

不同年代大豆品种根系伤流液重量的变化及其与地上生物量的关系

孙彪, 孙苗苗, 徐克章, 李大勇, 张志安, 武志海

(吉林农业大学 农学院, 吉林 长春 130118)

摘要: 2009 和 2010 年研究了吉林省 1923 ~ 2004 年育成的 22 个主栽大豆品种在 R₂、R₄、R₆ 期大豆伤流液重量与地上器官生物量的变化及其关系。结果表明: 不同育成年份品种的根系伤流液重量和地上部生物量品种间存在显著差异; 根系伤流液重量与地上部各器官生物量均随着育成年代的推进而增加, 且二者之间呈显著正相关, 表明大豆品种的遗传改良使地上部分生物量增加的同时, 也导致了根系活力的提高。大豆品种根系伤流液重量与地上部分生物量在 R₂、R₄、R₆ 3 个时期均呈正相关, 其中 R₄ 时期达到显著水平, 伤流液重量与茎、叶片生物量在 R₄ 期均呈显著正相关。地上部分生物量与根系伤流液重量的比值在各时期均无明显变化, 表明大豆品种的遗传改良过程中地下根系与地上部分器官是协同演进的。

关键词: 大豆; 生物量; 根系; 伤流液

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2012)04-0579-05

Changes of Root Bleeding Sap Weight and Its Correlation with Biomass of Above-ground Organs in Soybean Cultivars Released in Different Years

SUN biao, SUN Miao-miao, XU Ke-zhang, LI Da-yong, ZHANG Zhi-an, WU Zhi-hai

(Agronomy College, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, Jilin, China)

Abstract: We chose 22 popular soybean cultivars released from 1923 to 2004 in Jilin province and investigated the changes of root bleeding sap weight (RBSW) and biomass of above-ground organs (BAGO) during flowering (R₂), pod setting (R₄) and seed filling (R₆) in 2009 and 2010. RBSW and BAGO varied significantly with varieties and both showed increasing trend with released years. A significant positive relationship between RBSW and BAGO was found, suggesting the genetic improvement of soybean cultivars increased the biomass of above-ground organs, at the same time, improved root activities. RBSW at R₂, R₄ and R₆ positively correlated with BAGO, and reached significant level at R₄. In addition, RBSW also significant positively correlated with biomass of leaf and stem at R₄. The ratio of above-ground biomass to RBSW had no significant changes at different growth stages, suggesting that root and above-ground parts had coordinate evolution trend in genetic improvement of soybean cultivars.

Key words: Soybean; Biomass; Root; Bleeding sap

在大豆品种改良的过程中, 植株的农艺性状和生理特性会产生相应的变化, 前人对植株地上部各器官生物产量、收获指数等农艺性状以及叶片可溶性糖、可溶性蛋白、硝酸还原酶活性等生理特性的变化进行了系统的研究^[1-9], 但对于品种改良过程中, 大豆根系变化的研究相对较少, 杨秀红等^[10]研究表明, 大豆品种根系的演化向根系重量增加、根体积扩大、根表面积增加和侧根长度增加的方向发展, 并与产量呈正相关。关于根系功能的变化, 孙苗苗等^[11]的研究表明, 大豆品种的遗传改良增加了根系伤流液的重量, 大豆根系伤流液与叶片光合作用存在密切关系。本文以根系伤流液作为根系活力的指标, 研究了吉林省不同年代育成的 22 个大豆品种在盛花期 (R₂)、结荚期 (R₄) 和鼓粒期 (R₆)

根系伤流液重量的变化及其与地上生物量的变化及其关系。以进一步了解品种改良过程中, 大豆植株整体的变化, 为大豆品种改良研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种为吉林省自 1923 ~ 2004 年育成并主推的 22 个栽培大豆品种, 由吉林省农业科学院大豆种质资源室和吉林省大豆区域技术创新中心提供。

1.2 试验设计

试验在吉林农业大学试验田 (东经 125.10°, 北纬 43.53°) 进行。试验采用随机区组设计, 3 次重

收稿日期: 2012-03-29

基金项目: 国家自然科学基金 (30871547, 31171459)。

第一作者简介: 孙彪 (1981-), 男, 在读硕士, 研究方向为光合作用与物质生产。E-mail: sunbiao1019@163.com。

通讯作者: 徐克章 (1954-), 男, 教授, 主要从事植物光合物质生产方面的研究。E-mail: kzx0708@yahoo.com.cn。

复。3 行区,行长 5 m,行距 0.65 m。5 月 1 日播种,人工点播,种植密度 20 万株·hm⁻²,常规田间管理。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 根系伤流液重量 在塑料袋中装适量的脱脂棉和皮套用分析天平称取重量(W_1),共 66 组分别编号。分别在盛花期(R2)、结荚期(R4)和鼓粒期(R6)将单株大豆地上部距地面 4~5 cm 处剪断,迅速用脱脂棉把根部切口包好,套上塑料袋避免伤流液蒸发,2 h 后把脱脂棉、塑料袋和橡皮套取下带回实验室用分析天平称其重量(W_2),单株根系伤流液重量按以下公式计算:

$$\text{单株根系伤流液重量}(\text{g}\cdot\text{h}^{-1}) = (W_2 - W_1)/2.$$

分别在盛花期(R2)、结荚期(R4)和鼓粒期(R6)上午 9:00 至 11:00 进行测定,每次每个品种测定 3 株,连续测定 3 d 取平均值。

1.3.2 大豆地上部各器官生物量的测定 测定伤流液的同时,将单株大豆地上部距地面 4~5 cm 剪断,取下完整植株用分析天平分别测量单株和地上部各器官鲜重,再在 105℃ 的通风烘干箱中杀青 30 min,然后 80℃ 下烘干至恒重后分别测量其干重。

1.4 数据分析

用 Excel 2007 进行数据的初步处理,应用 DPS 7.05 软件对数据进行方差分析和差异显著性测验。

2 结果与分析

2.1 伤流液重量和地上器官鲜重的变化

如表 1 所示,不同年代育成的大豆品种 R4 期的伤流液重量、地上部各器官鲜重均存在显著差异,表明品种改良过程中大豆植株整体产生了较大变化。

表 1 不同年代育成大豆品种 R4 期伤流液重量和地上部器官鲜重的变化

Table 1 Bleeding sap weight and fresh weight of above-ground organ at R4 in 22 soybean cultivars released in different years

品 种 Cultivar	育成年代 Years of release	伤流液 BSW/g	R4 期生物量 Biomass at R4 stage/g				
			单株 Plant	茎 Stem	叶片 Leaf	叶柄 Petiole	荚 Pod
黄宝珠 Huangbaozhu	1923	2.75	165.01	53.89	59.49	39.19	12.44
满仓金 Mancangjin	1929	3.11	160.04	45.97	45.89	35.60	32.59
元宝金 Yuanbaojin	1929	2.36	152.83	27.44	40.91	23.70	60.78
金元 1 号 Jinyuan No. 1	1941	2.63	231.41	68.12	77.11	53.12	33.06
集体 5 号 Jiti No. 5	1956	2.73	258.54	70.82	84.99	60.70	42.03
吉林 3 号 Jilin No. 3	1963	2.47	78.72	17.67	26.52	17.33	17.20
吉林 1 号 Jilin No. 1	1963	3.22	314.99	71.57	112.59	80.28	50.56
吉林 5 号 Jilin No. 5	1963	1.87	206.82	61.14	66.29	48.24	31.14
吉林 6 号 Jilin No. 6	1963	2.62	163.88	34.30	58.45	39.35	31.79
吉林 8 号 Jilin No. 8	1971	3.22	310.27	60.29	109.39	64.97	75.63
吉林 16 Jilin 16	1978	2.49	214.27	60.76	67.01	52.65	33.85
吉林 20 Jilin 20	1984	2.53	244.33	57.24	59.10	34.39	93.60
吉林 26 Jilin 26	1991	3.36	231.13	55.97	68.17	36.06	70.94
吉农 35 Jinong 35	1995	2.81	211.28	50.50	66.07	35.78	58.93
吉林 36 Jilin 36	1996	3.30	149.53	37.99	50.27	30.87	30.41
吉林 38 Jilin 38	1998	4.09	241.51	75.59	91.57	58.28	16.08
吉农 7 Jinong No. 7	1999	3.77	277.02	77.35	88.07	79.21	32.39
吉林 45 Jinong 45	2000	3.65	278.10	74.91	75.83	43.1	84.26
吉林 58 Jilin 58	2001	3.14	125.37	28.90	28.50	18.76	49.21
吉农 11 Jinong 11	2002	3.32	259.98	74.71	90.46	56.60	38.21
吉育 66 Jiyu 66	2002	2.63	145.79	44.07	45.21	26.31	30.21
吉农 15 Jnong 15	2004	2.99	183.43	51.65	56.13	35.41	40.23
SE		0.5188	13.2371	3.6905	4.9435	4.9435	4.6766
LSD _{0.05}		0.3353	9.8238	2.5663	4.1293	1.3134	2.0829
LSD _{0.01}		0.4482	13.1340	3.4311	5.5206	1.7560	2.7848

表中数据为 2009 和 2010 年数据平均值,下同。

Values in the table are the average of 2009 and 2010, the same below.

2.2 伤流液重量、地上单株生物量与育成年代的关系

如图 1 所示,不同年代大豆品种伤流液重量、

地上单株生物量鲜重、干重均随着育成年代的推进而增加,大豆伤流液重量与品种的育成年代在 R2 期均呈正相关,R4 和 R6 期分别呈显著和极显著正

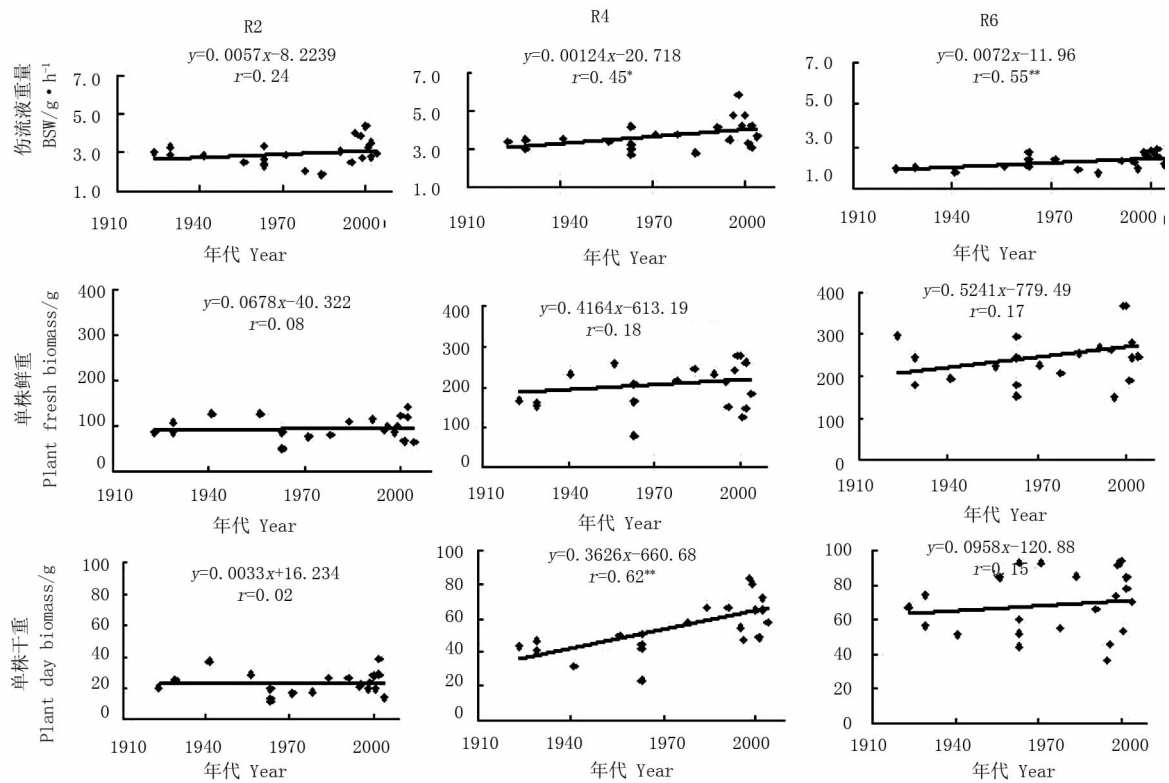


图 1 大豆品种伤流液重量、地上单株生物量与育成年代的关系

Fig.1 Correlation between bleeding sap weight, above-ground biomass and year of release

相关。地上单株鲜重与育成年代在 R2、R4、R6 期均呈正相关,但不显著;地上单株干重与育成年代在 R4 期达到极显著正相关,根据回归方程计算,在 R2、R4、R6 期大豆根系伤流液重量分别增加了 45.73%、32.12%、30.93%;单株鲜重分别增加了 7.15%、21.49%、22.24%;单株干重分别增加了 1.38%、100.89%、14.52%。

2.3 伤流液重量与地上单株生物量的关系

由图 2 可以看出,不同年代大豆伤流液重量与地上单株生物量(鲜、干重)在 R2、R4、R6 期均呈正相关,其中 R4 期达到显著水平,R2 和 R6 期不显著。

2.4 伤流液重量与地上部各器官生物量的关系

如表 2 所示,各器官生物量与伤流液重量平均值在 R2、R4、R6 期均呈正相关,其中茎鲜重、干重与根系伤流液重量在不同时期均达到显著水平,叶片鲜重、叶柄干重和单株干重、单株鲜重与伤流液重量在 R4 期呈显著正相关。说明 R4 期地上器官生物量与伤流液重量的关系最密切,R4 期大豆伤流液重量可作为地上部分生物量的参考指标。

2.5 地上部各器官生物量与伤流液重量的比值与育成年代的关系

如表 3 所示,不同年代大豆品种地上部各器官鲜重和干重与根系伤流液重量的比值与年代的相关系数变化不大,说明大豆品种改良过程中根系伤流液重量与地上部各器官生物量的增加是等比例进行的,大豆根系伤流液重量与地上部各器官生物量相比较,并没有得到突出改善,说明在大豆品种遗传改良过程中,根系与植株地上部分是协同演进的。

3 讨论

杨秀红等^[10]对不同年代大豆品种的研究表明,大豆品种根系结构与产量有密切关系。孙苗苗等^[11]证明不同年代大豆品种根系伤流液重量与叶片光合有密切关系。本研究结果表明,大豆品种的遗传改良导致了地上部分生物量增加的同时,根系伤流液重量也得到了明显提高。相关分析表明,R4 期大豆根系伤流液重量的增加远远低于地上部分生物量的增加,在 R4 期二者关系也最为密切,R4

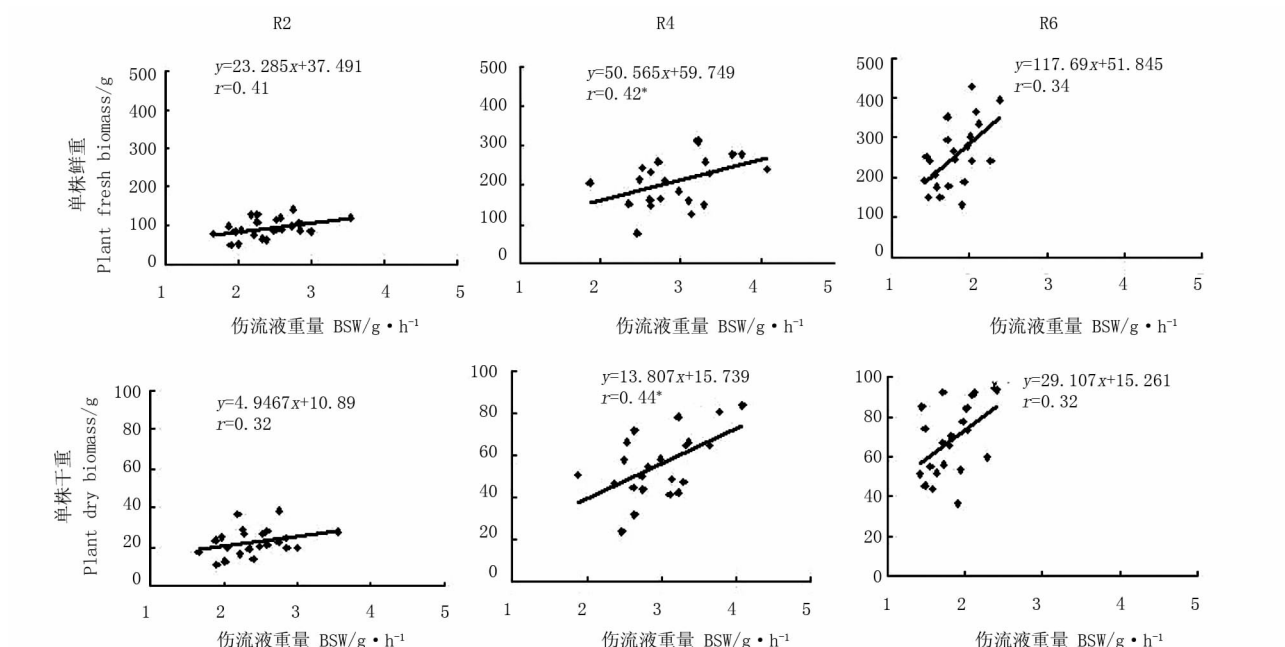


图2 不同年代育成大豆品种伤流液重量与地上单株生物量的关系

Fig. 2 Correlation between bleeding sap weight and plant biomass of 22 soybean cultivars released in different years

期根系伤流液重量可能是衡量植株光合生产能力的一个重要指标。不同年代大豆品种地上部各器官生物量与根系伤流液重量的比值与育成年代之间并没有明显变化,说明不同年代大豆品种在遗传

改良过程中伤流液重量的增加与地上部各器官生物量的提高是均衡增长协同进化的,不同年代大豆品种在改良过程中根系伤流液与地上部分生物量存在密切关系。

表2 大豆地上部分各器官生物量与根系伤流液的相关性分析

Table 2 Correlation analysis between bleeding sap weight and the biomass of above-ground organ

生育时期 Growth stage	器官 Organ	与伤流液重量的相关系数 Correlation coefficient with BSW					
		鲜重 Fresh weight			干重 Dry weight		
		2009	2010	Mean	2009	2010	Mean
R2	茎 Stem	0.52 *	0.26	0.47 *	0.47 *	0.26	0.46 *
	叶片 Leaf	0.35	0.20	0.35	0.14	0.14	0.19
	叶柄 Petiole	0.41	0.11	0.32	0.20	0.29	0.28
	单株 Plant	0.40	0.42 *	0.41	0.27	0.35	0.32
R4	茎 Stem	0.18	0.51 *	0.45 *	0.19	0.55 **	0.59 **
	叶片 Leaf	0.39	0.48 *	0.44 *	0.25	0.36	0.39
	叶柄 Petiole	0.18	0.41	0.38	0.24	0.47 *	0.44 *
	荚 Pod	0.26	-0.07	0.07	0.12	-0.22	-0.12
	单株 Plant	0.41	0.43 *	0.42 *	0.41	0.46 *	0.44 *
R6	茎 Stem	0.53 **	0.42 *	0.57 **	0.44 *	0.38	0.48 *
	叶片 Leaf	0.40	0.03	0.27	0.45 *	0.06	0.30
	叶柄 Petiole	0.48 *	0.07	0.33	0.33	0.20	0.33
	荚 Pod	0.22	0.10	0.19	0.08	0.10	0.10
	单株 Plant	0.35	0.33	0.34	0.33	0.32	0.32

* 和 ** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平显著相关。

* and ** indicate significantly correlated at 0.05 and 0.01 level, respectively.

表 3 大豆地上部各器官生物量与伤流液重量的比值与育成年代的关系

Table 3 Changes in the ratio of each up-ground organ biomass weight and bleeding sap weight with released year

生育时期 Growth stage	器官 Organ	相关系数 Correlation coefficient					
		鲜重/伤流液 Fresh weight/BSW			干重/伤流液 Dry weight/BSW		
		2009	2010	Mean	2009	2010	Mean
R2	茎 Stem	-0.03	0.07	0.01	-0.03	0.12	0.07
	叶片 Leaf	-0.17	-0.11	-0.16	-0.32	-0.14	-0.26
	叶柄 Petiole	-0.15	-0.06	-0.13	-0.23	0.05	-0.17
	单株 Plant	-0.12	-0.04	-0.11	-0.01	-0.04	-0.16
R4	茎 Stem	-0.07	-0.05	-0.07	0.21	0.34	0.30
	叶片 Leaf	-0.12	-0.14	-0.15	0.15	0.31	0.24
	叶柄 Petiole	-0.16	-0.20	-0.20	0.11	0.23	0.18
	荚 Pod	0.03	0.09	0.06	0.03	0.11	0.07
	单株 Plant	-0.10	-0.08	-0.11	0.15	0.31	0.36
R6	茎 Stem	0.16	-0.05	0.04	0.21	0.09	0.19
	叶片 Leaf	0.01	-0.09	-0.06	-0.08	-0.15	-0.14
	叶柄 Petiole	-0.03	-0.17	-0.12	0.05	-0.08	-0.03
	荚 Pod	0.10	0.01	0.04	0.06	0.03	0.03
	单株 Plant	0.08	-0.06	-0.06	0.09	-0.03	-0.12

参考文献

[1] 崔世友,喻德跃. 大豆产量改良中生物量、收获指数的研究及展望[J]. 大豆科学,2006,25(1):67-72. (Cui S Y, Yu D Y. Progress and prospect of research on biomass and harvest index in soybean[*Glycine max* (L.)Merr.][J]. Soybean Science,2006, 25(1):67-72.)

[2] 徐仲伟,徐克章,张治安,等. 吉林省不同年代大豆品种植株地上器官生物量的变化[J]. 南京农业大学学报,2011,34(3):7-12. (Xu Z W, Xu K Z, Zhang Z A, et al. Changes of biomass above-ground organs of soybean cultivars with year of release in Jilin province[J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2011, 34(3):7-12.)

[3] Ustun A, Allen F L, English B C. Genetic progress in soybean of US midsouth[J]. Crop Science,2001,41:993-998.

[4] 郑洪兵,徐克章,赵洪祥,等. 吉林省大豆品种遗传改良过程中主要农艺性状的变化[J]. 作物学报,2008,34(6):1042-1050. (Zheng H B, Xu K Z, Zhao H X, et al. Changes of main agronomic traits with genetic improvement of soybean[*Glycine max* (L.) Merr.]cultivars in Jilin province, China[J]. Acta Agronomica Sinica,2008,34(6):1042-1050.)

[5] 翟俊峰. 吉林省大豆品种遗传改良过程中某些农艺性状的变化[D]. 长春:吉林农业大学,2008:1-45. (Zhai J F. Study on some agronomic traits of soybean cultivars with year of released in Jilin province [D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2008:1-45.)

[6] 田伟华,徐克章,郇鑫,等. 吉林省不同年代育成大豆品种某些农艺性状的变化[J]. 中国油料作物学报,2007,29(4):397-401. (Tian W H, Xu K Z, Bing X, et al. Study on some agronomic traits of soybean cultivars with year of released in Jilin province [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2007, 29 (4): 397-401.)

[7] 刘国宁,张治安,徐克章. 吉林省不同年代育成大豆品种某些农艺性状和生理性状的比较[J]. 大豆科学,2009,28(3):415-420. (Liu G N, Zhang Z A, Xu K Z. Changes of some physiological characteristics and agronomic traits during genetic improvement of soybean cultivars in Jilin province of China[J]. Soybean Science, 2009, 28(3):415-420.)

[8] Walter A, Schurr U. Dynamics of leaf and root growth: endogenous control versus environmental impact[J]. Annals of Botany, 2005, 95:891-900.

[9] 赵洪祥,徐克章,杨光宇,等. 吉林省 82 年来育成大豆品种的产量和叶片部分生理特性变化及其相互关系[J]. 作物学报, 2008,34(7):1259-1265. (Zhao H X, Xu K Z, Yang G Y, et al. Changes and correlations between yield and partial physiological characters in leaves of soybean cultivars released from 1923 to 2005 in Jilin province [J]. Acta Agronomica Sinica, 2008, 34 (7):1259-1265.)

[10] 杨秀红,吴宗璞,张国栋. 大豆品种根系性状与地上部性状的相关性研究[J]. 作物学报,2002,28(1):72-75. (Yang X H, Wu Z P, Zhang G D. Correlations between characteristics of roots and those of aerial parts of soybean varieties[J]. Acta Agronomica Sinica,2002,28(1):72-75.)

[11] 孙苗苗,邓宏中,徐克章,等. 不同年代大豆品种根系伤流液重量变化及其与叶片光合的关系[J]. 大豆科学,2011,30(5):795-799. (Sun M M, Deng H Z, Xu K Z, et al. Changes of root bleeding sap weight and its correlation with leaf net photosynthetic rate of soybean cultivars released in different years [J]. Soybean Science,2011,30(5):795-799.)