

# 不同钾水平下春大豆品种的 钾利用效率研究\*

汪自强 董明远

(浙江农业大学农学系, 杭州 310029)

## 摘 要

试验研究了不同钾水平下春大豆品种对钾利用效率和产量的差异。结果表明,不同钾水平间利用率(KUE)和经济效率比(EKER)均达极显著差异,不同春大豆品种间这些参数除了钾收获指数(KHI)外也达极显著差异。施钾可显著地提高子粒产量,但品种间的反应不同。根据各春大豆品种对施钾的反应程度、钾利用效率的不同以及子粒产量的表现,可把春大豆品种分为若干反应型。本文也提出了以EKER与子粒产量相结合作为钾高效筛选指标的观点。

**关键词** 春大豆;钾水平;钾利用效率;产量

选育高养分效率品种(Nutrient high efficient cultivar),是当代育种的主要目标之一。长期以来,增施化肥使作物产量大幅度提高,但也带来了一系列生态和环境问题,如化肥流失加重,环境恶化和投入效率下降<sup>[5]</sup>。如何保持作物持续高产,提高投入效率和减少生态环境恶化因素,是当前农业生产的重大问题,其中筛选和利用养分高效作物基因型是解决这些问题的有效途径<sup>[6]</sup>。

Moors最早发现了不同玉米品种对各种肥力条件有各不相同的适应能力<sup>[1]</sup>,Weiss(1943)从植物生理学和遗传学的角度研究了大豆不同基因型在Fe素利用效率上的差异,且提出Fe利用受一个主基因控制<sup>[7]</sup>。Gerloff等用液培法对66种菜豆基因型进行了比较研究,其中效率最高基因型与效率最低基因型的子粒产量相差47%<sup>[1]</sup>。已有的试验发现,大麦吸收K<sup>+</sup>的速率不同基因型之间相差75%;Makmur等对156种番茄基因型进行了钾素利用效率研究,结果表明基因型间相差79%<sup>[1]</sup>。近年来,我国在水稻的高养分基因型筛选方面已有一些进展<sup>[1]</sup>,如发现广陆矮4号、竹系26能耐低钾,湘辐稻则不耐低钾。现已有一些指标用来衡量养分效率,如养分利用效率(KUE)<sup>[8]</sup>,经济钾效率比(EKER)<sup>[9]</sup>,养分收获指数(KHI)<sup>[10]</sup>。钾是作物不可缺少的重要营养元素之一,它对大豆生育有较大的影

\* 本文于1996年2月8日收到。  
This paper was received on Feb. 8, 1996.

响<sup>[2,3]</sup>,但以往仅限于单一品种对钾吸收和运转的研究。尤其是在田间条件下,春大豆不同品种对钾的反应和利用效率的差异尚未见报导。本试验旨在研究不同钾水平下春大豆品种对钾的反应程度和利用效率的差异以及对产量的影响,从而为育种上筛选和培育耐缺钾或高利用效率品种及生产上合理施用钾肥和增加大豆产量提供理论依据。

## 材料和方法

试验于 1995 年在杭州浙江农业大学农业试验场内进行。供试品种(系)共有 9 个,它们为华春 14,华春 18,浙春 2 号,8624,8811,8824,8712,8731,8732。试验地前作休闲,肥力中等较缺钾,土壤速效钾为 35ppm 左右,排水较好。4 月 4 日穴播,行穴距分别为 33cm 和 25cm,每穴播 4—5 粒,留苗 2 株。小区面积 6.67m<sup>2</sup>,密度 30 万株/hm<sup>2</sup>。试验采用裂区设计,主区为不施钾对照和施钾处理(每小区施 KCl 166.7g,于播种前整地时一次施入),副区为不同春大豆品种。播后统一盖膜,于出苗后揭膜。

### (一)钾含量的测定和分析

成熟时对地上部各器官进行取样和烘干称重。样品经 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消煮后用火焰光度计法测定植株各器官的钾含量,计算钾利用率(KUE),钾经济效率比(EKER),钾收获指数(KHI)。

$KUE = \text{地上部干重} / \text{株体组织钾含量}$

$EKER = \text{子粒干重} / \text{株体组织钾含量}$

$KHI = \text{子粒钾含量} / \text{株体中钾总量}$

### (二)考种测产和统计分析

每小区随机收取 20 株考种,同时收获其它植株合并称产。对以上所获的重要数据依裂区试验模型进行统计分析,并测定差异显著性。

## 结果与分析

### (一)钾利用效率

#### 1. KUE

KUE 为株体组织内每单位钾所产生的生物量。施钾处理极显著低于对照,主要是在未施钾条件下,液泡中贮存的钾元素减少,而纤维素和碳水化合物含量增加<sup>[11]</sup>。因此,单从 KUE 而言,施钾使植株营养体钾利用效率显著降低,即表现为使单位钾所产生的生物量下降。对照中不同品种的 KUE 变幅为 61.8—82.1,平均为 69.8,利用效率高低相差 33.33%;施钾处理其变幅为 47.6—59.4,平均为 53.2,利用效率高低相差 24.79%;且以施钾处理的变异系数稍小。不同品种间 KUE 的差异也达极显著水平(表 1),以浙春 2 号和 8824 为高,8732,8624 和 8731 为低,施钾处理 KUE 的绝对减量也以这三个基因型为低,而浙春 2 号和 8712 的减幅为它们的一倍以上。其中效率最高的浙春 2 号与效率最低的 8731 相差 23.36%。

## 2. EKER

EKER 定义为地上部株体中每克钾所生产种子的克数,即称之为钾经济效率比,不同钾水平间 EKER 的差异达极显著水平,对照平均为 33.32,其中利用效率最高和最低基因型相差达 64.64%;施钾处理平均为 24.27,施钾使每克钾所产生种子的克数下降,利用效率最高和最低间相差为 48.71%,这与 KUE 所表现的趋势一致。施钾处理 EKER 的减幅品种间各异,以浙春 2 号和 8712 较大,8811 较小。从两种钾水平下不同品种 EKER 的变异系数看,两者较为接近。不同品种之间的 EKER 也达极显著水平,其大小顺序与 KUE 相似(表 2),以 8824 和浙春 2 号为较高,以 8731 为最低。两钾水平平均,钾利用效率最高的基因型 8824 和最低的 8731 相差达 40.51%。

表 1 不同春大豆品种成熟期的 KUE(g/g)

Table 2 The KUE of different spring soybeans varieties in maturity(g/g)

处理 Treatment	品种 varieties										平均 Aver.	CV%
	浙 2	8824	8811	8712	华 14	华 18	8732	8624	8731			
—K	82.1	76.5	74.5	76.9	66.4	64.8	61.8	62.9	62.6	69.8* *	11.0	
+K	57.3	58.8	59.4	47.6	51.5	51.9	51.8	50.6	50.4	53.2	7.8	
+K 减量 Dec. value of +K	24.8	17.7	15.1	29.3	14.9	12.9	10.0	12.3	12.2	16.6		
平均 Average	69.7	67.6	67.0	62.3	59.0	58.3	56.8	56.6	56.5			

表 2 不同春大豆品种的 EKER

Table 2 The EKER of different spring soybeans varieties

处理 Treatment	品种 Varieties									平均 Aver.	CV%
	8824	浙 2	8712	8811	华 14	华 18	8624	8732	8731		
—K	38.1	37.8	38.0	32.6	33.2	34.1	29.4	28.6	28.0	33.3* *	12.2
+K	28.5	24.7	23.7	28.7	25.9	23.7	22.7	21.4	19.3	24.3	12.7
+K 减量 Dec. value of +K	9.6	13.1	14.3	3.9	7.3	10.4	6.7	7.2	8.7	9.0	
平均 Average	33.3	31.3	30.8	30.6	29.5	28.9	26.0	25.0	23.7		
LSD (0.01)	A	AB	ABC	ABC	ABC	BCD	CD	CD	D		

## 3. KHI

KHI 为钾收获指数,即种子中钾含量占植株中总钾量的百分比,两个钾处理条件下,施钾和未施处理 KHI 的变幅分别为 44.13—50.93 和 53.59—67.02,两处理平均分别为 48.05 和 60.15,处理间达极显著水平。春大豆各种的 KHI 值虽有差异,但品种间未达显著水平。这表明,土壤供钾量的多少,明显影响大豆的 KHI,而品种间的 KHI 却相对较一致。将各品种的两钾水平数据平均,KHI 的变幅为 51.2—58.2,差异较小。

### (二)产量

不同钾处理条件下各春大豆的子粒产量如表 3 所示。结果表明,施钾可以显著地提高春大豆的子粒产量,其平均增幅为 10.98%。施钾后对产量的提高程度,不同品种具有较大的差异,增产幅度为-0.87%至 27.98%,一些品种如 8712,华春 18,8624 和 8824 等增产幅度较大,而另外一些则增产幅度不大或很小,有的甚至表现为负效应,如浙春 2 号。施

钾处理与对照相比,产量的绝对增幅为-1.27至26.41kg/mu。这种在产量上对施钾的不同反应可归结为不同品种对钾的敏感程度。

表3 不同钾处理条件下春大豆的子粒产量(kg/mu)  
Table 3 Seed yield of spring soybeans under different K treatments

处理 Treatment	品 种 Varieties									平均
	8712	8624	8731	华 14	浙 2	8732	8824	8811	华 18	Aver.
-K	149.57	147.60	154.87	145.17	145.90	141.10	125.63	115.10	91.30	135.36
+K	175.98	171.87	162.43	160.31	144.63	145.97	149.57	124.50	116.83	150.22**
+K 增值 Seed inc.	26.41	24.27	7.56	13.14	-1.27	4.87	23.94	9.40	25.53	14.86
+K 增% Seed inc. %	17.66	16.44	4.88	10.43	-0.87	3.45	19.06	8.17	27.96	
平均 Average	162.78	159.73	158.63	153.74	145.27	143.53	137.60	119.80	104.07	
LSD (0.05)	a	ab	ab	ab	ab	abc	bc	cd	d	
(0.01)	A	A	A	A	AB	AB	B	BC	C	

不管施钾与否,不同春大豆品种间的产量存在着明显的差异。将两个处理平均,不同品种之间的差异也达极显著水平,其中尤以8712为最高,华春18为最低。

讨 论

(一)春大豆品种间钾利用效率的差异及对施钾的反应

就KUE和EKER而言,浙春2号和8824为较优品种,即它们钾利用效率最高,因而它们可作为筛选和培育钾高效率或钾低投入品种之亲本或直接用于生产,这与浙春2号为耐瘠品种<sup>[4]</sup>的报导一致。但从高产集约栽培出发,它们不是最高产品种。如在低钾条件下,浙春2号,8624,华春14等品种,产量较相近,而施钾处理浙春2号产量基本持平,其它品种如8712,8624和华春14等,施钾则明显提高产量。因而,根据不同春大豆品种对钾利用效率的差异,对施钾的反应程度和子粒产量表现,可以把春大豆对钾的反应归纳为两大类,4种反应型:

- (1)较易满足型:A. 低钾较高产,高钾产量持平反应型;  
B. 低钾较低产,高钾略增产反应型;
- (2)不易满足型:C. 低钾较高产,高钾更高产反应型;  
D. 低钾较低产,高钾明显增产反应型。

在A反应型中,最典型的品种为浙春2号,在低钾条件下,植株钾含量较低,而产量较高(平均为145.9kg/mu),施钾处理植株的钾含量比不施钾增加了44.4%,但产量却未见增加;B反应型如8811,在低钾条件下,植株钾含量和产量均相对较低,施钾处理植株钾含量提高了22.5%,但产量却提高不大;C反应型的代表品种如8712,8624和华春14等,在未施钾处理下它们的子粒产量皆在147kg/mu左右,而施钾处理使植株体内钾含量有较大幅度的提高,且增产幅度在10%以上;D反应型为华春18,低钾处理的钾含量虽然较高,但产量较低,施钾处理的钾含量约提高了20%,而产量却增加了27.96%。这表明了不

同春大豆品种在子粒产量上对钾反应的差异。

## (二)大豆钾利用效率参数指标

在钾效率参数 KUE, EKER 和 KHI 中, KHI 为子粒中钾占地上部总钾量的百分比, 它在种子中的积累量不象氮那样与营养品质如蛋白质的多少密切相关, 且本试验中品种间 KHI 无显著差异。KUE 和 EKER 分别与生物量和子粒产量有关, 而大豆最终的收获器官是子粒产量, 因此, KUE 可用来衡量植株营养体的钾利用效率, EKER 则是筛选钾高利用效率大豆品种的重要指标。从各春大豆品种在未施钾条件下的产量以及两个钾处理水平的平均产量看, 8712, 8624, 8731, 华春 14 和浙春 2 号之间无显著差异, 这些品种均属较高产品种。但以 EKER 为标准, 又与子粒产量不符, 这主要是由于以上品种相似的产量并不是以吸收同量的钾为基础的。因此, 可以将 EKER 与子粒产量两者结合起来作为钾高效品种的筛选指标。本研究中以 8712, 浙春 2 号和华春 14 相对较优。

## (三)钾高利用效率品种筛选的环境选择

本试验中不同钾水平间 KUE 和 EKER 达极显著差异, 这表明了土壤供钾量对 KUE 和 EKER 具明显的影响, 从品种的反应看, 低钾水平(对照)下高利用效率基因型和低利用效率基因型 KUE 和 EKER 的差值均大于施钾处理。因而, 在低钾水平(钾胁迫)下更能筛选出高利用效率的基因型。同时, 应增加钾水平的设置, 以充分筛选代表不同钾水平的大豆基因型。

## 参 考 文 献

- [1] 刘国栋, 刘更另, 1995, 论缓解我国钾源短缺问题的新对策, 中国农业科学, 28(1): 25-32
- [2] 徐本生, 籍玉尘, 杨建堂, 1989, 夏大豆的干物质积累和氮磷钾吸收分配动态的研究, 大豆科学, 8(1): 47-53
- [3] 蒋工颖, 董钻, 1989, 大豆养分吸收动态及施肥效果的研究, 作物学报, 15(2): 167-173
- [4] 朱文英, 1994, 开发红黄壤, 发展大豆生产, 大豆通报, 3, 7
- [5] Pimentel D, Culliney TW, Butler LW et al. 1989, Low-input sustainable agriculture using ecological management practice, in Agricultural ecology and environment. Elsevier Science Publisher B. V., Amsterdam-Printed in the Netherland. 27, 3-24
- [6] Vose PB. 1987, Genetical aspects of mineral nutrition Progress to date, in Genetics aspects of plant mineral nutrition. Eds. Gabelman WH and Loughman BC. Martinus Nijhoff Publishers, 1-13
- [7] Weiss MG. 1943, Inheritance and physiology of efficiency in iron utilization in soybeans Genetics. 28, 253-268
- [8] White RE. 1972, Studies on mineral ion absorption by plants. I. The absorption and utilization of phosphate by *Stylosanthes humilis*, *Phaseolus atropureus* and *Desmodium intortum*. Plant and soil. 36, 427-447
- [9] Woodend JJ, Glass ADM. 1993, Genotype-environment interaction and correlation between vegetative and grain production measures of potassium use efficiency in wheat grown under potassium stress. Plant and Soil. 151, 39-44
- [10] Asana RD, Ramaiah PK and Rao MVK. 1968, The uptake of N, P and K by the cultivars of wheat in relation to growth and development. Indian Journal of Plant Physiology. 9, 85-107
- [11] Chapin FS. 1987, Adaptations and physiological responses of wild plants to nutrient stress. Gubelman HW and Loughman BC (EDs), Genetic aspects of plant mineral nutrition Martinus Nijhoff Publishers, 1987, 15-25

## POTASSIUM USE EFFICIENCY OF SPRING SOYBEAN UNDER VARIOUS POTASSIUM SUPPLY

Wang Ziqiang Dong Mingyuan

(Dept. Agron., Zhejiang Agriculture University, Hangzhou, 310029)

### Abstract

Study on the difference in potassium using efficiency and seed yield of spring soybean cultivars to various potassium levels were conducted in this experiment. It was observed that significant difference of potassium using efficiency (KUE), economical potassium efficiency rate (EK-ER) and potassium harvesting index (KHI) were at 0.01 level between various potassium applying levels and was the same case for different spring soybean cultivars except KHI. Seed yield was increased with the potassium fertilizer application but there were difference among spring soybean cultivars. There were two groups and four responded types depended upon the difference of response of every spring soybean to potassium supply and of various potassium use efficiency and seed yield. It was suggested that use EKER integration with seed yield can be used as an objective to select soybean genotype with high potassium using efficiency.

**Key words** Spring soybean; K level; K use efficiency; Seed yield