로부터 혈당 강하 물질, α -amylase inhibitor 또는 α -glucosidase inhibitor의 개발에 관한 여러 연구들이 보고되어 있다(Franco 등, 2000; Hansawasdi 등, 2000; Honda와 Hara, 1993; Qian 등, 2001). 민간에서 당뇨병 치료의 목적으로 사용하고 있거나 또는 혈당강하 작용이 기대되는 천연유래 물질 중에서 잠상물질이 혈당강하 효과가 있다고 보고되었고(Lee 와 Kim, 1993; Kim 등, 1993), 또 뿌리나 잎이나 뿌리껍질에서도 혈당강하작용 물질을 분리한 바 있다(Lee 등, 1998; Asno 등, 1994).

본 연구에서는 우리나라 식생활에 많이 이용되고 있는 고추를 대상으로 α -glucosidase 저해 활성이 높은 고추 품종을 육성, 부가가치를 높이기 위해 수집 보존 중인 유전자원과 시판 품종들의 활성을 검토 하였고, 이 중 높은 저해 활성을 보이는 계통들의 과중, 과장, 청과색 등의 주요 원예적 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 고추 유전자원의 AGI 활성 및 원예적 특성 평가

고추의 α -glucosidase inhibitor(AGI) 활성 검정을 위해 *Capsicum annum* 844점, *C. baccatum* 1, *C. pubesense* 1, *C. chinense* 1, *C. frutescense* 1 품종 또는 계통이 포함된 5종의 고추 유전자원 5ARI 등

848점을 공시하였다. 공시 재료는 2005년 3월 4일 72공 트레이에 파종하여 원예연구소 채소과 육묘장에서 육묘하였다. 육묘 및 재배관리는 원예연구소 표준 재배법에 따라 실시하였다. 고추 시료는 72공 트레이에 육묘 관리해 오다가 파종 후 90일째에 잎과 열매를 채취하여 동결 건조해 두었다가 잎과 열매 각각 1g에 10배의 70% ethanol을 가하여 12시간 진탕 추출한 후 원심 분리하여 상등액을 AGI 활성에 사용하였다. 고추의 70% ethanol 추출물 50 μ l와 돼지의 소장 기원 α -glucosidase(114 unit/ml) 100 μ l를 혼합하여 37°C에서 10분간 preincubation한 후 기질인 4 mM maltose를 500 μ l 가하여 반응을 보았다. 반응은 37°C에서 30분간 진행하였으며, 반응 후 100°C에서 5분간 끓여 반응을 정지시켰다. 반응액으로부터 생성된 glucose의 양은 glucose kit를 이용하여 측정하였다. 이렇게 측정된 glucose 양은 반응액에 70% ethanol 추출물을 넣은 대신 70% ethanol을 넣은 control과 비교하여 저해율을 계산하였다. α -Glucosidase는 돼지의 소장으로부터 다음의 방법으로 추출하여 사용하였다. 돼지 소장을 절개한 후 점막을 slide glass로 긁어 모은 점막에 5배(w/v)의 0.5 M NaCl, 0.5 M KCl, 5 mM EDTA(pH 7.0) 용액을 가하여 S-10 Direct Driven Stirrer로 5분간 균질화한 후 20,000 \times g에서 30분간 원심분리하였다. 침전액에 다시 EDTA 용액을 가하여 원심분리하는 과정을 2~3회 반복하여 얻은 침전액에 5배의 0.9% NaCl 용액을 가하여 균질화한 후 1,000 \times g에서 30분간 원심분리하여 얻은 상등액을 하루 동안 투석하여 이를 효소원으로 사용하였다. 이 효소원을 -80°C에 보관하면서 필요 시 꺼내어 사용하였다.

2. AGI 고활성 고추 계통의 원예적 특성

고추 열매에서 AGI 활성이 높은 8계통과 앞에서 활성이 높은 8계통에 대해 원예적 특성 평가를 위해 원예연구소 비가림하우스에서 재배시험을 수행하였다. 선발된 계통들의 종자는 2006년 3월 2일 72공 트레이에 파종하여 육묘한 후 5월 6일 비가림 하우스에 구당 10주씩 단구제로 정식하였다. 정식 후 재배 관리는 원예연구소 표준 재배법에 준하였으며, 원예적 특성은 신품종 특성 조사요령(농림부, 2000)에 준하여 과중, 과장, 착과 방향, 청과색, 숙과색, 엽장, 엽폭 등을 조사하였다.

고추의 α -glucosidase 저해제 고 활성 계통 선발 및 특성 평가

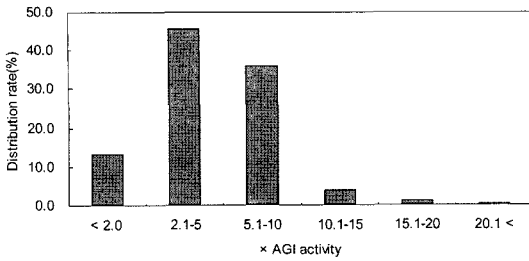


Fig. 1. Distribution rate of AGI activity of pepper fruit (n=264).

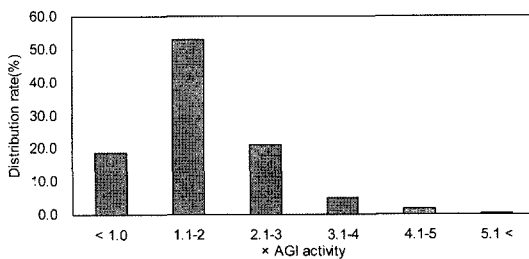


Fig. 2. Distribution rate of AGI activity of pepper leaves (n=490).

결과 및 고찰

1. 고추 유전자원들의 AGI 활성 및 원예적 특성 평가

공시된 848점의 고추 유전자원을 대상으로 열매와 잎의 AGI 활성 분포를 조사한 결과가 Fig. 1 및 2와 같다. 고추 열매에 있어서는 '제주재래'의 AGI 활성을 1.0으로 기준하였을 때 최대 20.8배에 달함으로써 계통 또는 품종 간에 차이가 많음을 알 수 있었다. 2.0 배 이하로 분포한 계통수가 전체의 13.3%, 2.1~5.0배가 45.4%, 5.1~10.0배가 36.0%, 10.1~15.0배가 3.8%, 15.1~20.0배가 1.1%, 20.1배 이상이 0.4%였다. 그 중에서 활성이 높은 SAR 78 등 상위 8계통을 선발하였다.

잎을 대상으로 AGI 활성을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 잎에서는 열매와는 달리 계통 간 차이가 비교적 적었는데, 시판 품종인 '부강'을 기준으로 할 때 최대 5.9배나 차이가 있었다. 저해활성 배수가 '부강' 1.0보다 낮은 것이 전체의 18.8%, 1.1~2.0배가 53.1%, 2.1~3.0배가 21.0%, 3.1~4.0배가 4.9%, 4.1~5.0배가 1.8% 그리고 5.1배 이상이 전체의 0.4%를 각각 차지하였다. 그 중에서 활성이 높은 SAR 1등 8계통을 선발하였다.

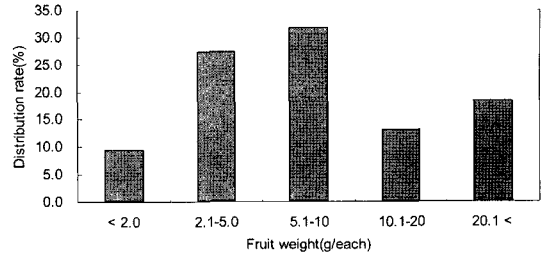


Fig. 3. Distribution rate of fruit weight of pepper (n=223).

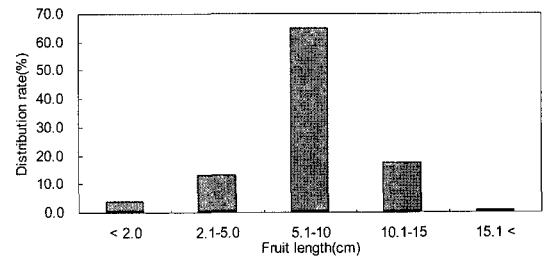


Fig. 4. Distribution rate of fruit length of pepper (n=234).

AGI 활성은 고추의 잎과 열매 간에는 상관이 없었다. 즉 잎에서 선발된 계통들은 SAR 696, 292, 202, 110, 664, 663, 719, 672 순이었고, 열매에서 선발된 계통들은 SAR 709, 298, 224, 456, 686, 275, 454, 289 순으로 나타나 잎에서의 높은 계통과 열매에서의 높은 계통들이 서로 일치하지 않았다.

AGI 활성이 높은 계통을 선발하고자 유전자원 848점에 대하여 원예적 특성을 평가한 결과가 다음과 같다. AGI 활성분석 시 수확된 과실의 과중은 0.5 g부터 56.0 g까지 다양하게 분포하였는데(Fig. 3) 2.0 g 이하가 전체의 9.4%, 2.1~5.0 g이 27.4%, 5.1~10.0 g이 31.8%, 10.1~20 g이 13.0%, 20.1 g 이상이 18.4%였다. 한편 현재 재배되고 있는 시판 품종들의 과중은 8.0~15.0 g이었는데 평가된 자원들에 비해 변이 폭이 작았다(MAF, 2004). 과장은 0.8~15.4 cm로 다양하게 분포하였는데(Fig. 4), 전체의 64.8%가 5.1~10.0 cm, 3.9%가 2.0 cm 이하, 0.9%가 15.1 cm 이상이었다. 과장은 과중과는 달리 5.1~10 cm가 전체의 65%로 과장이 과중보다 더 집중되어 있음을 알 수 있었다. 한편, 시판되는 재배 품종의 과장분포는 10~15 cm인 것이 많았는데 평가된 자원과는 분포경향이 달랐다. 이러한 결과는 2001~2003년에 원예연구소가 국내 재래종을 포함한 다양한 고추 유전자원 1,000여점을 평가한 결과와 비슷한 경향을 보였다

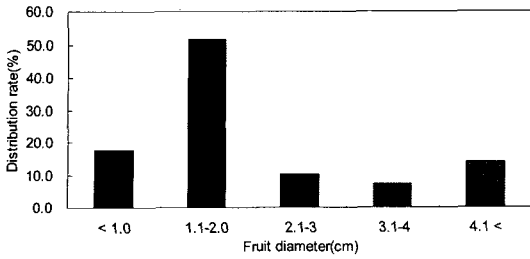


Fig. 5. Distribution rate of fruit diameter of pepper (n=229).

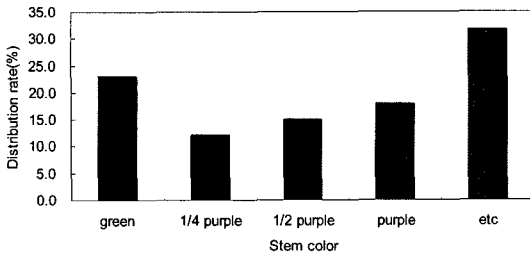


Fig. 6. Distribution rate of stem color(before transplanting) of pepper (n=755).

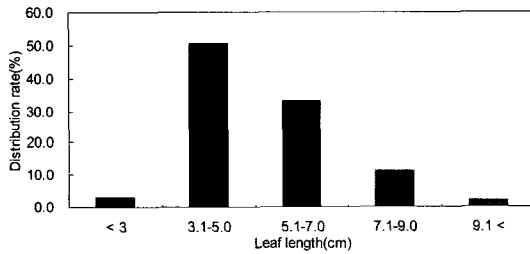


Fig. 7. Distribution rate of leaf length of pepper (n=757).

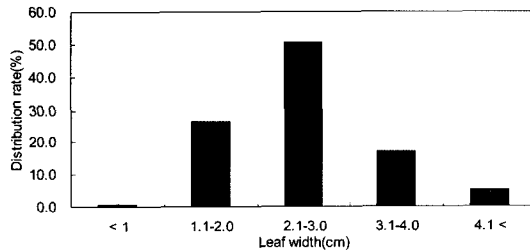


Fig. 8. Distribution rate of leaf width of pepper (n=757).

(MAF, 2004).

AGI 활성을 조사하기위해 평가된 과실의 과경 분포는 Fig. 5와 같이 0.5~6.3 cm이었다. 그중 51.5%는 1.1~2.0 cm로 시판 품종과 비슷한 수준이었고, 4 cm 이상의 단고추 계통도 14%나 분포하였다. 하배축 색은 녹색이 전체의 23%, 1/4 정도의 보라색을 띠는 것이

12.2%, 1/2 정도의 보라색을 띠는 것이 15.0%, 전체가 보라색인 계통들이 18%, 기타 혼합된 것이 31.8%였다(Fig. 6). 현재 시판되고 있는 고추 품종들의 하배축 색은 녹색과 보라색이 1/2씩 섞인 계통이 많은 경향이나 이에 대한 정확한 자료는 없는 상황이다.

조사 계통들의 엽장 및 엽폭을 조사한 결과는 Fig. 7 및 8과 같다. 엽장은 3 cm 이하가 전체의 3.2%, 3.1~5.0 cm가 50.5%로 가장 많았고, 다음으로 5.1~7.0 cm가 33.3%, 7.1~9.0 cm가 11.2%, 9.1 cm 이상이 1.8% 분포하였다. 엽폭은 전체의 50.7%가 2.1~3.0 cm 이었고, 1 cm 이하가 0.5%, 4.1 cm 이상이 5.2% 수준이었다. 엽장과 엽폭은 고추의 재배 시기, 장소 및 품종, 식물체에서의 위치 등에 따라 차이가 많아 상대적인 비교는 쉽지 않다.

정식 전 줄기 색 분포는 전체의 72%가 녹색이었고, 녹색+보라색이 20%, 녹색+많은 보라색이 4%, 보라색만 있는 것이 1%이었다(Fig. 9). 청과색 및 숙과색 분포는 Fig. 10 및 11과 같다. 청과색의 분포는 전체의 92%가 녹색이었고, 황색이 5%, 보라색이 2%, 기타 검정색이 1%였다. 숙과색은 전체의 97%가 적색이었고, 황색계열이 2%, 초콜릿 색깔이 1%였다. 현재 시판 풋고추 및 건고추 품종의 청과색은 착색단고추를 제외하고는 모두 녹색이고, 숙과색은 적색이다.

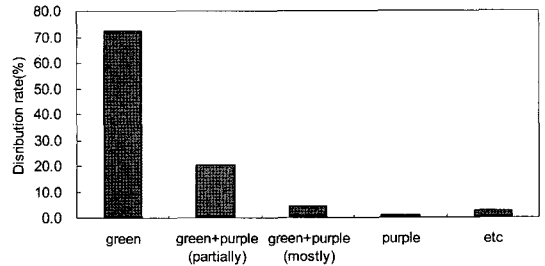


Fig. 9. Distribution rate of stem color of pepper (n=755).

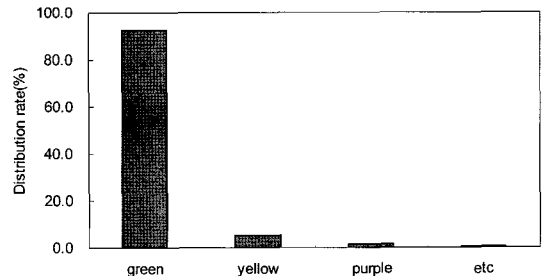


Fig. 10. Distribution rate of fruit color at immature stage of pepper (n=370).

고추의 α -glucosidase 저해제 고 활성 계통 선발 및 특성 평가

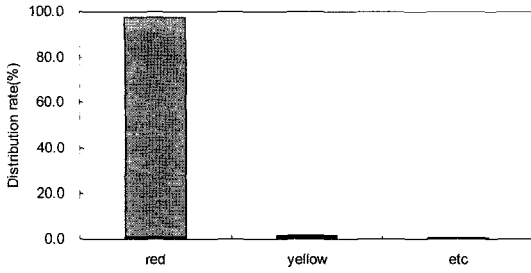


Fig. 11. Distribution rate of fruit color at mature stage of pepper (n=309).

2. AGI 활성이 높은 계통들의 원예적 특성

고추 열매의 AGI 활성이 높은 선발 계통들의 원예적 특성은 Table 1과 같다. 선발계통들의 AGI 활성도는 98.8~179.2%였는데 활성도가 가장 낮았던 ‘제주제

래’ 8.6% 보다 최고 20.8배나 높았다. AGI 활성이 높은 선발 계통들의 착과 방향은 모두 하향이었고, 청과색은 연녹색 1계통을 제외하고는 모두 녹색이었으며, 숙과색은 적색이었다. 한편, 시판 품종들의 착과 방향은 대부분 하향이고, 청과색은 녹색, 숙과색은 적색이다. 선발계통들의 과중은 5.9~41.1 g, 과장은 5.9~17.0 cm였다.

고추 잎의 AGI 활성이 높은 선발 계통들의 활성도 및 원예적 특성은 Table 2와 같다. AGI 활성 저해도는 740~1,210%였는데, 대비종 ‘부강’ 품종보다 최고 5.9배 높았다. 즉 AGI 절대값은 잎이 열매보다 매우 높은 경향이었다. 원예적 특성에서는 열매에서 선발된 것과 같이 착과 방향이 모두 하향이었고, 청과색은 녹색, 숙과색은 적색이었다. 잎에서 활성이 높은 선발 계통들의 과중은 6.9~43.4 g, 과장은 6.0~16.8 cm였고,

Table 1. α -Glucosidase inhibitor (AGI) activity and horticultural characteristics of selected pepper lines with high AGI activity in fruit.

| Lines | AGI activity (%) | Fruit position | Fruit weight (g) | Fruit length (cm) | Fruit color at immature stage | Fruit color at mature stage |
|----------------|------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 5AR709 | 179.2 | Pendent | 5.9 c | 7.9 def | Green | Red |
| 5AR298 | 176.1 | Pendent | 9.7 bc | 5.9 f | Green | Red |
| 5AR224 | 162.0 | Pendent | 18.5 b | 9.9 cd | Green | Red |
| 5AR456 | 109.7 | Pendent | 41.1 a | 17.0 a | White-green | Red |
| 5AR686 | 108.4 | Pendent | 12.6 bc | 7.3 ef | Green | Red |
| 5AR275 | 105.0 | Pendent | 6.3 c | 8.4 cde | Green | Red |
| 5AR454 | 101.9 | Pendent | 36.3 a | 12.2 b | Green | Red |
| 5AR289 | 98.8 | Pendent | 17.5 b | 6.7 ef | Green | Red |
| Jeju (control) | 8.6 | Pendent | 8.1 c | 10.1 c | Green | Red |

* DMRT 0.05

Table 2. α -Glucosidase inhibitor (AGI) activity and horticultural characteristics of selected pepper lines with high AGI activity in leaves.

| Lines | AGI activity (%) | Fruit position | Fruit weight (g) | Fruit length (cm) | Leaf width (cm) | Leaf Length (cm) |
|------------------|------------------|----------------|------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| 5AR696 | 1,210 | Pendent | 7.0 e | 9.0 cd | 26 abc | 7.1 bc |
| 5AR292 | 1,135 | Pendent | 6.9 e | 6.0 e | 23.7 bc | 6.4 cd |
| 5AR202 | 1,078 | Pendent | 14.5 c | 8.2 d | 21 c | 5.8 d |
| 5AR110 | 1,038 | Pendent | 43.4 a | 8.5 d | 27.4 ab | 8.5 a |
| 5AR664 | 995 | Pendent | 23.8 b | 16.8 a | 25.5 abc | 6.6 cd |
| 5AR663 | 995 | Pendent | 9.3 de | 12.6 b | 5.8 d | 3.9 d |
| 5AR719 | 853 | Pendent | 8.7 de | 8.1 d | 26.3 ab | 8.7 a |
| 5AR672 | 740 | Pendent | 24.9 b | 9.0 cd | 29.7 a | 8.0 ab |
| Bukang (control) | 203 | Pendent | 12.1 cd | 9.9 c | 22.7 bc | 7 bcd |

*DMRT 0.05

엽장과 엽폭은 각각 5.8~29.7 cm, 3.9~8.7 cm이었다. 열매와 잎에서 AGI 활성이 높은 것으로 선발된 계통들이 각각 달라, 고추에서 AGI 활성은 잎과 열매에서 다르게 나타나는 것으로 판단되었다. 이는 고추의 잎과 열매에서 동시에 AGI 활성이 높은 계통을 육성할 수 있을 것으로 판단된다.

적 요

혈당강하 가능성을 갖는 고추 품종을 육성할 목적으로 수집 보존중인 고추 유전자원과 시판 품종들의 α -glucosidase 저해 활성(AGI)을 조사하고 원예적 특성을 평가하였다. AGI 활성 저해율은 열매에서 최대 20.8배, 잎에서 최대 5.9배 차이가 있었다. AGI 활성이 높은 계통을 선발하고자 평가된 유전자원 848점의 원예적 특성을 평가한 결과, 과중은 0.5~56.0 g, 과장은 0.8~15.4 cm, 과경은 0.5~6.3 cm로서 다양하게 분포하였다. 하배축 색은 녹색, 1/4 정도 보라색을 띠는 것, 1/2 정도의 보라색을 띠는 것, 전체가 보라색인 계통 및 기타 혼합된 것이 분포하였다. 엽장은 3.1~5.0 cm, 엽폭은 2.1~3.0 cm이었다. 청과색은 대부분 녹색이었고, 숙과색은 적색이었다. 열매에서 AGI 활성이 높은 선발 계통들의 원예적 특성에 있어서 착과 방향은 모두 하향이었고 청과색은 연녹색 1계통을 제외하고는 모두 녹색이었으며 숙과색은 적색이었다. AGI 활성이 높은 것으로 선발된 고추의 과중은 5.9~41.1 g, 과장은 5.9~17.0 cm이었다. 잎에서 AGI 활성이 높은 것으로 선발된 계통들의 엽장과 엽폭은 각각 5.8~29.7 cm, 3.9~8.7 cm이었다. 고추의 잎 및 열매에서 AGI의 활성 변이 폭은 매우 컸으며, 이 결과로부터 혈당 강하 가능성을 갖는 새로운 고추 품종 육성의 가능성을 확인하였다.

주제어 : 고추, α -glucosidase 저해제 (AGI), 저해활성, 원예적 특성

사 사

이 논문은 농림부 농림기술개발사업의 지원으로 수행되었음.

인 용 문 헌

- Abrams, J.J., H. Ginsberg, and S.M. Grundy. 1982. Metabolism of cholesterol and plasma triglycerides in nonketotic diabetes mellitus. *Diabetes* 31:903-910.
- Ansano N., K. Oseki, H. Kizu, and K. Matsui. 1994. Nitrogen-in-the-ring pyranoses and furanoses; Structural basis of inhibition of mammalian glycosidase. *J. Med. Chem.* 37:3701-3706.
- Caspary, W.F. 1978. Sucrose malabsorption in man after ingest ion of a-glucoside hydrolase inhibitor. *Lancet.* 1:1231-1233.
- Chun, H.S., H.B. Chang, Y.I. Kwon, and H.C. Yang. 2001. Characterization of an α -glucosidase inhibitor produced by *Streptomyces* sp. CK-4416. *J.Microbiol. Biotechnol.* 11:389-393.
- Corry, D.B., and M.L. Tuck. 2000. Protection from vascular risk in diabetic hypertension. *Cur. Hypertens. Rep.* 2:154-160.
- Franco, O.L., D.J. Rigden, F.R. Melo, J.C. Bloch, C.P. Silva, and M.F. Grosside. 2000. Activity of wheat α -amylase inhibitors towards bruchid α -amylases and structural explanation of observed specificities. *Eur. J. Biochem.* 267:1466-1473.
- Hansawadi C., J. Kawabata, and T. Kasai. 2000. α -Amylase inhibitors from Roselle(*Hibiscus sabdarba* Linn.) tea. *Bioscienci. Biotechnol. Biochem.* 64:1041-1043.
- Honda, M. and Y. Hara. 1993. Inhibition of rat small intestinal sucrose and α -glucosidase activities by tea polyphenols. *Biosci. Biotech. Biochem.* 57:123-124.
- Kim, K.J., Y.J. Yang, and J.K. Kim. 2002. Production of α -glucosidase inhibitor by β -glucosidase inhibitor-producing *Bacillus lentimorbis* B-60. *J.Microbiol. Biotechnol.* 12(6):895-900.
- Kim, O.K., E.B. Lee, and S.S. Kang. 1993. Anti hyperglycemic constituent of *Aralia elata* root bark(1). *Kor. J. Pharmacon* 24:213-218.
- King H., R.E. Aubert, and W.H. Herman. 1998. Global burden of diabetes, 1995-2025: prevalence, numerical estimates, and projections. *Diabetes Care.* 21: 1414-1431.
- Lebovitz, H.E. 1998. α -Glucosidase inhibitors as agents in the treatment of diabetes. *Diabetes Rev.* 6:132-145.
- Lee, H.S., K.S. Chung, S.Y. Kim, K.S. Ryu, and W.C. Lee. 1998. Effect of several sericultural products on blood glucose lowering for alloxan induced hyperglycemic mice. *Kor. J. Seric. Sci.* 40:38-42.
- Lim, Y.S., K.N. Park, M.J. Bae, S.H. Lee. 2001. Antimicrobial effects of *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. Extracts on pathogenic microorganisms. *Kor. J. Post-havest Sci. Technol.* 8:462-468.

고추의 α -glucosidase 저해제 고 활성 계통 선발 및 특성 평가

15. MAF. 2000. UPOV Test Guideline for Pepper.
16. MAF. 2004. Regeneration of vegetable genetic resource and evaluation of their utilization characteristics. 78-82.
17. NSO. 2005. Annual Report on the cause of death statistics "Deaths and death rates by cause".
18. Qian, M., V. Nahoum, J. Bonicel, H. Bisho, B. Henrisat, and F. Payan. 2001. Enzyme-catalyzed condensation reaction in a mammalian alpha-amylase. High resolution structural analysis of an enzyme inhibitor complex. *Biochemistry* 40:7700-7709.
19. Stratton, I.M., A.I. Adler, H.A. Neil, D.R. Matthews, S.E. Manley, C.A. Cull, D. Hadden, R.C. Turner, and R.R. Holman. 2000. Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): prospective observational study. *BMJ*. 321: 405-421.
20. Yoo, S.K., M.J. Kim, J.W. Kim, and S.J. Rhee. 2002. Effect of YK-209 mulberry leaves on disaccharidase activities of small intestine and blood glucose-lowering in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Korean Soc. Food Sci.Nutr.* 31:1071-1077.
21. Wattnberg, L.W. 1983. Inhibition of neoplasia by minor dieatary constituents. *Cancer Res.* 43:2448-2453.