

不同年代育成大豆品种钙的营养差异研究

乔玉梅^{1,2}, 蒋文春¹, 谢甫绋¹, 王海英¹

(1. 沈阳农业大学农学院, 沈阳 110161; 2. 内蒙古赤峰市饲料质量监督检验站, 赤峰 024000)

摘要 用原子吸收分光光度计测定了中美当代大豆品种和中国 20 年代大豆品种不同器官、不同生育时期的钙含量。结果表明:大豆植株不同部位钙的百分含量依次为:叶片>茎>叶柄>籽粒>荚皮;美国当代大豆品种茎秆和籽粒中钙的百分含量高于中国当代品种;从结荚期到完熟期,中美大豆植株中钙的百分含量随着生育时期的变化而逐渐降低;施用磷酸二铵以后,大豆在结荚期到鼓粒期增加了植株对钙的吸收,但进入始熟期以后,大豆植株钙的百分含量受磷酸二铵肥力影响不大;成熟时豆秸(包括茎、荚皮)、籽粒及大豆植株钙的绝对含量表明,相同器官内,中美当代大豆品种钙绝对含量高于中国 20 年代品种,其中美国当代品种的籽粒和植株钙绝对含量高于中国当代品种,中美当代品种豆秸中钙绝对含量无显著差异。

关键词 大豆;钙;施肥;遗传改进

中图分类号 S565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2007)04-0523-05

COMPARISON ON CALCIUM CONTENT OF SOYBEANS RELEASED IN VARIOUS DECADES

QIAO Yu-mei^{1,2}, JIANG Wen-chun¹, XIE Fu-ti¹, WANG Hai-ying¹

(1. *Agricultural College of Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161*; 2. *Chifeng Animal Feed Quality Analysis Station, Chifeng 024000*)

Abstract Using Hitachi Z-5000 Atomic Absorption Spectrometry analyzed the calcium contents in different organs and at different stages of soybean cultivars released in various decades. The results showed that the Calcium percentage content in leaf > stem > petiole > grain > podcover. The Calcium percentage content in the stem and grain were higher in US current cultivars than those in China current cultivars. As the plant growth and development, the Calcium percentage content in plant decreased gradually. Fertilizer $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$ would benefit the Calcium absorption at pod setting and grain filling stages, however no effect after early mature stage. At the mature stage, the absolute calcium value was higher in US and China current cultivars than those in China old cultivars, and higher in US current cultivars compared with China current cultivars. There was no significant difference in the calcium of soybean straw.

Key words Soybean; Calcium; Fertilizer; Genetic improvement

收稿日期: 2007-02-27

基金项目: 辽宁省科学技术计划项目(2006201008); 辽宁省教育厅科技项目(05L378)资助

作者简介: 乔玉梅(1966-), 女, 高级畜牧师, 在读博士研究生, 从事大豆栽培生理研究。E-mail: qiaoyumei@sohu.com。

通讯作者: 谢甫绋博士, 教授, 博士生导师。

钙作为植物必需的一种大量营养元素,除具有稳定和¹保护细胞质膜结构和功能的作用外,还对植物体内其他重要的生理代谢产生良性影响^[1]。关于大豆钙素营养的研究,近年来国内外有不少报道,如:酸性土壤施石灰,不仅增加大豆产量,而且促进氮、磷、钾和镁的吸收^[2];钙还能增加植物抗性^[1,3~5]。大豆缺钙会造成胚轴细胞透性提高,钾离子外渗^[6],导致根系腐烂,叶部出现典型失绿斑,生长点坏死^[7]。试验以地理纬度相近结荚习性相同的中美当代大豆品种和中国 20 年代大豆品种各 4 个为试材,通过比较不同年代大豆品种不同部位元素钙百分含量和绝对含量的变化,分析中美大豆品种间钙的营养差异,同时研究不同磷酸二铵施肥水平对不同年代中美大豆品种产量及钙含量的影响,旨在为我国大豆钙营养研究提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

采用地理纬度相近结荚习性相同的中美当代大豆品种和中国辽宁 20 年代的大豆品种各 4 个,分为 3 组,即美国俄亥俄州立大学近年育成的 4 个亚有限结荚习性的品种为 A 组:Hs93-4118,OhioFG1,Darby 和 Kottman,由美国俄亥俄州立大学 Steven SK Martin 教授提供;中国辽宁省近年育成的 4 个亚有限结荚习性的品种为 B 组:辽豆 11 号、辽豆 12 号、沈农 94-11 和沈豆 4 号;中国辽宁省 20 世纪 20 年代老品种为 C 组:Shingto,Mukden,Harbinsoy 和 Boone 均来自美国大豆种质资源库。

1.2 试验及分析方法

试验于 2005 年在沈阳农业大学试验地进行,土壤为棕壤土,前茬作物为玉米。以磷酸二铵为底肥,3 个施肥水平,即 0 kg/hm²、150 kg/hm²、300 kg/hm²。同一密度种植,15.0 万株/hm²。裂区设计,品种为主因素,施肥水平为副因素。3 次重复,5 行区,行长 5 m,行距 0.6 m,株距 0.1 m。

初次采样时间为大豆生物量相对较大且营养价值相对较高,收获后又能复种蔬菜的结荚期,以后分别在鼓粒期,始熟期,完熟期取样。前 3 次每次每小区取样 4 株,完熟期每小区取样 10 株,按部位自然风干后粉碎装入样品瓶中,分部位测定不同年代不同品种各时期的钙元素百分含量,依据各部位产量换算成单位土地面积上钙的绝对含量。

粉碎后的样品 60℃通风干燥 24 h,冷却至室温后称 1 g 左右样品,用浓硝酸和高氯酸进行消解,滤液用日立 Z-5000 原子吸收分光光度计测定元素钙含量。数据用 DPS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 大豆不同器官之间钙含量的差异

将大豆不同器官钙的百分含量进行归类统计,结果整理成图 1 和表 1。

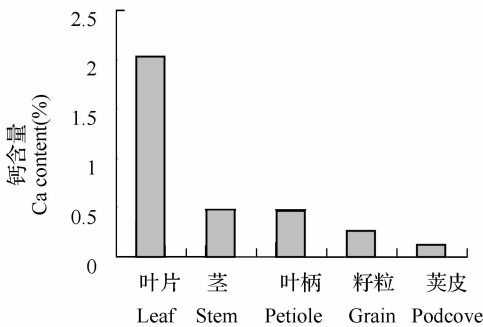


图 1 供试品种不同器官钙含量差异
Fig. 1 Comparison on Calcium content in different organs of soybean cultivars

不同器官之间,无论是 A、B、C 哪一组别,钙的百分含量都表现相同的规律:叶片>茎>叶柄>籽粒>荚皮,而且除茎与叶柄之间无显著差异之外,各器官之间含量差异均达到极显著水平。其中,叶片钙的百分含量比茎高出 1.55 个百分点。由此认为,在大豆植株中,叶片是钙元素的主要贮藏器官。

相同器官内,美国当代品种各器官中钙的百分含量有高于中国当代品种和中国 20 年代品种的趋势,中国当代品种与 20 年代品种茎秆、籽粒、叶柄中钙的百分含量无明显差异,荚皮、叶片中钙的百分含量低于 20 年代品种。

中美品种叶片中的钙含量都随着施肥水平的增加而增大;叶柄中钙含量施 150 kg/hm² 磷酸二铵处理较不施肥处理有不同程度增加而与 300 kg/hm² 处理差异不大;美国品种籽粒钙含量在 150 kg/hm² 处理较高,而 300 kg/hm² 处理与不施肥处理的钙含量相同,中国品种籽粒中钙含量受肥力影响不大;美国品种茎秆中钙含量受肥力影响不大,中国品种茎秆中钙含量在施肥后有降低的趋势;3 个组别荚皮中钙含量都有随着施肥量的增加而降低的趋势。

表 1 不同年代大豆品种不同施肥水平下各器官钙含量差异

Table 1 Comparison on Calcium content in different organs of soybean cultivars released in various decades (%)

器官 Organ	施肥水平(Kg/hm ²) Fertilizer level	美国当代品种(A) US current cultivar	中国当代品种(B) China current cultivar	中国 20 年代品种(C) China old cultivar
叶片 Leaf	0	1.91±0.18	1.76±0.18	1.91±0.23
	150	2.11±0.21	1.90±0.20	2.09±0.22
	300	2.26±0.17	2.04±0.13	2.30±0.25
	平均值 Mean	2.09a	1.90a	2.10a
茎 Stem	0	0.55±0.06	0.46±0.01	0.46±0.05
	150	0.55±0.05	0.43±0.02	0.46±0.03
	300	0.56±0.06	0.43±0.07	0.41±0.04
	平均值 Mean	0.55a	0.44a	0.44a
叶柄 Petiole	0	0.47±0.08	0.40±0.04	0.31±0.04
	150	0.56±0.06	0.45±0.06	0.44±0.04
	300	0.57±0.07	0.45±0.01	0.45±0.02
	平均值 Mean	0.53a	0.43a	0.40a
籽粒 Grain	0	0.27±0.03	0.23±0.03	0.24±0.01
	150	0.33±0.04	0.24±0.01	0.24±0.03
	300	0.27±0.01	0.25±0.02	0.23±0.01
	平均值 Mean	0.29a	0.24a	0.24a
荚皮 Podcover	0	0.18±0.02	0.11±0.01	0.13±0.02
	150	0.15±0.02	0.08±0.01	0.13±0.01
	300	0.10±0.01	0.07±0.01	0.11±0.02
	平均值 Mean	0.14a	0.08a	0.13a

2.2 大豆植株钙含量差异

根据各器官钙的百分含量和各器官重量(风干重),折算出不同时期大豆植株钙的百分含量如表 2、表 3。

结荚期到完熟期,大豆植株中钙的百分含量,随着生育时期的变化而逐渐降低,而且各时期之间差异均达到极显著水平。

结荚期、鼓粒期、始熟期、完熟期 4 次测定结果表明,美国当代品种大豆植株钙的百分含量始终高于中国当代品种和中国 20 年代品种,中国当代品种除在始熟期植株钙的百分含量高于中国 20 年代品种之外,其它时期都是中国 20 年代品种略高于中国当代品种。

同一个生育时期内,结荚期美国当代品种、中国当代品种的施肥处理比不施肥处理植株钙含量有所增加,鼓粒期美国当代品种、中国 20 年代品种的施肥处理比不施肥处理植株钙含量有所增加,其他时期施肥处理与不施肥处理植株钙的百分含量变化不

大,说明在本试验条件下,中美大豆施用磷酸二铵以后,在结荚期到鼓粒期可以增加植株对钙的吸收,但大豆进入始熟期以后,植株钙的百分含量受磷酸二铵肥力影响不大。这一结果与 Jakobson^[8] 的研究结果有相似之处。

表 2 不同生育时期大豆植株钙含量差异
Table 2 Comparison on Calcium content in soybean plant at different stages(%)

时期 Stage	均值 Mean	显著水平 5% significant	极显著水平 1% significant
结荚期 Pod setting	1.13	a	A
鼓粒期 Grain filling	0.92	b	B
始熟期 Early mature	0.62	c	C
完熟期 Full mature	0.28	d	D

表 3 不同年代大豆品种植株钙含量差异(%)

Table 3 Comparison on Calcium content in plant of soybean cultivars released in different decades

组别 Cultivar group	平均值 Mean	结荚期 Pod setting	鼓粒期 Grain filling	始熟期 Early mature	完熟期 Full mature
美国当代品种(A) US current cultivar	0.84 a	1.29 a	1.02 a	0.76 a	0.30 a
中国当代品种(B) China current cultivar	0.68 b	1.04 b	0.85 a	0.57 ab	0.26 a
中国 20 年代品种(C) China old cultivar	0.69 b	1.07 b	0.89 a	0.51 b	0.27 a

2.3 生物产量及钙绝对含量的差异

将各品种的生物产量按不同施肥水平进行统计,并按组归类整理如表 4。

经过 80 年的品种改良,当代中美大豆品种的生物产量比 20 年代的老品种有很大提高。在对照条件下,中美当代品种分别比老品种提高了 879.63 kg/hm²和 1528.81 kg/hm²;与对照相比,在 150 kg/hm²磷酸二铵施肥水平下,当代中美大豆品种的产量均高于对照,且美国当代大豆品种的提高幅度大于中国品种。而在 300 kg/hm²磷酸二铵施肥水平下,所有供试品种的生物产量都比 150 kg/hm²处有所下降。可以看出不同品种的需肥特性不同,当代品种的需肥性高于老品种。当代中美大豆品种施用磷酸二铵在 150 kg/hm²处理可获得较大生物产量。

表 4 不同肥力条件下不同年代大豆品种间生物产量的差异

Table 4 Comparison on biological yield of soybean cultivars released in various decades under different fertilizer levels (kg/hm²)

组别 Cultivar group	平均值 Mean				
		0	150	300	
美国当代品种(A) US current cultivar	5141.46 b	4984.57 b	5246.91 b	5192.90 b	
中国当代品种(B) China current cultivar	5790.64 a	5666.67 a	5902.78 a	5802.47 a	
中国 20 年代品种(C) China old cultivar	4261.83 c	4282.41 c	4259.26 c	4243.83 c	

大豆成熟以后,叶片和叶柄脱落,剩下豆秸(包括茎、荚皮)和籽粒,依据不同品种各处理的生物产

量和经济产量,折算出各器官钙的绝对含量,结果如表 5。

相同器官内,三个组别钙绝对含量有相同规律:美国当代品种>中国当代品种>中国 20 年代品种。

由此可知,尽管供试的中国当代品种生物产量高于美国当代品种,但因为美国当代品种的籽粒和植株中钙的百分含量明显高于中国当代品种和 20 年代老品种,所以使得美国品种单位土地面积上钙绝对含量也高。

表 5 不同年代大豆品种钙绝对含量的差异(kg/hm²)

Table 5 Comparison on Calcium value in different parts of soybeans released invarous decades

组别 Cultivar group	植株 Whole plant	籽粒 Grain	豆秸 Straw
美国当代品种(A) US current cultivar	15.71 a	5.74 a	9.98 a
中国当代品种(B) China current cultivar	14.94 a	5.08 a	9.86 a
中国 20 年代品种(C) China old cultivar	11.63 b	3.35 b	8.28 a

2.4 不同年代大豆品种间元素钙含量的遗传改进

整理三组大豆生物产量及元素钙含量数据并加以比较,结果见表 6。

比较三个组别之间的元素钙含量,可以看到,在收获大豆籽实以后,无论豆秸、籽粒或者大豆植株中钙的绝对含量都有相同的表现规律:美国当代品种高于中国当代品种高于中国 20 年代品种。

不同器官的百分含量,美国当代品种各器官内元素钙的百分含量高于中国当代品种和中国 20 年代品种,后二者不同器官之间钙含量差异不大。

表 6 不同年代大豆品种间元素钙含量的遗传改进
Table 6 Genetic improvement of Calcium content of soybeans released in various decades

	美国当代品种(A) US current cultivar	中国当代品种(B) China current cultivar	中国 20 年代品种(C) China old cultivar	A—C	B—C
生物产量 Biological yield(kg/hm ²)	5141. 46	5790. 64	4261. 83	879. 63	1528. 81
植株绝对钙含量 Calcium value in plant (kg/hm ²)	15. 71	14. 94	11. 63	4. 08	3. 30
豆秸绝对钙含量 Calcium value in straw(kg/hm ²)	9. 98	9. 86	8. 28	1. 70	1. 58
籽粒绝对钙含量 Calcium value in grain (kg/hm ²)	5. 74	5. 08	3. 35	2. 38	1. 72
籽粒钙百分含量 Calcium content in grain(%)	0. 29	0. 24	0. 24	0. 05	0. 00
茎秆钙百分含量 Calcium content in stem(%)	0. 55	0. 44	0. 44	0. 11	—0. 01
荚皮钙百分含量 Calcium content in podcover(%)	0. 14	0. 08	0. 12	0. 02	—0. 04
叶片钙百分含量 Calcium content in leaf(%)	2. 09	1. 90	2. 10	—0. 01	—0. 20
叶柄钙百分含量 Calcium content in petiole(%)	0. 53	0. 44	0. 40	0. 13	0. 04

3 结 论

3.1 钙的百分含量:中美大豆品种植株的不同部位之间,钙的百分含量多少依次为:叶片>茎>叶柄>籽粒>荚皮,叶片是大豆植株中钙的主要贮藏器官。

美国当代大豆品种茎秆和籽粒中钙的百分含量高于中国品种。

本试验条件下,大豆植株中钙的百分含量,从结荚期到完熟期,随着生育时期的变化而逐渐降低,中美大豆品种表现规律一致。大豆施用磷酸二铵以后,在结荚期到鼓粒期可以增加植株对钙的吸收,但大豆进入始熟期以后,植株钙的百分含量受磷酸二铵肥力影响不大。

施用磷酸二铵以后,中美大豆品种叶片中的钙含量都随着施肥水平的增加而增大;叶柄中钙含量在 150 kg/hm²较不施肥处理有不同程度增加,而与 300 kg/hm²处理差异不大;美国品种籽粒钙含量在 150 kg/hm²处理较高而 300 kg/hm²处理与不施肥处理的钙含量相同,中国品种籽粒中钙含量受肥力影响不大;美国品种茎秆中钙含量受肥力影响不大,中国品种茎秆中钙含量在施用磷酸二铵后有降低的趋势;中美大豆品种荚皮中钙含量都有随着施肥量的增加而降低的趋势。

3.2 生物产量和钙的绝对含量:中美大豆品种各施肥水平的生物产量都表现相同趋势:中国当代品种>美国当代品种>中国 20 年代品种,当代品种的需肥性高

于老品种,当代中美大豆品种施用磷酸二铵在 150 kg/hm²处理可获得较大生物产量;成熟时不同器官豆秸(包括茎、荚皮)、籽粒及大豆植株钙的绝对含量表明,相同器官内,中美当代大豆品种钙的绝对含量高于中国 20 年代品种,其中美国当代品种的籽粒和植株钙绝对含量高于中国当代品种,而两者豆秸中钙绝对含量无显著差异。

参 考 文 献

[1] 关军锋,李广敏. Ca²⁺与植物抗旱性的关系[J]. 植物学通报, 2001,18(4):473—478.

[2] Dlxlt SP. Sharma PK. Effect of lime and potassium on yield and uptake of nutrient S in wheat soybean linseed cropping sequence in an acid alfisol[J]. Indian Journal of Agricultural Sciences,1993,63(6):333—339.

[3] 由继红,陆静梅,杨文杰. 钙对低温胁迫下小麦幼苗光合作用及相关生理指标的影响[J]. 作物学报,2002,28(5):693—696.

[4] 冯文新,张宝红. 钙处理对盐胁迫下大豆种子萌发及其生理生化指标的影响[J]. 大豆科学,1997,16(1):48—53.

[5] 樊志和,周人纲,李晓芝,等. 钙—钙调素与小麦苗中热激蛋白的诱导[J]. 植物生理学报,2000,26(4):331—336.

[6] 杨根平,高爱丽. 荆寡海. 钙与渗透胁迫下大豆细胞渗透性的关系[J]. 植物生理学通讯,1993(3):179—181.

[7] 吴明才. 大豆缺素病诊断研究[J]. 湖北农业科学,1990(7):13—16.

[8] Jakobson S. T. ,Nutritional disorders between potassium, magnesium, calcium, and phosphorus in soil [J]. Soil and Plant. 1993,154(1):21—28.