

大豆抗除草剂特性的遗传及其利用*

张国栋 赵长山

(东北农学院农学系)

摘 要

本文综述了大豆抗除草剂特性的研究现状。分别就大豆品种对八种(类)除草剂的抗性反应作了概述,并列出了已发现的大豆抗、感除草剂基因名单,讨论了抗(耐)性基因的利用方式。

关键词 除草剂;大豆;抗性(耐性)

不同种属植物对除草剂抗(耐)性差别很大,同一种内不同类型间往往也有差异。了解各种作物对不同除草剂的抗、感特性及其遗传特点对合理使用除草剂和开发抗除草剂作物新品种是十分有意义的,关于大豆对除草剂抗性遗传及育种利用国外有一些研究,国内未见报道,本文将对该方面研究作一简单论述。

一、品种的抗性反应

早在1948年Shaw等^[32]就报导了大豆对2,4-D的抗性反应。综合近几十年的研究,Andersen^[3]认为,对大豆抗除草剂特性的研究主要是为了解决以下问题:(1)确定可以施用具有临界安全性的除草剂(如赛克津)的品种;(2)是否有品种对通常无害的除草剂(如苯达松)是敏感的;(3)有些除草剂(如草甘磷)在大豆田不能施用,但它能防除豆田某些很难防除的杂草。是否可选出一些抗性大豆品种;(4)如果有的话,什么品种可抗前茬除草剂的残留(如阿特拉津);(5)如果有的话,什么品种可抗其它作物田所用除草剂雾滴飘移的伤害(如2,4-D,敌稗)。

(一)苯氧基类除草剂(Phenoxy herbicides)

2,4-D是一个在大豆上研究较早的除草剂,1984年Shaw等^[32],将其作为苗前除草剂处理5个大豆品种,结果证明,除品种“Hawkeye”受害较轻外,其它都严重受害。后来Williams^[37],Fribourg & Johnson^[10]和Slife^[33]等工作都证明,大豆不同品种间对2,4-D和2,4,5-T耐性有明显差异。Slife甚至指出,某些品种可以抵抗能够杀死某些杂草的2,

* 本文经王金陵教授审阅,特此致谢。

本文于1991年4月24日收到。 This paper was received on April 24, 1991.

4-D 和 2,4,5-T 叶面喷施剂量,但这些除草剂一直没有真正在大豆田施用。Egli(1973)报导,用 2,4-D 处理的植株后代在种子发芽力、出苗率、干重和叶片生长等方面都有不良表现。

唯一在大豆田施用的苯氧基类除草剂是 2,4-DB。大豆对 2,4-DB 的耐性同样有很大差异,但耐性品种比例明显较高^[17,35,36]。通过对大量品系的选择,Hartwig^[17]第一个培育成了抗 2,4-DB 品种“Tracy”,该品种兼抗根腐病。

(二) 苯达松(Bentazon)

不同研究者对 3,300 多份大豆的研究表明,绝大多数品种是耐苯达松的^[12,19,29],甚至每公顷用 3.4 公斤(2~3 倍于正常用量)的用量处理 300 多个美国和加拿大品种及几个选系时,除“Hurrelbrink”品种外,均表现耐性^[3]。当 Wax 等^[38]用不同剂量的苯达松处理大豆时,品种“Hurrelbrink”在 0.1 公斤/公顷时损伤就达 10%,而品种“Clark 63”在 13.4 公斤/公顷时损伤才达 10%,抗性相差约 134 倍。Connelly 等^[9]发现耐性品种(Hill 和 Clark 63)与感性品种(L78-3263, Hurrelbrink, PI229.342)相比,耐性相差 100~300 倍。

Hayes 等^[20]用一个日本材料“PI229.342”(感)和“Clark 63”(抗)研究抗性生理基础,发现抗性品种“Clark 63”能迅速将苯达松代谢成两种代谢产物(I 和 II),而感性材料“PI229.342”仅能以较慢的速度将苯达松分解成一种代谢产物(III)。因此他们认为,大豆的抗性差异是由于其具有不同的代谢苯达松的遗传系统造成的。Wills 等^[39]用“Hill”(抗)和“Hurrelbrin”(感)所作的研究证明,大豆对苯达松的抗性差别是由于除草剂和代谢产物在植株体内的运转速度不同所致。Connelly 等^[9]报导,抗性品种(Hill 和 Clark 63)在 24 小时内能代谢掉其所吸收的苯达松的 80~90%,而感性品种仅代谢掉 10~15%,他们认为。品种的反应取决于其形成代谢产物的能力。综上所述,大豆品种对苯达松的抗性差异既与药剂在体内的运转速度有关,更与品种代谢苯达松为次生代谢产物的遗传系统有关。

(三) 赛克津(Metribuzin)

赛克津是一个用于大豆田防治阔叶杂草很有效的除草剂,所以大家对它很感兴趣。许多学者都证明品种间抗性差异较大,且该药效应受环境影响也颇大^[3,8,13,15,16,25,26,27,28]。有些品种对赛克津有一定敏感性,有些很敏感。然而,有人从十分敏感的品种“Tracy”,经过水培选出了一个除抗药性发生变异外,其它特性都一样的品种“Tracy-M”^[19],该抗性受单基因控制,并与抗根腐病基因相连锁。

(四) 草甘膦(Glyphosate)

草甘膦能防除多年生杂草,但其选择性很差。Jeffery 等(1973)和 Connelly 等(1975)发现大豆品种间反应有一定差异;Mcwhorter 等(1976)认为已推广大豆品种没有足够的抗性能使该除草剂直接于大豆田中应用^[3]。Hartwig^[19]对 30 个大豆品种(系)喷施草甘膦,结果有些被杀死,极个别的损伤很轻。他对 200 份原产东亚的大豆进行试验的结果表明,6%的品种受害程度低于 15%,而 21%的品种受害程度高于 85%。品种“Tracy”似乎抗性较好,但在不同环境中抗性变化很大。草甘膦在大豆田直接应用可能还很遥远。

(五) 阿特拉津(Atrazine)

玉米地施阿特拉津的残留,有时会影响后茬大豆。Bozarth 等(1973)和 Riley(1973)发

现,有些品种能耐受 1.12 公斤/公顷的用量而没有明显的产量损失,这样看来似乎上年玉米地残留的阿特拉津对下茬大豆不会构成影响,但在美国中西部地区这一问题却很严重^[3]。Andersen^[4]筛选了 2700 份大豆,也未找到明显的抗阿特拉津的品种,但他发现,籽粒大小与抗性呈正相关,籽粒越大抗性越强。我们 1990 年用盆栽试验、土壤处理,两个用量(1 与 2 公斤/公顷)筛选了 600 多份品种(系),所有材料均被杀死。

(六)磺酰脲类除草剂(Sulfonylurea Herbicides)

磺酰脲类除草剂高效低毒,是一类很有发展前途的除草剂。Sebastian 等^[30]用诱变剂 ENU 诱变选出了四个较抗氯磺隆(Chlorsulfuron)的大豆突变体。Sebastian 等^[31]又用另一种诱变剂诱变选出了一个新的抗性突变体。我们 1990 年对 200 份大豆试验表明,品种间对叶面喷施氯磺隆的反应差别很大,大多数严重受害,表现黄化、矮化、畸形,严重减产甚至死亡,只有两份材料表现较好。

(七)敌稗(Propanil)

Smith 等^[34]用 10 个品种做试验发现,不同品种间对敌稗抗性差异很大。在用药量为 0.56 公斤/公顷时,品种“Hill”减产 1%,而品种“Hood”减产 18%;在用药量为 3.4 公斤/公顷时,“Hill”减产 32%，“Hood”减产 93%。

(八)DPX5969

Hartwig^[19]对 325 份推广品种、品系和原始材料进行了抗 DPX5969 筛选,品种品系和原始材料间抗性差异比较明显,几乎所有推广品种和品系都具有抗性,一份老的原始材料喷药后不久即死亡。

二、品种的抗性遗传

Bernard 等(1975)报道,“Clark 63”对苯达松的耐性反应是由显性基因(Hb)控制的,而 PI229.342 的感性反应则受对应的隐性基因(hb)控制^[3]。

Edwards 等(1976)发现“Hood”品种对赛克津的耐性是由显性基因(Hm)控制的,品种“Semmes”具有对应的隐性基因(hm),Kilen(1983)证明,“Tracy”的基因型是 hmhm,从“Tracy”中选出的“Tracy-M”则可能含有其对应的显性基因(Hm)。“Altona”含有隐性基因 hm^[14]。

Sebastian 等^[30]对他们用化学诱变法从 Williams 82 中选出的耐磺酰脲类除草剂品系 1-184A,1-183A,1-166A 和 1-126A 进行遗传研究,发现 1-184A 和 1-183A 含有相同的隐性突变基因 hs1,1-166A 和 1-126A 分别含有隐性突变基因 hs2 和 hs3,这三个基因可能是连锁的非等位基因,Williams 82 含有其对应的显性基因。Sebastian 等^[31]报道,他们用诱变法选出一个新的抗磺酰脲类除草剂的突变体 W20,该系的抗性是单基因控制,对以上的 hs1,hs2,hs3 基因来说,是半显性(Semidominance),非等位的,定名为 Als1。由于研究群体较小,尚不能肯定 Als1 和 HS1、HS2、HS3 是独立的。

中国科学院和中国农科院合作,通过基因工程手段,将龙葵叶绿体的抗阿特拉津基因转入大豆体内,并得到表达;据报道,在大豆中仍属叶绿体抗性^[1]。美国 Monsanto 公司利用以农杆菌为媒介的基因转移系统,把耐草甘膦基因转入大豆。转基因植株后代的抗性表现 3:1 的分离比例(Hinchee 等,1988)。

表 1 大豆抗除草剂基因
Table 1 Genes for resistance to herbicides

基 因 Gene	表 现 型 Phynotype	品 种(系) Vanety(line)	参 考 文 献 Reference
Hb	耐苯达松 Tolerant to Bentason	clark 63	Bernard et al , 1975,SGN
hb	感苯达松 Sensitive to Bentason	PI229. 342	
Hm	耐赛克津 Tolerant to Metribuzin	Hood	Edwards et al. , 1976,Crop Sci.
hb	感赛克津 Sensitive to Mentrubuxin	Semmes	
Hs1	感 SU * Sensitive to SU	Williams 82	Sebastian et al. , 1987,Crop Sci.
hs1	耐 SU Tolerant to SU	1--193A、1--184A	
Hs2	感 SU Sensitive to SU	Williams 82	Sebastian et al. , 1987,Crop Sci.
hs2	耐 Su Tolerant to Su	1--166A	
Hs3	感 SU Sensitive to SU	Williams 82	Sebastian et al. , 1987,Crop Sci.
hs3	耐 SU Tolerant to SU	1--126A	
Aisl	抗 SU Sensitive to SU	W50	Sebastian et al. , 1989,Crop Sci.
als1	感 SU Sensitive to SU	Williams 82	

* SU 磺酰脲类除草剂

三、讨 论

选育一个作物新品种的费用大约相当于开发一个新除草剂费用的 1~5%^[2],选育一个抗除草剂的作物新品种比创造一个选择性除草剂经济的多,所以选育抗除草剂作物新品种是很有重要意义的。综合已有文献报道,大豆对许多除草剂都存在抗性差异,但对有些除草剂已筛选出具有足够高抗性的基因,有些尚没有。而到 1986 年 7 月,世界上已在 19 个杂草种中发现了抗三氮苯类除草剂的生物型,9 个杂草种(不包括藻类)发现有抗其它除草剂(如百草枯,2,4-D 氟乐灵,敌草隆,禾草灵和避哒酮)的生物型^[24]。因此,培育

抗除草剂的大豆新品种可以采用以下两种主要途径:(1)如果对某类除草剂大豆上已筛选出具有足够高抗性水平的基因,就可利用常规的杂交育种方法选育抗除草剂新品种;(2)如果对某类除草剂大豆上尚未选出抗性基因,而在杂草中或其它不同种属的生物上发现了抗性基因,则可利用基因工程手段或外源 DNA 导入技术,结合杂交回交,培育大豆新品种。

另外,抗除草剂基因可作为标记基因在遗传研究、育种或种子生产中加以利用。例如,若某优异性状遗传力低不易选择,而又与抗除草剂特性相连锁,我们在育种过程中就可利用连锁关系和抗除草剂这一标记性状对该优异性状进行选择。用感除草剂材料作母本,抗除草剂材料作父本杂交, F_1 可用除草剂去除伪杂种。在抗除草剂育种群体中,可用除草剂剔除其中的非期望类型。一个抗除草剂的品种中若由于某种原因混进了敏感品种的种子,可用除草剂去杂。

目前,关于抗除草剂特性的遗传和利用研究还较少,但随着除草剂施用面积的迅速扩大,和除草剂 解决某些难以解决的问题的重要性的增加,在不远的将来,必然有越来越多的人对抗除草剂特性感兴趣,必然有更多的人对抗性特点、机制、遗传、筛选、诱发和利用进行研究,其结果将对生物工程和农业生产产生有益的影响。

参考文献

- [1] 中遗作,1989,作物杂志,1:3.
- [2] 苏少泉,1989,除草剂概论,科学出版社。
- [3] Andersen, R. N., 1976. P444—452. In Lowell D. Hill(ed.). World Soybean Research. The Interstate Printer & Publishers, Inc.
- [4] Andersen, R. N., 1970, Weed Sci., 18:162—164.
- [5] Barrentine, W. L. et al., 1975. Abstr. Weed Sci. Soc. Amer. P8.
- [6] Bernard, R. L. et al., 1975. Soybean Genet. Newsl. 2:46—47
- [7] Boterman, J. et al., 1988. P321—340. In G. E. Russell(ed.). Biotechnology & Genetic Engineering Reviews. Vol. 6. Intercept Ltd.
- [8] Cole, R. H., 1964. Proc. Northeast Weed Contr. Conf. (Suppl.) 18:16.
- [9] Connell, J. A. et al., 1988. Weed Sci., 36:417—423.
- [10] Friberg, H. A. et al., 1955. Agron. J., 47:171—174.
- [11] Fuerst, E. P. et al., 1986. Weed Sci., 34:344—351.
- [12] Godbold, E. D. et al., 1974. Proc. S. Weed Sci. Soc., 27:64.
- [13] Gossett, B. J. et al., 1974. Proc. S. Weed Sci. Soc., 27:65.
- [14] Hanson, P. M. et al., 1986. Soybean Genet. Newsl., 13:111—114.
- [15] Hardeastle, W. S., 1974. Weed Research, 14:181—184
- [16] Hardeastle, W. S., 1974. Abstr. Weed Sci. Soc. Amer., P3
- [17] Hartwig, E. E., 1974. Crop Sci., 14:777.
- [18] Hartwig, E. E., et al., 1977. Crop Sci., 17:979.
- [19] Hartwig, E. E., 1987. Weed Sci., Vol. 35(Suppl. 1):4—8.
- [20] Hayes, R. M. et al., 1975. Weed Sci., 37(4):491—497.
- [21] Hoagland, R. E., 1989. Weed Sci., 37(4):491—497.

- [22] Jeffery, L. S. et al. , 1973. Proc. S. Weed Sci. Soc. , 26:36~42.
- [23] Kilen, T. C. et al. , 1983. Crop Sci. , 23:894~896.
- [24] Labaron, H. M. , 1987. Weed Sci. , Vol. 35(Suppl. 1);2~3.
- [25] Mangeot, P. J. et al. , 1975. Abstr. Weed Sci. Soc. Amer. P9.
- [26] Parka, S. J. et al. , 1975. Abstr. Weed Sci. Soc. Amer. P10.
- [27] Pitbaldo, R. E. , et al. , 1974. Res. Rep. Can. Weed Comm. (East. Sect.)P132~134.
- [28] Pitbaldo, R. E. , et al. , 1974. Res. Rep. Can. Weed Comm. (East. Sect.)P132.
- [29] Pitbaldo, R. E. , et al. , 1974. Res. Rep. Can. Weed Comm. (East. Sect.)P134~135.
- [30] Sebastian, S. A. et al. , 1987. Crop Sci. , 27: 948~952.
- [31] Sebastian, S. A. et al. , 1987. Crop Sci. , 29:1403~1408.
- [32] Shaw, W. C. et al. , 1948. Res. Rep. N. Cent. Weed Contr. Conf.
- [33] Slife, F. W. , 1956. Weeds, 4:61~68.
- [34] Smith, R. J. et al. , 1973. Weed Sci. , 21:279~281.
- [35] Walters, H. J. et al. , 1968. Plant Dis. Rep. , 52: 355~357.
- [36] Wax, L. M. et al. , 1974. Weed Sci. , 22: 35~41.
- [37] Wilcox, J. R. , 1987. Soybeans: Improvement, Production and Uses.
- [38] Williams, J. H. , 1953. Agron. J. , 45:293~297.
- [39] Wills, G. D. , 1974. Proc. S. Weed Sci. Soc. , 27:365~368.

SOYBEAN TOLERANCE TO HERBICIDES AND ITS INHERITANCE AND UTILIZATION

Zhang Guodong Zhao Changshan

(Department of Agronomy, Northeast Agricultural College, Harbin 150030)

Abstracts

Soybean tolerance to several kinds of herbicides (including 2,4-D, 2,4-DB, 2,4,5-T, Metribuzin, Bentazon, Glyphosate, Propanil, Sulfnylurea, Atrazine and DPX5969) are discussed here. Genes for tolerance are listed. We also make suggestions about the utilization of the genetic performance of each tolerance.

Key words Soybean; Herbicide; Resistance