

施钾对增强大豆抗旱性的影响*

李舒凡

沈桂琴 徐美德

(中国农科院品资所)

(中国农科院土肥所)

摘 要

施钾提高了大豆植株含钾量,产生一系列的抗旱特性如:根、茎、叶的维管束的发达,利于吸收和贮存水分及养分,由于细胞壁和厚角组织厚,保水力强,在高温条件下,能抗高温。质膜透性小,气孔阻力大,蒸腾速度减慢,束缚水含量高等。故大豆施钾可提高抗旱性而增产。

关键词 大豆;施钾;抗旱性

前 言

大豆是需钾量较多的作物,施钾能增强大豆的抗旱性,比不施钾的增产6—20%。本项工作拟通过大田、盆栽、水培,探讨施钾对大豆抗旱性的影响,为施钾肥提供理论依据。

材 料 和 方 法

一、栽培试验

1. 大田试验:在山东昌潍进行,土壤为棕壤,速效钾含量为73.5ppm,处理每亩施氯化钾10kg和20kg做基肥,均为1.2亩,以不施肥为对照。

2. 盆栽试验:用盛9kg土盆钵,土壤为广西省石灰质母岩发育的石灰性粘土,速效钾为60ppm,处理每盆施氯化钾1.03g和2.06g,3次重复,以不施钾为对照。大豆品种为科遗8号,6月28日播种,10月5日收获。

3. 水培试验:采用Hoagland完全营养液和缺钾营养液培养大豆幼苗,制成石蜡切片,观察施钾对大豆细胞形态结构的影响和对大豆生长发育的作用。

二、测定方法

1. 植株和叶片含钾量测定,采用火焰光度法。

* 本研究得到梁德印先生的精心指导和帮助,深表谢意。
本文于1992年8月12日收到。 This paper was received on Aug. 12, 1992.

2. 叶片束缚水测定:在水培施钾处理中,出苗后取 45 天苗龄叶和对照叶称鲜重,然后在 35℃ 恒温室中风干直到恒重为止。鲜重—风干重=自由水,再把已恒重的叶片放在 78—80℃ 烘箱中,烘 8 小时后称重,风干重—烘干重=束缚水。

3. 电导率测定:用 DDS—11A 型电导仪在 20℃ 100 分钟、30℃ 100 分钟、40℃ 120 分钟三种处理温度下测定水培和盆栽大豆叶片外渗液的电导率(EC),测定时盆栽土壤含水量为 10%±1。

4. 气孔阻力的测定:在大豆盛花期用气孔阻力仪(LI—700)测气孔阻力。

结果与分析

一、大豆幼苗根、茎叶的显微形态结构切片表明(图 3、4),钾素对大豆维管组织的发育有极为明显的作用。施钾处理的维管组织发育良好,导管壁厚,导管数目多,叶中发达的维管组织使叶脉形成较大的隆起,维管组织中的木质部细胞和韧皮部细胞不仅数目多,而且排列整齐。而缺钾大豆叶的维管组织发育不良,虽也有隆起的叶脉,但叶脉的隆起小得多,不仅维管组织的细胞少,形态和排列不整齐,而且木质部和韧皮部的细胞排列没有明显层次。施钾的厚角组织比对照发达。维管组织输送水分和养分,并有储存养料和支持作用,维管组织贯穿整个植物体,维管组织发育不良,不仅影响作物对水分、养分的运输和储存,也减弱了作物的支撑能力。因此,在干旱气候条件下,施钾植株因维管束发达有利于抗旱。

二、施钾对大豆增产效应和缺钾黄化症

用水培、盆栽和大田培育施钾和缺钾(对照)的大豆幼苗,观察钾素对大豆细胞发育的影响,结果表明,大豆缺钾后,细胞形态先发生变化,到一定程度,植株外部显现出缺钾症状—叶片黄化。先从叶缘和叶尖失绿,而后出现零星斑点,继而叶面凹凸不平,斑点逐渐扩大,黄化从边缘向中部发展,以至全叶黄化,提早脱落。而施钾处理的大豆叶色青绿,叶大、叶多、功能叶保绿时间多延长 40—50 天,有利于同化作用和营养物质的积累,有利于增产。

表 1 施钾对大豆生长发育及产量性状的影响

(盆栽试验)

Table 1 Effects of potassium on growth and yield characters of soybean plant

(pot experiment)

处 理 Treatment	株 高 (厘米) Plant height (cm)	单株叶数(个) No. of leaves per plant	单株有效荚(个) No. of efficient pods/plant	单株粒数(个) No. of seeds per plant	单株粒重(克) Weight of seeds per plant(g)	百粒重(克) Weight of 100 seeds (g)
对 照 CK	43	12.0	9.4	13.9	2.02	14.5
施 钾 K added	65	18.0	15.2	34.1	5.96	17.4
倍 量 钾 Double K	66	18.5	15.3	43.2	6.65	15.3

图 1 为盆栽试验施钾生长势与缺钾黄化现象。

从图2可以看出,缺钾的大豆叶片细胞萎缩,坏死的现象。

无论盆栽试验还是大田试验,都证明了施钾对大豆增产有明显的影

表2 钾肥对大豆产量及主要农艺性状的影响 (山东昌淮)

Table 2 Effects of potassium fertilizer on soybean yield and main agronomic characters (Shan Dong Changwei)

处 理 Treatment	单株分枝数 (个) No. of branch per plant	单株有效荚 (个) No. of efficient pods/plant	单株粒数 (个) No. of seeds per plant	单株粒重(克) Weight of seeds per plant (g)	百粒重(克) Weight of 100 seeds (g)	亩 产 量 (kg) Yield of mu. (kg)	亩增产 (kg) Increased yield of mu. (kg)	增产率(%) Increase in yield (%)
对 照 CK	0.1	21.8	37.0	4.3	12.4	67.5		100.0
施 钾 K added	0.6	28.1	43.2	5.3	12.8	86.7	14.2	128.4
倍量钾 Double K	0.8	24.1	42.0	5.0	12.7	78.4	10.9	116.1

三、施钾提高了植株和叶片的含钾量

施钾后大豆叶片和植株中的含钾量明显提高,见表3,叶片中含钾量是对照的2倍,植株中钾的含量是对照的3—4倍,由于一价的钾离子外面有偶极的水分子包被着,它有助于细胞保持水分而增加细胞的膨压,使细胞充水膨胀,促使植物茎、叶挺直生长。可见含钾量高的植株在干旱的条件下,因植株保水力强蒸腾作用损失的水分少而有利于抗旱。

表3 钾肥对大豆植株和叶片含钾量的影响

Table 3 Effects of potassium fertilizer on potassium content in plant and leaf of soybean

处 理 Treatment	植 株 含 钾 量 (ppm) Potassium content of plant (ppm)	叶 片 含 钾 量 (ppm) Potassium content of leaves (ppm)
对 照 CK	2500	3070
施钾肥 K added	9870	6630
倍量钾 Double K	9910	7610

四、施钾提高了大豆叶和根束缚水的含量

由表4结果可以看出,施钾植株的叶和根中的束缚水含量明显增加,它们分别是对照的1.5—2.0倍。根据苏联植物生理学家马克西莫夫的研究,确定作物的抗旱性是由抗热

表4 施钾对大豆叶、根中束缚水含量影响的比较

Table 4 Comparision between the effects of applying potassium on bond—water content

部 位 Parts	处 理 Treatment	束 缚 水 (占总量%) Bond water/total (%)
叶 片 Leaves	施 钾 K added	3.1
	对 照 CK	2.1
根 系 Root	施 钾 K added	2.0
	对 照 CK	1.0

性和抗脱水性决定的,而作物的抗热性和抗脱水性与原生质的粘性有密切的关系,凡束缚

水含量高、自由水含量低的,原生质粘性就越大,也就越能增加植株耐高温和抗旱的能力。所以施钾因提高了植株中束缚水的百分含量而增加了抗旱性。

五、施钾叶片的质膜透性

施钾叶片在 40℃120 分钟处理下,质膜透性好于对照,从电导率看,20℃室温条件下为 5.4%,比对照少一半,30℃时,为 14.1%也比对照少。当温度提高到 40℃,处理 120 分钟的电导率为 80%,而对照高达 93.5%,这与盆栽干旱处理结果相吻合,在 37℃,土壤含水量只有 10%±1,大豆叶片萎蔫下垂的情况下,盆栽对照叶电导率为 92%,施钾的只有 65%。可见施钾提高了大豆细胞膜的稳定性、增加了抗旱能力。

表 5 在 20℃、30℃100 分钟、40℃120 分钟条件下,施钾与对照叶片质膜透性的差异

Table 5 Difference of plasmalemma permeability in leaves under different temperature and duration treatments

处 理 Treatment		处 理		煮前电导率 (%) Before boiling conductivities	煮后电导率 (%) After boiling conductivities	伤 害 率 (%) % of damage
		温 度 Temperature	时 间 (分) (min)			
对 照 CK	1	20℃	100	0.292×10 ²	0.244×10 ³	11.9
	2	30℃	100	0.730×10 ²	0.276×10 ³	26.4
	3	40℃	120	1.060×10 ²	0.113×10 ³	93.5
施 钾 K added	1	20℃	100	0.328×10 ²	0.598×10 ³	5.4
	2	30℃	100	0.906×10 ²	0.640×10 ³	14.1
	3	40℃	120	0.600×10 ²	0.750×10 ³	80.5

• 每个处理均为 3 次重复

六、施钾增强了大豆气孔调节能力

用印膜法测定大豆花荚期叶片下表皮气孔开度表明,施钾叶气孔长、宽为 16.4×4.2μm。对照为 14.2×4μm。前者为后者的 1.2 倍,可见施钾提高了气孔的开张度,有益于提供更多的碳素,形成碳水化合物。用气孔阻力仪测定花荚期功能叶的气孔阻力表明,施钾植株叶的气孔调节灵敏,在正常情况下气孔开度大,在干旱条件下,气孔阻力大,减少水分的丢失,在 29℃温度条件下,施钾叶的气孔阻力为对照的 2 倍,有利于水分调节,起到了经济用水的作用见(表 6)^[8,9,11]。

表 6 施钾对大豆叶片气孔调节能力的影响(测定单位/cms⁻¹)

Table 6 Effects of potassium application on stomatal regulation control of soybean leaves (measuring units/cms⁻¹)

处 理 Treatment	第 1 叶 1st leaf	第 2 叶 2nd leaf	第 3 叶 3rd leaf	第 4 叶 4th leaf	第 5 叶 5th leaf	第 6 叶 6th leaf	平 均 Mean
施 钾 K added	951	992	897	1101	674	1314	988
对 照 CK	458	409	471	506	449	518	468

从上述测定结果表明,大豆由于施钾提高了植株和叶片的含钾量,促使根、茎叶的维管束发达,不仅利于水分和养分的运输,而且在较干旱的条件下,能使作物细胞保存足够

的水分而维持膨压,利于作物的正常生长。保卫细胞中由于钾丰富,而使气孔关闭灵敏,干旱时气孔阻力大,蒸腾速率小。束缚水含量高增强植株耐高温和抗旱能力。发达的厚角组织和厚壁组织增加保水力,因此在干旱条件下可获高产。

参 考 文 献

- [1] 梁德印,1989,钾肥对我国主要作物增产作用,国际平衡施肥学术讨论文集 农业出版社
- [2] 梁德印,1989,钾对作物细胞发育的影响,钾素与作物健康,江苏科学技术出版社
- [3] 梁德印、徐美德,1986,钾肥对大豆生长发育和形态的影响,中国农业科学(2)
- [4] 陈魁卿,1989,钾素对作物生长和抗逆力的研究,钾素与作物健康,江苏科学技术出版社
- [5] 上海植物生理学会编,1985,植物生理实验手册,上海科学技术出版社
- [6] 乌夫根,植物缺钾的组织诊断(徐美德译)
- [7] 李正里,1987,植物制片技术,科学出版社
- [8] Humble G. D and Kaschke, 1971, Stomatal opening quantitatively related to potassium transport evidence from electron probe analysis. *Plant Physiol.* 48:447-453
- [9] Fisher R. A. and Hsiao T. C., 1988, Stomatal opening in isolated epidermis strips of vicia faba Respose to KCl Concentration and role of potassium absorption. *Plant Physiol* 43:1953-1958
- [10] Fisher R. A., 1971, Role of potassium in stomatal opening in leaf of vicia faba, *Plant Physiol* 47:555-558
- [11] Willmer C. M. and J. E. Paltas Jr. 1972, A Survey of stomatal on movements and associated potassium fluxes in plant kingdom, *Can. J. Bot.* 51:37-46

EFFECT OF POTASSIUM APPLICATION ON PROMOTION DROUGHT RESISTANCE OF SOYBEAN

Li Shufan

(*Institute of Crop Germplasm Resources, CHAS*)

Shen Guiqin Xu meide

(*Instituts of Soil and Fertilizer, CHAS*)

Abstract

Potassium application increases potassium content in soybean plant and gives rise to some physiological characteristis relating to drought resistance. Such as, developed vascular bundle of root, stem and leaf favor absorption and reservation of water and nutrients; the thick cell wall and selerenchyma increases the ability of water reserve; lower membrane permeability bring about higher resistance to high temperature; larger stomatal resistance decreases water evaporation. Potassium application also increases the

content of bond water in plant cell. The yield of soybean was increased significantly by potassium application during drought conditions.

Key words Soybean; Potassium application; Drought resistance

“大豆外源 DNA 导入方法的建立与应用研究” 通过省级成果鉴定

由黑龙江省农科院生物技术研究中心主持的国家自然科学基金资助项目——“大豆外源 DNA 导入方法的建立与应用研究”于 1993 年 9 月 6 日通过省级鉴定。鉴定会由我国著名大豆遗传育种学家王金陵教授主持。专家们认为该项研究将花粉管通道技术具体应用于大豆分子育种,成功地实现了大豆外源 DNA 的转移,建立起外源 DNA 提取、导入、后代选择及分子验证的一整套实验技术体系,获得了一批有应用前景的转化品系和材料。尤其有关对导入转化后代的分子验证工作,利用新的分子生物学 RAPD 技术,首次证明外源 DNA 片段可以经花粉管通道导入受体,并与受体基因组 DNA 整合、表达和遗传。鉴定结论指出:这是一项突破性的研究成果,在国内同类研究中处于领先水平”。该项研究从 1985 年开始,经过 5 年艰苦的努力,取得了重要成果。

1. 建立起外源 DNA 的提取和直接导入的实验技术方法。

2. 利用花粉管通道技术将外源总 DNA 直接导入大豆,获得了导入转化后代稳定品系共 8 个,早熟品系 3 个,其中一早熟品系已进入区试;高蛋白品系 5 个(45%以上),其中一高蛋白品系产量比对照增产 9.5%,现正进行品比和异地鉴定。

3. 对导入后代进行了同工酶(过氧化物酶,酯酶)分析。

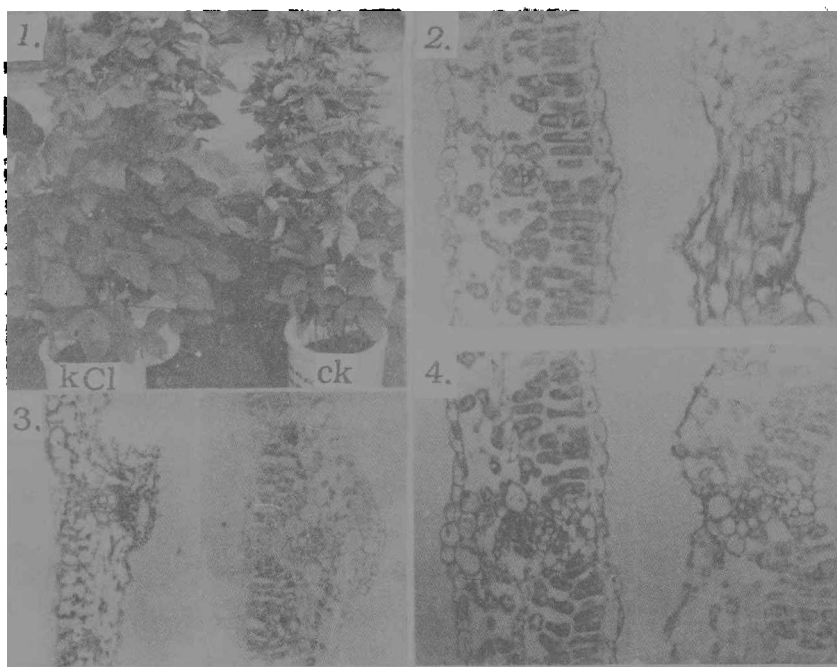
4. 对导入后代进行了 RAPD 技术分析,获得了转化后代的 DNA 水平的分子生物学证据。

此方法的建立,为大豆育种提供了一项新技术,由于导入的是总 DNA 的部分片段,因而可打破物种界限,创造类型丰富的后代材料;并能使后代迅速稳定,比有性杂交可节约一半时间,即可使育种成本降低近 50%左右;又由于操作简单,费用低而适于所有育种单位进行遗传操作。因此能使分子育种率先进入应用阶段。

崔文馥
(“大豆科学”编辑部)

李舒凡等： 施钾对增强大豆抗旱性的影响

Li Shufan et al. ; Effect of potassium application on promotion drought resistance of soyb



图版:大豆缺钾黄化症和缺钾叶维管束组织结构的变化

Plate: The yellowish symptom of soybean plant and change of vascular bundle of k deficiency leaf

1. 大豆缺钾黄化症

2. 大豆叶片横切,黄化症叶表皮细胞萎缩、坏死现象

3. 大豆叶片横切,施钾(右)与缺钾(左)维管组织与叶脉隆起的比较

4. 大豆叶片横切,施钾(左)与缺钾(右)维管组织的比较

1. Left: K applied, right: control (the yellowish symptom of soybean plant)

2. Cross section of leaf, left: k applied, right: control

3. Cross section of soybean leaf, left: control, right: k applied

4. Cross section of soybean leaf, left: k applied, right: control