

Researching the Occurrence Potential of Autoite for Living Modified Organism Maize Spill

Gyu-Hyeon Eom^{1†}, Yoon-Hee Jang^{1†}, Xiao-Xuan Du^{2†}, Eun-Gyeong Kim¹, Jae-Ryoung Park^{3,4},
Taehun Ryu^{2*} and Kyung-Min Kim^{1,4*}

¹Department of Applied Biosciences, Graduate School, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Biosafety Division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Jeonju 54874, Korea

³Crop Breeding Division, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

⁴Coastal Agriculture Research Institute, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

Received May 30, 2022 / Revised August 6, 2022 / Accepted August 17, 2022

There are concerns about the environmental release of living modified organism (LMO) maize created to increase yields. In fact, there are cases in which LMO crops for feed have been leaked in Korea to form autoite colonies, and concerns about LMO spill are intensifying. In this study, the possibility of environmental outflow and occurrence of native organisms was analyzed using maize feed and seeds distributed in Korea. In the evaluation of the possibility of spontaneous occurrence of maize in the event of an unintentional release of maize feed made by crushing maize, the incidence rate of maize was 0.01%, which was extremely low compared to the germination rate of maize seeds. A survey of the dormant rate of maize showed that all maize seeds collected every month were dead. In the germination rate test by temperature using Daehak wax corn and Kwangpyeongok, high germination rates were found at 20°C and 30°C, and relatively low germination rates were found at 10°C and 40°C. In addition, all germination tests showed a higher germination rate Daehak wax corn than Kwangpyeongok. The difference between domestic and overseas cultivation maize was confirmed through a survey on the agricultural properties of three varieties of maize. The data obtained through this experiment could be the basis for the evaluation of the weediness potential of environmental risk assessment and technology to suppress the occurrence of autoite in preparation for future LMO spills.

Key words : Environmental risk assessment, germination, LMO, unintentional release, weediness

서 론

옥수수는 화분교에 속하는 초본식물로 재배가 쉽고 다른 곡물에 비해 기호성과 에너지 함량이 높아 가축의 사료로도 우수하여 세계 3대 작물 중 하나로 널리 재배되고 있다[22]. 옥수수는 주요 LMO작물 중 하나이며, 다른 LMO작물로는 콩, 면화, 유채가 있다. LMO작물의 수확량과 재배면적은 최초 상용화 이후 매년 증가하고 있으며[2] 증가하는 인구와 그에 따라 증가하는 육류의 소비로 인해

사료용 곡물의 수요 또한 크게 증가하고 있다[17].

한국에서 LMO작물의 재배는 금지되어 있지만 식품, 사료 또는 가공용으로는 수입이 허용되는데[5] 사료용 곡물의 경우 자급률이 5% 미만에 불과하여 국내에서 사용되는 옥수수와 대두의 대부분을 수입에 의존하고 있다. 그러나 사료용 곡물의 생산과 수출이 일부 소수 국가에 의해 좌우되며 대부분 LMO작물 위주로 생산되고 있다. 따라서 LMO가 아닌 품목을 수입하여 국내 사료용 곡물 수요를 충당하는 것에는 한계가 있기 때문에 우리나라의 LMO농산물 수입량은 지속해서 증가하고 있다[16].

한편 증가한 LMO농산물의 수입량으로 인해 수입항에서 사료공장으로의 수송과정 중에 비의도적 유출이 발생하여 근연종으로의 유전자 전이에 대한 우려가 증가하고 있다[4]. 일반적으로 LMO옥수수가 수입될 때는 가공하지 않은 옥수수 종자 그대로 수입이 되어 사료공장으로 이송된다. 현재 국내 발생되고 있는 LMO낙곡 및 비의도적 유출에 따른 자생개체의 발생 또한 가공되지 않은 형태의 옥수수 종자의 낙곡으로 인해 발생하는 것이다[6, 14]. 수

†Authors contributed equally.

*Corresponding authors

Tel : +82-63-238-4701, Fax : +82-63-238-4704

E-mail : thryu@korea.kr (Taehun Ryu)

Tel : +82-53-950-5711, Fax : +82-53-950-6880

E-mail : kkm@knu.ac.kr (Kyung-Min Kim)

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

입 옥수수의 비의도적 유출을 확인하기 위해 수입항과 공장을 중심으로 모니터링을 수행한 결과로 얻은 식물체에서는 LM유전자가 발견되었다[7, 18].

유전자 변형생물체에 대한 환경위해성 평가를 위해 대표적으로 유전자의 이동성 유무로 판단한다[1]. 또한 환경위해성 평가 항목중 잡초화 가능성은 LM작물과 non-LM작물의 농업적 형질을 비교하여 평가한다. 초장, 수장과 같은 작물의 기본적인 특성과 더불어 잡초의 특성인 탈립성, 수발아 가능성 및 휴면율을 조사하여 평가된다[9]. 본 연구에는 노지상태에서 발아율 검정, 온도별 발아율 검정, 휴면율 조사, 유전자 이동가능성 그리고 옥수수 품종별 농업형질 비교가 수행되었다.

사료용 LMO농산물의 수입이 증가함에 따라 LMO옥수수의 유출 및 생태계 위해 가능성이 증가하고 있다. 따라서 본 연구에서는 국내 실정에 맞는 비의도적 유출 LMO

의 잡초화 방지, 자생개체 발생 억제 등을 위한 기술 개발 및 안전관리를 위한 매뉴얼이 필요하며, 이를 위해 동종의 국내 작물을 이용해 현장 적용성이 높은 환경위해성 관리기술개발을 도모할 것이다.

재료 및 방법

공시품종

실험에는 알곡 1호, 연농1호, 광평옥, KM5를 사용하였다. 알곡 1호는 농협에서 판매되고 있는 옥수수 사료용 옥수수 알곡을 파쇄한 형태이다. 연농1호는 과피가 얇고 당도가 높아 기호성이 높은 식용 옥수수이며[21], 광평옥은 도복에 강하고 건물수량이 많아 사료적 가치가 높은 사료용 옥수수이다[15]. KM5는 열대지역 적응형 단교잡종으로 베트남, 인도네시아와 같은 열대지역에 수출용으로



Fig. 1. Reclamation of maize seeds to investigate dormancy of maize. Daehak waxy corn and Kwangpyeongok were used as cultivars. The experiment was conducted 3 replications of 100 seeds for each cultivar and to measure the dormancy rate of the seeds, they were taken out once a month and checked for germinated seeds, ungerminated seeds and dead seeds. (A). Deagu, (B). Gunwi, (C). Jeonju.

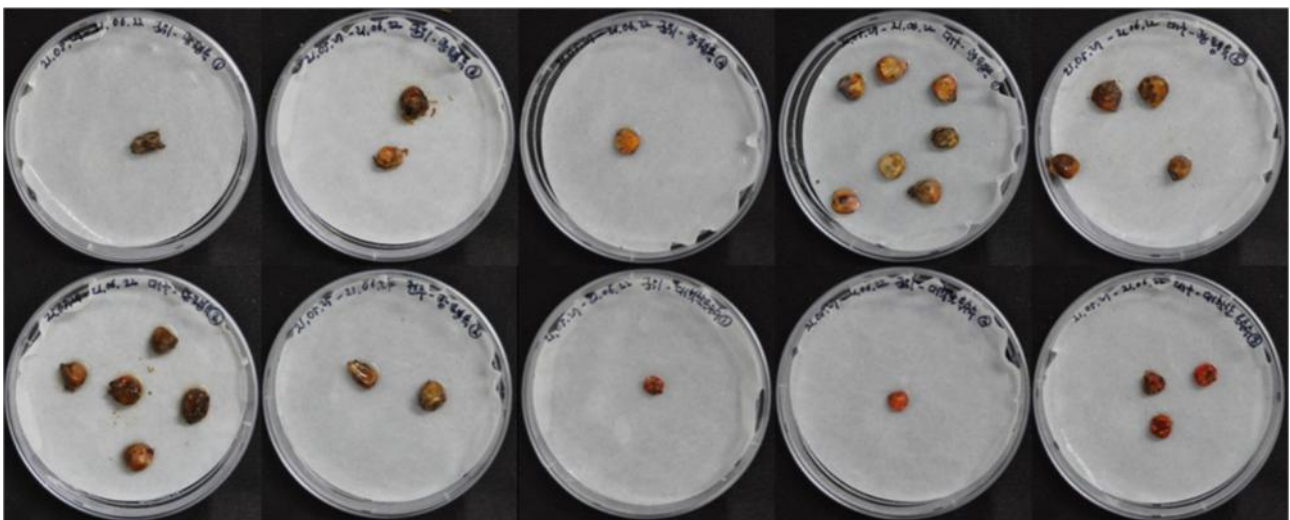


Fig. 2. Germination experiment of reclaimed seeds to investigate dormancy rate of maize. Seeds were sampled from each region and classified into germinated seeds, dead seeds and ungerminated seeds. In order to investigate the dormancy rate of ungerminated seeds, germination experiments were conducted on ungerminated seeds. Seeds were incubated in temperature of 25°C for 7 days. There were no germinated seeds after 7 days of germination experiment.

로 이용되는 사료용 옥수수이다[20].

LMO낙곡 및 비의도적 유출에 따른 자생개체 발생 모델

국내 유통되는 옥수수 사료를 이용한 자생개체 발생률 평가를 위해 농협에서 판매하는 옥수수 사료인 알곡 1호를 구매하여 실험의 재료로 사용하였다. 해당 사료는 순 옥수수 사료로 파쇄된 상태로 조제되었으나 고르게 파쇄되어 있지 않아 옥수수 종자의 배가 보존되어 있을 가능성이 있기 때문에 해당 재료를 이용하였다. 알곡 1호 75 kg을 파종기를 이용하여 균위포장 750 m²에 파종하여 옥수수 사료의 발아율을 분석하였다. 옥수수 사료 파종 후 자연상태에서의 낙곡과 유사한 환경을 조성하기 위해 관수 또는 시비와 같은 처리를 하지 않았다. 또한 같은 방법으로 연농1호, 광평옥, KM5가 90 cm × 30 cm의 재식거리로 균위포장에 파종되었다. 본 실험에서는 자생개체 발생 억제제를 위한 방안으로 파쇄되지 않은 옥수수 종자와 알곡 1호의 발아율을 비교하였다.

옥수수의 휴면을 조사

옥수수 종자의 비의도적 환경 방출시에 발생할 수 있는 자생개체의 잡초화 가능성 평가를 위해 토양 속 옥수수의 휴면종자 비율을 조사했다. 재료로는 연농1호, 광평옥 두 품종의 옥수수 종자를 공시하였다. 2021년 5월에 연농1호와 광평옥의 종자를 100립씩 3반복으로 21,600개의 종자를 3개의 지역(대구-5°53'40.88"N 128°36'47.34"E, 군위-36°6'41.54"N 128°38'26.17"E, 진주-35°49'53.33"N 127°03'50.15"E)의 토양에 5 cm 깊이로 매립하여 12개월 동안 1개월 간격으로 꺼내어 종자의 발아율과 휴면율, 매립지 주변의 토양수분을 조사하였다(Fig. 1). 종자의 휴면율은 샘플링한 종자 중, 발아하지 않은 종자들을 대상으로 발아실험을 진행하여 휴면 종자인지 죽은 종자인지 구분하여 최종적으로 샘플링한 종자들을 발아 종자, 휴면 종자, 죽은 종자로 분류하여 종자 별 비율을 조사하였다[3].

온도별 종자의 발아율

옥수수의 환경 별 발아 능력에 대한 연구의 재료로는 연농1호, 광평옥 두 품종의 옥수수 종자를 공시하였다. 연농1호와 광평옥의 종자를 100립씩 3반복으로 각각 10℃, 20℃, 30℃, 40℃의 조건으로 2주간 발아실험을 진행하였다. 발아 조사는 유근이 종피를 뚫고 1 mm 이상 돌출한 것을 발아개체로 하여 조사하였다[10]. 온도에 따른 옥수수 종자의 발아 특성을 확인하기 위해 발아율(Germination percentage=(Total number of seeds germinated/Total number of seeds)×100), 발아세(Germination energy=(The number of seeds up to 3 days after test/Total number of seeds)×100), 발아속도(Germination speed=N₁/D₁+(N₂-N₁)/D₂+...+(N_j-N_i)/D_j, N : The number of germination seed on the

counting date, D : The number of days)를 조사하였다[13].

옥수수 품종별 농업형질 분석

사료용 옥수수 2 품종(광평옥, KM5)과 식용 옥수수 1 품종(연농1호)을 균위포장에 90 cm × 30 cm의 재식거리로 파종 후, 농업형질을 분석하였다. 농업형질 조사항목은 간장(지면에서 옥수수목까지의 길이), 옥수장(옥수수목으로부터 옥수수선단까지의 길이), 착수고(지면에서 가장 위 이삭이 달린 마디까지의 길이), 이삭장(포엽을 제거한 이삭 길이), 이삭폭(이삭 중앙부분의 직경), 수량을 조사하였다.

결과 및 고찰

Table 1. Ratio of germinated and dormant seeds

Region	Date	Dormancy seed (%)	Germinated seed (%)	Dead seed (%)
Daegu	21.06.25	0	0	100
	21.07.26	0	0	100
	21.08.24	0	0	100
	21.09.28	0	0	100
	21.10.26	0	0	100
	21.11.23	0	0	100
	21.12.21	0	0	100
	22.01.25	0	0	100
	22.02.22	0	0	100
	22.03.22	0	0	100
	22.04.26	0	0	100
	21.05.24	0	0	100
Gunwi	21.06.25	0	0	100
	21.07.26	0	0	100
	21.08.24	0	0	100
	21.09.28	0	0	100
	21.10.26	0	0	100
	21.11.23	0	0	100
	21.12.21	0	0	100
	22.01.25	0	0	100
	22.02.22	0	0	100
	22.03.22	0	0	100
	22.04.26	0	0	100
	21.05.24	0	0	100
Jeonju	21.06.24	0	0	100
	21.07.29	0	0	100
	21.08.27	0	0	100
	21.09.30	0	0	100
	21.10.28	0	0	100
	21.11.25	0	0	100
	21.12.23	0	0	100
	22.01.27	0	0	100
	22.02.24	0	0	100
	22.03.24	0	0	100
	22.04.28	0	0	100
	22.05.26	0	0	100

옥수수의 자생개체 발생률 조사

실험결과 균위 포장에는 75 kg의 알곡1호(100립중으로 환산 시 약 214,300개의 옥수수 종자)가운데 28개의 옥수수 개체가 발생하여 시중에 판매되는 옥수수 사료 한 포대에서의 옥수수 발아율은 0.01%이다. 하지만 발생한 자생개체들은 수확기 이전에 모두 잡초와의 경합으로 생육하지 못하고 사멸한 것으로 확인되어 유전자 이동성은 없는 것으로 확인되었다. 반대로 파쇄되지 않은 옥수수 종자는 모두 발아하였을 뿐 아니라 출용 및 수정을 통해 이삭까지 발달했다. 이 실험에서 파쇄된 옥수수 종자와 온전한 종자 사이에 매우 큰 발아율의 차이가 있음을 확인하였다. 이와 같은 결과를 통해 사료용 옥수수 종자를 수입하여 종자를 파쇄 후 운반하면 자생개체의 발생이 크게 억제되며 옥수수 화분의 유전자 이동가능성도 크게 줄일 수 있음을 알 수 있다.

옥수수 매립종자의 휴면율 조사

매립한 옥수수를 첫 번째 달에 샘플링하였을 때는 발아하지 않은 종자가 일부 발견되었으나 미발아 종자들을 이용하여 발아실험을 한 결과, 미발아 종자들 또한 모두 죽은 종자로 분류가 되었다(Fig. 2). 두 번째 달 샘플링부터는 매립한 모든 종자가 죽은 종자로 관찰되었다(Table 1). 두 번째 샘플링부터 모든 종자가 죽은 이유는 옥수수의 낮은 휴면율과 7월과 8월의 높은 강수량으로 인해 종자가 침수되어 모든 종자가 썩었기 때문이라 사료된다(Fig. 3, Table 2) [19].

온도 및 품종에 따른 옥수수 종자의 발아율 조사

발아실험 결과를 발아율, 발아세, 발아속도의 3가지 발아 매개변수를 이용하여 분석하였다. 발아율은 20℃와 30℃에서 평균 97.1%로 높은 값이 나타났고 품종간 차이는

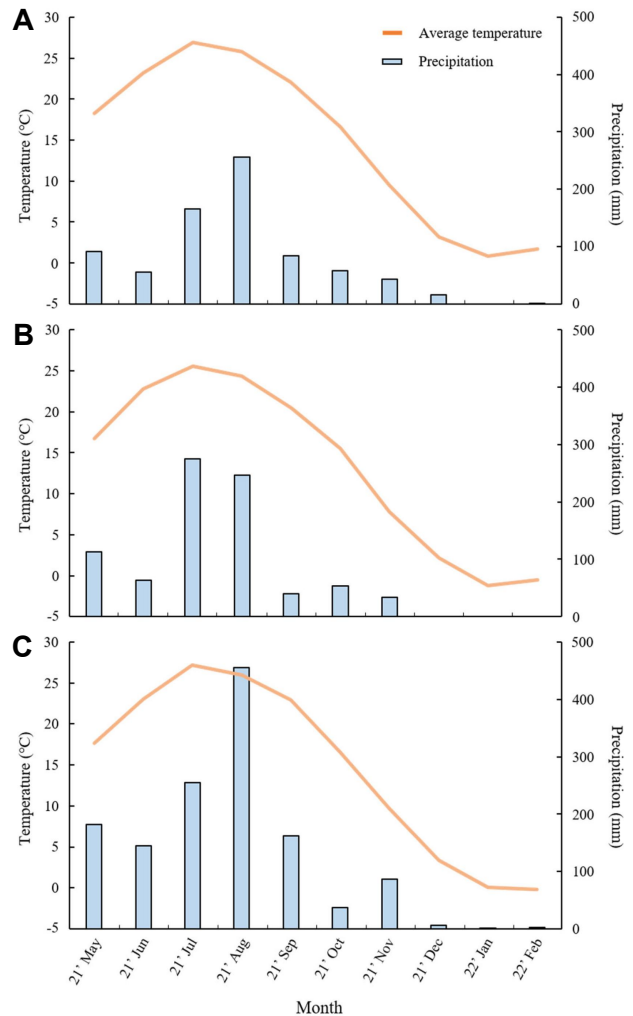


Fig. 3. Monthly precipitation and average temperature in Daegu, Gunwi, and Jeonju from May 2021 to February 2022. The curve graph means temperature and the bar graph means precipitation. (A). Daegu, (B). Gunwi, (C). Jeonju.

Table 2. Soil humidity and temperature in the three regions

Date	Daegu		Gunwi		Jeonju		Average	
	Soil humidity (%)	Temperature (°C)	Soil humidity (%)	Temperature (°C)	Soil humidity (%)	Temperature (°C)	Soil humidity (%)	Temperature (°C)
21' Jun	11.1	27.2	16.7	24.8	60.0	15.3	29.3	22.5
21' Jul	8.1	34.5	11.6	28.6	20.0	38.0	13.2	33.7
21' Aug	10.7	27.4	45.7	23.7	31.8	24.2	29.4	25.1
21' Sep	6.7	23.9	22.5	26.2	34.7	23.6	21.3	24.6
21' Oct	11.1	15.6	24.3	12.8	45.0	12.3	26.8	13.6
21' Nov	2.8	9.0	22.8	5.4	32.0	12.7	19.2	9.0
21' Dec	0.7	7.2	11.9	2.8	17.0	12.9	9.9	7.6
22' Jan	1.2	3.2	2.9	1.0	65.0	1.2	20.0	1.8
22' Feb	2.3	16.6	2.5	1.2	25.0	2.7	9.9	6.8
Highest	11.1	34.5	45.7	28.6	45.0	38.0	29.4	33.7
Lowest	0.7	7.2	2.5	1.0	20.0	1.2	9.9	1.8
Average	7.7	18.6	17.6	14.2	35.8	16.3	20.0	16.6

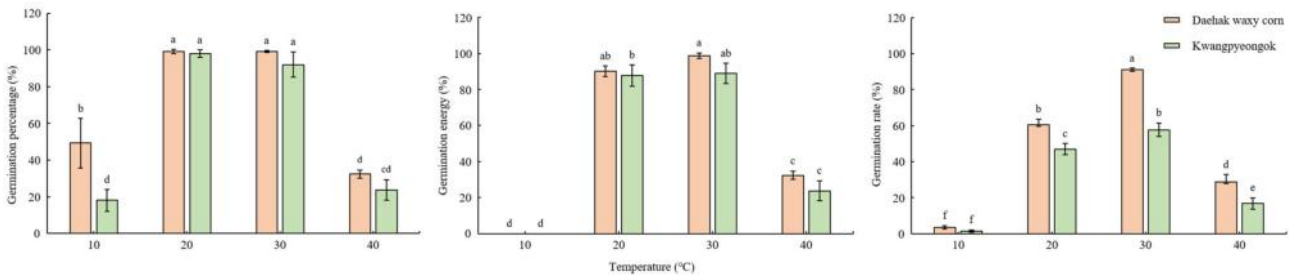


Fig. 4. Investigation of germination rate of maize seeds according to temperature and cultivars. Three germination parameters were analyzed. germination percentage, germination energy, and germination rate. The trends shown in the three parameters were similar for each temperature, and all showed high values at the middle temperature.

Table 3. Agricultural characteristics for each maize cultivar

Cultivar	Stem length (cm)	Stamen length (cm)	Panicle height (cm)	Panicle length (cm)	Panicle width (cm)	Yield (kg/10a)
Daehak waxy corn	146.9±9.5 ^z b ^y	44.1±4.5ab	064.8±11.1c	20.9±1.4a	3.8±0.2b	1,308.0
Kwangpyeongok	195.8±9.9a	49.1±7.5a	084.8±12.9b	18.4±1.3b	4.8±0.2a	2,011.4
KM5	192.0±18.3a	35.3±5.3b	116.0±5.7a	16.6±2.1b	3.8±0.3b	234.5

^zMean±SD. ^yMeans denoted by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$) as evaluated by Duncan's multiple range test.

보이지 않았다. 10°C와 40°C에서의 발아율은 모두 50% 이하로, 20°C와 30°C보다 낮았다. 특히 10°C에서 사료용 옥수수의 발아율이 식용 옥수수의 발아율보다 31.3% 낮은 것으로 나타났다. 발아실험 결과 두 품종의 발아율, 발아세, 발아속도의 경향은 온도별로 유사하며, 모두 20°C와 30°C에서 높은 값을 확인할 수 있었다(Fig. 4). 10°C에서는 저온으로 인한 종자의 활력감소, 40°C에서는 효소와 단백질의 합성속도의 감소로 인해 발아율이 낮게 나타났다[8, 13].

옥수수 품종별 농업적 특성 조사

간장은 광평옥과 KM5에서 190 cm 이상으로 가장 길었고 연농1호에서 146.9 cm로 가장 짧게 나타났다. 웅수장은 같은 사료용이지만 광평옥이 49.1 cm, KM5가 35.3 cm로 두 품종간 차이가 크게 나타났다. 착수고는 KM5가 116 cm로 가장 길고 연농1호가 64.8 cm로 가장 짧게 나타났다. 이삭장은 식용 옥수수인 연농1호가 20.9 cm로 가장 크게 나타났으며 사료용 옥수수 사이에서는 차이가 발견되지 않았고 이삭폭은 사료용 옥수수인 광평옥이 4.8 cm로 가장 크게 나타났고, 연농1호와 KM5 사이에서는 차이가 나타나지 않았다. 마지막으로 수량은 광평옥이 2,011.4 kg/10a로 가장 많았으며, KM5가 234.5 kg/10a로 가장 가벼웠다(Table 3) [11, 12]. 3가지 옥수수 품종에 대한 농업형질 자료 및 본 연구에서 도출된 결과는 유전자변형 옥수수의 비의도적 유출로 인한 자생개체 발생 시 잡초화 가능성에 대한 기초자료로 사용될 수 있다.

Acknowledgement

This work was supported from agency of LMO environmental risk assessment (PJ015787022022), Rural Development Administration, Republic of Korea.

The Conflict of Interest Statement

The authors declare that they have no conflicts of interest with the contents of this article.

References

1. Conner, A. J., Glare, T. R. and Nap, J. P. 2003. The release of genetically modified crops into the environment: Part II. Overview of ecological risk assessment. *Plant J.* **33**, 19-46.
2. Dong, C. M., Kim, J. W., Kang, J. H., Park, J. Y., Kim, G. D. and Kong, H. J. 2017. Development status and safety management trends of genetically modified crops. *J. Fish. Mar. Sci. Edu.* **29**, 1872-1881.
3. Granstrom, A. 1987. Seed viability of fourteen species during five years of storage in a forest soil. *J. Ecol.* **75**, 321-331.
4. Hall, C. and Moran, D. 2006. Investigating GM risk perceptions: A survey of anti-GM and environmental campaign group members. *J. Rural Stud.* **22**, 29-37.
5. Han, S. M., Kim, D. Y., Uddin, M. R., Hwang, K. S., Lee, B., Kim, C. G. and Park, K. W. 2006. Appearance/Instance of genetically modified maize at grain receiving harbors and along transportation routes in Korea. *Weed Turf. Sci.*

- 3, 221-224.
6. Han, S. M., Kim, Y. T., Won, O. J., Choi, K. H., Rho, Y. H. and Park, K. W. 2016. The importation of genetically modified crops and its environmental impacts in Korea. *Kor. J. Agric. Sci.* **43**, 215-220.
 7. Han, S. M., Lee, J. J., Won, O. J., Eom, M. Y. and Park, K. W. 2015. Occurrence and distribution of genetically modified maize (*Zea mays* L.) at a grain receiving port and along transportation routes in Korea. *Kor. J. Int. Agric.* **27**, 321-325.
 8. Ilbi, H., Kavak, S. and Eser, B. 2009. Cool germination test can be an alternative vigour test for maize. *Seed Sci. Technol.* **37**, 516-519.
 9. Jeon, D. W., Park, J. R., Jang, Y. H., Kim, E. G., Ryu, T. and Kim, K. M. 2021. Safety verification of genetically modified rice morphology, hereditary nature, and quality. *Environ. Sci. Eur.* **33**, 1-12.
 10. Jeon, S. H., Yoon, D. K., Oh, S. K., Lee, E. J., Lee, H. J., Lee, B. J., Jung, K. Y. and Cho, Y. S. 2014. Evaluation of seed vigor and morphology by varietal difference of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Kor. J. Crop Sci.* **59**, 457-462.
 11. Ji, H. C., Kim, C. S., Hong, B. Y. and Lee, H. B. 2006. Agronomic characteristics of waxy hybrid corn on the paddy soil conditions. *Kor. J. Agric. Sci.* **33**, 123-127.
 12. Ji, H. C., Lee, J. K., Kim, K. Y., Yoon, S. H., Lim, Y. C., Kwon, O. D. and Lee, H. B. 2009. Evaluation of agronomic characteristics, forage production and quality of corn hybrids for silage at paddy field in southern region of Korea. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* **29**, 13-18.
 13. Kumar, B., Verma, S. K. and Singh, H. P. 2011. Effect of temperature on seed germination parameters in Kalmegh (*Andrographis paniculata* Wall. ex Nees.). *Ind. Crops Prod.* **34**, 1241-1244.
 14. Lee, B., Kim, C. G., Park, J. Y., Park, K. W., Kim, H. J., Yi, H., Jeong, S. C., Yoon, W. K. and Kim, H. M. 2009. Monitoring the occurrence of genetically modified soybean and maize in cultivated fields and along the transportation routes of the Incheon Port in South Korea. *Food Control.* **20**, 250-254.
 15. Lee, S. H., Hwang, I. G., Kim, H. Y., Lee, H. K., Lee, S. H., Woo, S. H., Lee, J. S. and Jeong, H. S. 2010. Starch properties of Daehak waxy corn with different harvest times. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **39**, 573-579.
 16. Park, S. H. 2008. Safety management system of GM food. *Food Sci. Ind.* **41**, 5-15.
 17. Rosegrant, M. W., Leach, N. and Gerpacio, R. V. 1999. Alternative futures for world cereal and meat consumption. *Proc. Nutr. Soc.* **58**, 219-234.
 18. Shin, S. Y., Lim, H. S., Seol, M. A., Jung, Y. J., Kim, I. R., Song, H. R., Lee, J. R. and Choi, W. 2016. Four multiplex PCR sets of 11 LM maize for LMO environmental monitoring in Korea. *Plant Biotechnol. J.* **43**, 473-478.
 19. Shu, K., Meng, Y. J., Shuai, H. W., Liu, W. G., Du, J. B., Liu, J. and Yang, W. Y. 2015. Dormancy and germination: How does the crop seed decide? *Plant Biol.* **17**, 1104-1112.
 20. Singh, K., Singh, V. and Tiwari, D. 2021. Response on growth and yield of maize (*Zea mays* L.) hybrids under agro climatic conditions of Prayagraj (UP). *J. Pharm. Innov.* **10**, 1179-1181.
 21. Son, B. Y., Baek, S. B., Kim, J. T., Lee, J. S., Ku, J. H., Kim, S. L., Jung, G. H., Kwon, Y. U., Ji, H. J., Huh, C. S. and Park, J. Y. 2013. Growth characteristics and productivity of single cross maize new hybrid for silage and grain, 'Yanganok'. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* **33**, 94-99.
 22. Zinn, R., Barreras, A., Corona, L., Owens, F. N. and Plasencia, A. 2011. Comparative effects of processing methods on the feeding value of maize in feedlot cattle. *Nutr. Res. Rev.* **24**, 183-190.

초록 : 유전자변형생물체 옥수수 자생개체 발생가능성 조사

엄규현^{1*} · 장윤희^{1*} · 두샤오셴^{2*} · 김은경¹ · 박재령^{3,4} · 류태훈^{2*} · 김경민^{1,4*}

(¹경북대학교 대학원 응용생명과학과, ²농촌진흥청 국립농업과학원 농업생명자원부 생물안전성과, ³농촌진흥청 국립식량과학원 작물육종과, ⁴경북대학교 해안농업연구소)

수확량을 늘리기 위해 만들어진 유전자변형 옥수수의 수입증가로 인해 환경 방출에 대한 우려가 있다. 실제로 국내에서 수입된 사료용 LMO작물이 유출되어 자생 군락지를 형성한 사례가 발견되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내 유통되고 있는 옥수수사료 및 종자를 이용하여 비의도적 환경유출 및 자생개체의 발생가능성에 대해 분석하였다. 옥수수를 파쇄하여 만든 옥수수 사료의 자생개체 발생가능성 평가에서 옥수수의 발생률은 0.01%로, 옥수수 종자의 발아율에 비해 극도로 낮은 수치가 나타났다. 옥수수의 휴면율 조사에서는 매달 채집한 모든 옥수수 종자가 죽은 종자로 나타났다. 연농1호와 광평옥을 이용한 온도 별 발아율 검정에서는 20℃와 30℃에서 높은 발아율이 나타났으며 10℃와 40℃에서는 상대적으로 낮은 발아율이 나타났다. 또한 모든 발아율검정에서 연농1호가 광평옥에 비해 높은 발아율이 나타났다. 옥수수 3품종의 농업형질 조사를 통해 국내 재배용 옥수수와 해외 재배용 옥수수의 차이를 확인할 수 있었다. 본 연구의 결과는 LMO 유출에 대한 자생개체의 발생 억제 기술 및 환경 위해성 평가의 잡초화 가능성 평가의 기초자료가 될 수 있다.