

大豆耐盐性研究进展*

邵桂花

常汝镇 陈一舞

(中国农科院作物所)

(中国农科院品种资源所)

全世界有 9.55 亿公顷的盐碱地,我国约有 2600 万公顷,其中盐碱耕地约 660 万公顷。从增产粮食的需要出发,开发利用盐碱地,提高盐碱耕地的作物产量,具有十分重要的意义。改造利用盐碱地是一项巨大的工程,耗资也多。采用生物方法,种植耐盐作物,筛选作物的耐盐品种并加以利用,是一种行之有效的措施。

盐对植物的影响是多方面的,从种子萌发到发育成熟都受到盐的作用。作物不同,耐盐性也不同,大豆属于中等耐盐作物,国内外对大豆耐盐研究已有一些报道,为促进大豆耐盐研究,发展盐碱地大豆生产,我们将有关研究资料作一简要介绍

一、盐害对大豆的影响

(一)对大豆萌发的影响 在盐碱地上种植大豆,首先要保证能正常地发芽出苗,因此萌发期的耐盐性是很重要的。盐分的积累往往导致种子发芽和生长的减弱,Abel 等(1964)用 6 个大豆品种、6 种盐浓度进行试验。其结果,盐分降低了所有品种的发芽百分率和出苗速度。加盐 0.05% 和 0.1% 时,种子都能达到终极发芽,含盐量在 0.1% 以上则降低了终极发芽。他们认为这是由于渗透压和盐毒害综合作用的结果。

在低和高含盐量条件下,品种的出苗率有不同的反应。有的品种在低盐条件下发芽速率较高,在高盐条件下则较低。相比之下,耐盐品种 Lee 在低含盐量水平下发芽相对较慢,但在高盐条件下则相对较快。含盐量增加时出苗速率的变化可能是由于氯离子对种子萌发作用的差异。

Weil 和 Khalil(1986)的研究也指出,电导率为 4.5ds/m 就足以显著降低品种 Lee 和 Jackson 的萌发。相比之下,耐盐品种 Lee 在电导率 0.5 到 8.5ds/m 时,萌发率都比敏感品种 Jackson 高。

我们的研究表明,大豆萌发过程中的不同阶段耐盐性不同,从种子吸水膨胀到侧根生长呈递减趋势,即吸水膨胀>萌发>胚根生长>侧根生长。盐类不同,对种子萌发率、种子活力的影响也不同,在同一渗透压下, Na_2CO_3 对种子萌发率降低的作用是 NaCl 和 Na_2SO_4

* 本文于 1992 年 6 月 22 日收到。

This paper was received on June 22, 1992

的 7—8 倍,对种子活力的危害则更大。在 0.08M 浓度下,Na₂CO₃ 中的萌发高峰值比在 NaCl 和 Na₂SO₄ 中晚两天出现。

(二)对大豆植株和产量的影响 Abel(1964)的研究指出,加盐导致株高和小叶大小的减少,在 6.5ds/m 的含盐量下,株高和小叶大小在生育中期大约是它们对照的 90%,在更高含盐量下,株高所受影响比小叶大小要大。耐盐品种小叶大小在 13.7ds/m 时是对照的 70%(Abel 等,1964)。Weil 等(1986)报道,含盐量降低了所有品种的株高和植株干物重,敏感品种所受影响大于耐盐品种。

Parker 等(1983)指出,由于氯的毒害,引起叶片枯萎,在营养生长和开花早期受害植株下部叶片可能脱落,而上部叶片症状不显,随季节的进展症状加重,受害叶片增多。老叶沿叶缘变黄,伴随叶缘卷曲和坏死斑,症状向上发展,直到全部叶片受害。上部叶片症状出现后 1 到 3 周内常常出现落叶。ParKer 等(1987)进一步研究指出,增加氯的施用量,增加了品种 Bragg 叶片枯萎症状,使地上部和根部生长显著下降。

Pantalone III (1990)的研究表明,在高盐(NaCl 含量为 920mg/g)田中,供试 12 个基因型平均产量为 1400kg/ha,而在低盐(535μg/gNaCl)田中产量为 2210kg/ha。对盐最敏感的 Essex 产量只有 400kg/ha, Jackson 产量为 530kg/ha,耐盐的 Lee 为 1300kg/ha,新选育的耐盐品系 MD83—5198 产量达 2360kg/ha。研究还表明 12 个基因型的株高都下降了,而种子质量和倒伏性则没有显著差异,耐盐品种粒大小下降比敏感品种小的多。Essex 和 Jackson 百粒重分别下降了 30%和 23%,耐盐的 MD83—5008 和 MD83—5198 仅下降了 4%和 5%。

笔者等的研究表明,敏感品种与耐盐品种相比,株高、主茎节数、分枝数、单株荚数、单株粒重、百粒重等性状受盐害的影响要大得多。敏感品种分枝数和单株粒重受影响最大,与对照相比,分别下降了 51.3%和 69.9%,耐盐品种分别下降 19.6%和 30.2%。百粒重敏感品种和耐盐品种分别下降了 31.4%和 24.5%。

(三)对根瘤的影响 Weil 等(1986)的研究结果,根瘤干物质在生长 65 天时测定,电导率为 0.5ds/m 时耐盐品种 Lee 和敏感品种 Jackson 为 32—38mg/株,当电导率增加到 4.5ds/m 时, Jackson 的根瘤干物质迅速下降到 5mg/株,而 Lee 仍保持近于 30mg/株。增加含盐量对这两个品种的含氮量没有显著作用,组织氮含量的增加(或不减少)表明固氮受含盐量的影响小于干物质产量,这个结果与 Bernstein 等(1966)及 Singleton(1983)的结果一致。他们发现大豆品种 Lee 和 Davis 的干物质产量直线下降,而组织的氮含量却没有显著的变化。

Singleton 和 Bohlood(1984)研究了盐对大豆根瘤形成的影响,在 NaCl 含量为 26.6 毫克分子(millimolar)时,根瘤数量和重量减少约 50%,在 53.2 和 79.9 毫克分子 NaCl 时减少 90%以上。根瘤平均重量显示,根瘤发育受盐的影响不像根瘤数量那么大。总固氮酶活性(C₂H₂ 还原作用)与根瘤数及其干重成比例地减少,而特殊固氮酶活性很少受含盐量的影响,直到 79.9 毫克分子 NaCl 都没有显著降低。Bernstein 和 Ogata(1966)指出,NaCl 增加,根瘤大大地减少,根瘤干重百分率随含盐量增加而显著下降。

(四)氯的积累 Abel 等(1964)观察到耐盐品种茎和叶中氯积累是很有限的,而中耐和敏感品种茎和叶中氯的量积累到很大的程度。生育中期 7 月 18 日测定,茎中氯的含量,

对照为 5400ppm, 含盐量为 9.6ds/m 时, 氯增加到 27300ppm; 叶片氯的含量从 6500ppm 增加到 42300ppm, 分别增加了 5 倍和 6.5 倍。中耐和敏感品种茎和叶氯的含量分别是耐盐品种的 10 倍和 15 倍。中耐和敏感品种茎和叶氯的含量随植株年令而增加, 当茎和叶氯的含量分别超过 15000ppm 和 30000ppm 时, 最终死亡就发生了。根中的氯随含盐量的增加而逐渐增加, 7 月 18 日测定, 对照为 3300ppm, 含盐量为 9.6ds/m 为 13000ppm, 增加了 4 倍。

Parker 等(1983)的研究指出, 敏感品种叶片氯的含量平均为 1.67%, 耐盐品种为 0.09%, 高出 18 倍。种子中氯的含量分别为 682 μ g/g 和 111 μ g/g, 相差 6 倍。敏感品种叶片和种子中 P、K、Ca 和 Mg 的平均含量也高于耐盐品种。Parker 等(1987)进一步指出, 增加氯的施用量, 增加了植株地上部和种子中的氯, 并降低了植株地上部和种子重量。耐盐和敏感品种叶、茎和荚中氯的浓度随氯的施用量的增加而增加, 而敏感品种中的量更高些, 而耐盐品种根中的氯比敏感品种高。

Grattan 和 Maas(1984)研究了氯和磷对大豆的影响, 在非盐条件下, 增加无机磷对生长没有作用, 高量的盐和无机磷结合使品种 Clark、Kanrich 致死。Clark 和 Kanrich 叶片含有非正常量的磷, 表明伤害的主要原因是盐引起了无机磷的毒性作用。他们进一步进行耐盐与耐磷品种的嫁接试验, 证明叶片磷和氯的积累主要受砧木基因型的控制。

二、耐盐资源的筛选

邵桂花等(1986)利用抽提地下咸水, 配以淡水, 进行大田耐盐筛选研究。首先通过试验, 建立了一套大豆种质资源耐盐性田间鉴定方法, 确定了鉴定时期、处理浓度、调查标准以及评价耐盐级别的方法, 继而对大豆种质进行耐盐性筛选研究。结果表明, 大豆品种间存在着明显的耐盐差异, 1983—85 年共鉴定 1716 个品种, 包括重复鉴定共 4000 多份次。出苗阶段用 15ds/m, 苗期用 17ds/m, 花荚期用 26ds/m 处理, 绝大多数品种严重受害死亡, 少数品种不受害或受害很轻。出苗期耐盐和比较耐盐的 242 个品种, 占 14.1%, 苗期和花荚期约各占 5% 左右。其中全生育期耐盐的品种共有 7 个, 即文丰 7 号、文丰 4 号、济阳大黑豆、锦豆 33、锦 6604—24、铁丰 8 号和丹豆 2 号。研究还发现同一品种不同生育阶段耐盐性不同, 品种来源不同, 耐盐性也有差别, 表明耐盐品种是在盐渍环境下长期自然选择的结果。

“七五”期间, 由中国农科院品种资源所主持, 组织协作, 对我国 10128 份大豆资源进行芽期和苗期耐盐性鉴定。筛选结果, 芽期耐盐的(1、2 级)924 份, 占 9.1%, 苗期耐盐的 457 份, 占 4.5%。芽期和苗期都表现耐盐的 283 份, 其中均为 1 级的有 82 份。

鉴定结果表明, 来源于盐碱地区、干旱地区的品种耐盐性相对较强。大豆耐盐性与某些农艺性状有关, 芽期耐盐性与粒色、粒形和粒大小有关, 大多数情况下, 褐色、扁形、小粒品种耐盐性较强, 黄粒、圆粒、大粒品种耐盐性较弱。苗期耐盐性除与子粒性状有关外, 还与某些植株性状有关, 茎细软、半蔓生、无限或亚有限品种耐盐性较强。

Pantalone Ⅱ(1990)的研究结果, 将 12 个大豆基因型分为两类, Lee、MD83-5008、MD83-5198、Miles 和 Morgan 是耐盐的, 而 Clark、Essex、Jackson、MD71-508、Stafford、Pyramid 和 Toano 是敏感品种。其中 MD83—5008、MD83—5198 和 Morgan 是三个有希望的新的耐盐基因型, 在高盐(NaCl 含量为 920 μ g/g)地点是产量最高的品系, 即不表现退绿症

状,叶片氯的含量也低。Morgan 是新发放的品种,有相对较高的蛋白质含量,MD83—5008 表现高产,又抗孢囊线虫,将以 Manokin 命名发放。

三、耐盐性的遗传

如前所述,对耐盐敏感的品种茎和叶中大量积累氯离子,耐盐品种则排斥氯,而叶片分别表现出坏死斑和无坏死斑。Abel(1969)用吸收氯的敏感品种与排斥氯的耐盐品种配制组合,在低盐土壤上培养 F_1 代,每一组合的 F_2 代及亲本先种于低盐土壤,以得到完整的幼苗并使早期生长健旺,出苗后 1 个月,灌溉水中加等量的 $NaCl$ 和 $CaCl_2$ 混合物,使土壤从表面到 30 厘米深处含盐量逐步增加到 7ds/m。

将各组合和亲本全部植株分为有坏死斑和无坏死斑,同时每一组合随机挂牌 30 株,并从中随机取 10 株,取近于成熟的叶测定氯的含量, F_3 和回交 F_2 也种于盐圃,根据坏死斑将其分为纯合的和分离的。

氯的积累相似的组合(吸氯 \times 吸氯、排斥 \times 排斥,即敏 \times 敏和耐 \times 耐) F_2 群体在坏死斑和氯的积累方面具有同亲本相同的特征。氯的积累不同的亲本所形成的 F_2 群体,表现出氯的浓度低,无坏死斑,与氯的浓度高有坏死斑为 3:1 的比例。由相似亲本衍生的后代 F_3 对氯的积累是统一传代的。氯的积累不同的亲本衍生的后代 F_3 中,排斥氯的 F_2 植株分离比例为 1 个排斥氯的品系对 2 个分离品系。相反,吸收氯的 F_2 植株后代是纯合的。这一结果表明大豆耐盐性为一对基因控制,耐盐属显性,对盐敏感为隐性。基因符号分别为 Ncl 和 ncI 。

四、耐盐种质创新

耐盐资源鉴定中筛选出一些育成品种具较强的耐盐性,文丰 7 号即是其中之一,笔者在分析了该品种的系谱后指出,耐盐育成品种亲本的耐盐性是来自盐渍土地区的农民长期选择和自然选择所形成的,说明通过亲本筛选和有目的地选配组合,可以育成耐盐性更强的丰产新品种(邵桂花,1990)。

笔者在进行耐盐大豆资源筛选的同时,进行了耐盐大豆种质创新以及耐盐品种选育的研究,由于可借鉴的资料和经验很少,首先将筛选出的耐盐材料用钴 60γ 射线处理,进行诱变选种,目前已有若干品系表现耐盐,适合作黄淮早熟夏大豆,在盐土地上试种收到较好效果,较好的品系有 9—13、9—09、89—15、89—11、89—17 等。

在鉴定基础上,利用高产良种与耐盐品种配制杂交组合,表现突出的组合如锦豆 33 \times 鲁豆 4 号、文丰 7 号 \times 鲁豆 4 号等,其后代品系已进入品比阶段,即表现耐盐,又有较好的农艺性状和产量。

在选育过程中初步探索出耐盐大豆品种选育程序。首先选择生态型适宜的高产品种与耐盐品种配制杂交组合,尽可能选择即耐盐而综合性状又好的材料为亲本, F_1 去除伪杂种, F_2 种子尽数种在供耐盐鉴定的盐圃,苗期以一定浓度的盐液处理(我们采用抽提地下海水兑淡水的方法),以筛选耐盐品系,选出的耐盐株系在正常田块上进行农艺性状选择, F_3 或 F_4 品系在育种圃场进行产量鉴定,同时又在盐圃再次鉴定耐盐性,进入品比后按常规育种方式进行,并在盐碱地上试种。

陈云昭(1989)将大豆小真叶外植体接种到含不同浓度 $NaCl$ 的选择培养基上,愈伤组织诱导率随 $NaCl$ 浓度增高而降低。获得再生植株的最高 $NaCl$ 浓度为 0.25%。对照的再

生植株分化频率为 31.6%，在 NaCl 为 0.1、0.15、0.2 和 0.25% 的选择培养基中，再生植株分化频率分别为 27.6、18.1、9.3、4.4%。用连续逐级转移愈伤组织，不断加强选择压的方法，可使筛选耐盐再生植株的最高 NaCl 浓度提高到 0.3%。采用组织培养的方法进行耐盐材料的创造是可行的，而且是较简便而快捷的方法。

参 考 文 献

- [1] 邵桂花、宋景芝、刘惠令, 1989, 中国农业科学(6), 30-35
- [2] 邵桂花, 1986, 作物杂志(3), 36-37
- [3] 邵桂花, 1990, 作物杂志(4), 36
- [4] 陈云昭, 1989, 大豆科学 8, 339-343
- [5] Abel, G. H. and A. J. Mackenzie, 1964, Crop Sci. 4, 157-161
- [6] Abel, G. H., 1969, Crop Sci. 9, 697-698
- [7] Bernstein, L. and G. Ogata, 1966, Agron. J. 58, 201-203
- [8] Grattan, S. R. and E. V. Maas, 1984, Agron. J. 76, 668-675
- [9] Grattan, S. R. and E. V. Maas, 1985, Agron. J. 77, 890-895
- [10] Parker, M. B. et al, 1983, Agron. J. 75, 439-443
- [11] Parker, M. B. et al, 1987, J. Plant Nutr. 10, 517-538
- [12] Pantalone F, V. R., 1990 Ph. D. thesis
- [13] Singleton, P. W. and B. B. Bohlood, 1984, Plant Physiol. 74, 72-76
- [14] Weil, R. R. and N. A. Khalil, 1986, Agron. J. 78, 67-70

第五届全国大豆学术讨论会 暨《大豆科学》编委会简讯

由中国农学会大豆专业委员会和山东省农科院共同主办的“第五届全国大豆学术讨论会”于 5 月 18 日至 21 日在青岛召开。来自全国各地的大豆专家、学者 200 余人参加了会议。著名大豆专家、第三届大豆专业委员会理事长王全陵教授出席了会议，并在大会上做了第三届大豆专业委员会工作报告，国家科协副主席、中国农科院王连铮院长也出席了会议，他在大会上向代表们传达了国务院召开的“研究发展我国大豆会议”的精神。会议期间，代表们通过大会发言和小组讨论的形式，交流了科研、生产的成果和经验。

会议期间，《大豆科学》编辑部召开了编委会。会上，编委们肯定了《大豆科学》创刊十二年来的工作和成绩。《大豆科学》杂志做为我国大豆专业唯一的学报类期刊，代表了我国大豆专业的研究水平，为宣传我国大豆研究领域的科研成果，促进国内外学术交流做出了贡献，为大豆科技工作者提供了学术交流的园地，深受大豆界学者的欢迎。编委们希望继续办好《大豆科学》，不断提高学术水平和质量。编辑部的代表向多年来热情支持和帮助《大豆科学》的编委们致以衷心的感谢，并希望大家共同携手，努力办好《大豆科学》。

(本刊编辑)