

## 누에품종별 혈당강하물질 축적양상 구명

강필돈 · 김진원 · 손봉희 · 김기영 · 정이연 · 김미자 · 류강선  
농업과학기술원 농업생물부

### Accumulating Pattern of $\alpha$ -glycosidase Inhibitor in Various Silkworm Varieties

Pil-Don Kang, Jin-Won Kim, Bong-Hee Sohn, Kee-Young Kim, I-Yoen Jung, Mi-Ja Kim and Kang-Sun Ryu

Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-100, Korea

#### ABSTRACT

$\alpha$ -Glycosidase inhibitors slows the velocity of the uptake of monosaccharides in the small intestine by retarding the speed of degradation of disaccharides to monosaccharides, which made it possible to develop  $\alpha$ -glycosidase inhibitors as the antihyperglycemic ('antihyperglycemic' means 'blood-glucose-level-lowering') reagent for the diabetic patients such as acarbose and miglitol. Twenty kinds of  $\alpha$ -glycosidase inhibitors have been reported to exist in mulberry, *Morus alba*, and some of them are also found in the silkworm, *Bombyx mori*, as the result of its daily feeding of mulberry leaves as the sole diet. 1-Deoxynojirimycin (DNJ), one of the most potent  $\alpha$ -glycosidase inhibitor, is the most abundant among polyhydroxylated alkaloids with  $\alpha$ -glycosidase inhibiting activity in both *M. alba* and *B. mori*, therefore considered the antihyperglycemic criterion of the mulberry- or silkworm-based neuroceutical products. DNJ is thought to be accumulated in the body of silkworm because the its concentration in the silkworm body is two to three times as much as that in the mulberry leaves. Eighteen silkworm F1 varieties have been recommended for industrial rearing in Korea by some standards such as pathological strength. DNJ concentration in 18 recommended were measured at 3rd day in the 5th instar after lyophilization to determine the varieties that accumulates DNJ in its body most. GeumOk-Jam was the highest in the DNJ concentration of 5.45 mg/gDW among the recommended F1 varieties.

**Key word :**  $\alpha$ -Glycosidase inhibitor, 1-Deoxynojirimycin (DNJ), Alkaloid

#### 서 론

$\alpha$ -Glycosidase 저해물질은 소장에서 이당류에서 단당류로의 분해를 저해하는 방법으로 단당류의 혈액 내 흡수 속도를 떨어뜨린다. 이러한 성질은  $\alpha$ -glycosidase 저해물질을 당뇨병환자들을 위한 혈당강하제로의 개발을 가능하게 하였으며 아카보즈나 미글리톨이 그 예가 되겠다(Scott and Spencer, 2000). 뽕나무(*Morus alba*)에는  $\alpha$ -glycosidase 저해활성을 가진 수용성 알칼로이드 20종이 알려져 있으며, 뽕잎을 먹이로 하는 누에에서도 역시 그중 몇 가지가 발견되었다(Asano, et al., 2001). 1-Deoxynojirimycin (DNJ)는 가장 강력한  $\alpha$ -glycosidase 저해제 중의 하나로, 뽕나무와 누에 중에 포함된 수용성 알칼로이드 가운데 가장 높은 비율로 존재하여, DNJ 함량은 뽕나무와 누에로 만든 건강식품의 혈당강하효과의 지표로 여겨지고 있다.

누에 중의 DNJ는 뽕잎 중의 DNJ 농도의 2-3배로 존재

하는 것으로 보아 뽕잎 중의 DNJ가 누에 안에서 축적이 일어나고 있는 것으로 생각되며, 따라서 국내 누에 장려 품종 중의 DNJ 함량을 결정하여 혈당강하제용에 적합한 누에 장려품종을 정하고 66종의 유전자원으로 DNJ 함량을 결정하여 추후 혈당강하제용 누에품종 육성의 기초 자료를 확립하고자 수행하였다.

#### 재료 및 방법

##### 1. 누에장려품종

누에 장려품종은 춘잠용과 추잠용으로 나뉘며 각각 봄과 가을누에 사육시기에 맞춰 잠업시험연구사업편람에 준하여 사육하였다. 추잠용 장려품종으로는 사성잠, 대성잠, 하초잠, 추강잠을 사육하였고, 춘잠용 장려품종으로는 장춘잠, 부농잠, 금옥잠, 황원잠, 춘강잠, 춘수잠을 사육하였으며, 춘·추잠 모두 가능한 장려품종으로는 백옥잠, 양

\*Corresponding author. E-mail: kangpd@rda.go.kr

**Table 1.** The DNJ content of authorized silkworm breeds by the proper season

| Proper time     | Breed        | Cross combination | DNJ content (mg/gdw) |
|-----------------|--------------|-------------------|----------------------|
| spring          | Kumokjam     | Jam125 × Jam140   | 5.45(± 5.0%)         |
| spring · autumn | Baeokjam     | Jam123 × Jam124   | 4.49(± 1.9%)         |
| spring · autumn | Yangwonjam   | Jam143 × Jam144   | 4.00(± 5.0%)         |
| autumn          | Sasungjam    | Jam113 × Jam114   | 3.40(± 11.8%)        |
| summer          | Daesungjam   | Jam125 × Jam126   | 4.08(± 5.6%)         |
| autumn          | Chugangjam   | Jam147 × Jam148   | 3.56(± 3.9%)         |
| autumn          | Hachojam     | Jam307 × Jam126   | 4.21(± 5.3%)         |
| spring          | Bunongjam    | Jam133 × Jam134   | 3.42(± 4.4%)         |
| spring          | Hwangwonjam  | Jam303 × Jam304   | 4.74(± 3.0%)         |
| spring          | Chilbojam    | Jam107 × Jam108   | 3.27(± 6.3%)         |
| spring          | Chungangjam  | Jam303 × Jam142   | 2.44(± 10.2%)        |
| spring          | Chunsujam    | Jam145 × Jam146   | 2.90(± 5.3%)         |
| spring          | Changchunjam | Jam119 × Jam120   | 2.77(± 0.5%)         |

**Table 2.** The DNJ content of sixty-six silkworm pure breeds

| number | breed name | DNJ (mg/gdw) | number  | breed name        | DNJ (mg/gdw) |
|--------|------------|--------------|---------|-------------------|--------------|
| 19     | N63        | 4.90         | 173     | I1                | 2.65         |
| 20     | N64        | 3.18         | 186     | S8Re              | 3.56         |
| 21     | N65        | 4.85         | 192     | L862              | 3.89         |
| 24     | N74        | 3.49         | 195     | Sinchung103       | 2.63         |
| 25     | N76        | 3.23         | 196     | Jam110            | 3.29         |
| 26     | N80        | 3.48         | 199     | Hansang 4ho       | 3.47         |
| 45     | Y54yu      | 4.64         | 202     | rb                | 2.91         |
| 47     | RHS        | 3.60         | 210     | C Sugang          | 3.22         |
| 49     | W 日 2      | 4.22         | 212     | SJ21              | 3.17         |
| 50     | Jam103     | 3.35         | 215     | O9Q               | 4.59         |
| 53     | J95        | 4.42         | 219     | O8N               | 4.72         |
| 54     | JIN        | 3.63         | 220     | E9                | 4.76         |
| 56     | Hwangyu    | 3.37         | 229     | I                 | 5.21         |
| 58     | Ku1 7ho    | 3.84         | 230     | 中 7               | 2.87         |
| 59     | Ku27       | 3.50         | 232     | Suwonjam 101      | 3.12         |
| 60     | LEMON      | 3.72         | 242     | Jam112            | 3.30         |
| 67     | se215      | 4.91         | 247     | DY                | 2.73         |
| 85     | Galwon     | 2.62         | 253     | Turkish           | 4.35         |
| 87     | Daedong    | 3.03         | 256     | JPI               | 3.07         |
| 101    | C31        | 3.89         | 263     | NTZN              | 3.67         |
| 103    | C44        | 3.47         | 279     | Jam131            | 4.14         |
| 112    | C61        | 3.32         | 282     | Jam128            | 3.68         |
| 114    | C68        | 3.25         | 283     | Jam130            | 3.96         |
| 116    | C76        | 3.11         | 127     | Woongjinhi        | 3.05         |
| 118    | C79        | 4.54         | 144     | Hangang           | 3.95         |
| 121    | Soyang     | 4.21         | 296     | Sandong sammyun   | 2.88         |
| 125    | Urokbakran | 4.22         | 299     | ze · pe · re · oc | 3.54         |
| 148    | Sun 3ho    | 2.26         | 300     | pe · os · e       | 3.82         |
| 159    | TBO        | 5.48         | 301     | p · lem           | 4.80         |
| 160    | PR         | 3.33         | 312     | spli              | 3.52         |
| 161    | Chuhwa     | 3.01         | 314     | pre               | 1.40         |
| 162    | Hoknuwe    | 3.49         | 315     | Bm · W            | 4.06         |
| 168    | Qoichuk    | 4.08         | 316     | Pyo-1             | 3.79         |
| 169    | N30        | 3.66         | average |                   | 3.66 ± 0.74  |

원잠을 사육하였다. 원종은 농업과학기술원 잠사양봉소재과에서 보존되고 있는 누에유전자원 중 66종을 임의로 선발하였다.

**2. 누에가루시료 제작**

모든 누에시료는 5령4일째에 채취되어 -70°C에 바로 넣어 보관하고 동결건조한 후 가루로 만들어 DNJ 함량을 결정하였다. 장려품종은 품종당 6마리씩 4그룹으로 채취하여 각각 DNJ 함량을 결정하여 평균 및 표준편차를 구하였고, 누에유전자원 원종 누에는 품종당 6마리씩 채취하여 DNJ 함량을 결정하였다.

**3. DNJ 정량**

건조누에가루 0.1 g씩 채취하여 Kim, *et al.*(2002)의 방법에 따라 HPLC를 이용하여 DNJ 함량을 결정하였다.

**결과 및 고찰**

각각의 장려시기에 사육되어 DNJ 함량이 결정된 장려품종은 표 1과 같다. 장려품종 중 봄에 사육된 금옥잠의 DNJ 함량이 5.45(±5.0%)로 가장 높았으므로 금옥잠이 장려품종 중 혈당강하제 생산을 위한 누에품종으로 가장 적합한 것으로 결정되었다. 또한 양원잠은 수컷은 강정제의 원료로 사용되어 남는 암컷을 혈당강하제로 만들기 위하여 역시 DNJ 함량이 중요한데, 4.00(±5.0%)로 혈당강하제 생산에 사용하여도 나쁘지 않을 것으로 판단된다.

누에 품종육성에 활용되는 누에유전자원으로써의 누에

원종 66품종의 DNJ 함량은 표 2와 같다. DNJ 함량이 가장 높은 품종은 159번 TBO(5.48 mg/gDW)와 229번 I(5.21 mg/gDW)이었는데, 놀랍게도 148번 선3호(2.26 mg/gDW)와 314번 pre(1.40 mg/gDW)같은 품종은 DNJ 함량이 매우 낮았다. DNJ 함량이 높은 품종은 추후에 DNJ 고함유 누에품종 육성의 근거가 될 것이며, DNJ 함량이 낮은 품종은 DNJ가 누에에 축적되는 기작 연구에 중요한 품종이 될 것으로 사료된다.

**적 요**

누에장려품종 중 혈당강하제 개발에 적합한 품종 결정을 위하여 DNJ 함량을 정량한 결과, 봄에 사육한 금옥잠이 5.45 mg/gDW으로 DNJ 함량이 가장 높았다. 또한 누에 유전자원 원종 66품종의 DNJ 함량을 결정한 결과, 품종간 DNJ 함량 차이가 매우 큰 것으로 밝혀져, 혈당강하제용 누에 육종시 기초자료가 될 수 있으며, 또한 DNJ 함량이 낮은 품종은 DNJ 축적 기작 연구에 많은 도움이 될 것으로 사료된다.

**인용문헌**

Asano, N., Yamashita, T., Yasuda, K., Ikeda, K., Kizu, H., Kameda, Y., Kato, A., Nash, R. J., Lee, H. S. and Ryu, K. S. (2001) *J. Agric. Food Chem.* **49**: 4208.  
 Scott, L. J. and Spencer, C. M. (2000) *Drugs* **59**: 521.  
 Kim, J.-W., Kim, S. U., Lee, H. S., Kim, I., Ahn, M. Y., Ryu, K. S. (2002) *J. Chromatogr. A* **1002**: 93.