

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

孙苗苗, 邓宏中, 徐克章, 张治安, 李大勇, 徐仲伟, 袁 野

(吉林农业大学 农学院, 吉林 长春 130118)

摘要:以根系伤流液的重量作为根系活力的指标,研究了吉林省1923~2004年育成的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功能叶片净光合速率(P_n)的关系。结果表明:根系伤流液重量与品种的育成年份呈正相关变化,但年度间表现存在差异,2009年没有达到显著水平,2010年在R₂、R₄和R₆期达到显著或极显著水平,2 a伤流液重量的平均值在R₄期与育成年份呈显著正相关,表明大豆品种的遗传改良导致了植株根系伤流液重量的增加。根系伤流液重量在R₂期较低、R₄期最大、R₆期最小。R₂和R₄期根系伤流液重量均与 P_n 呈显著正相关。大豆R₂和R₄期根系伤流液重量可以作为功能叶片 P_n 的参考指标。

关键词:大豆;根系;伤流液重量;净光合速率

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2011)05-0795-05

Changes of Root Bleeding Sap Weight and Its Correlation with Leaf Net Photosynthetic Rate of Soybean Cultivars Released in Different Years

SUN Miao-miao, DENG Hong-zhong, XU Ke-zhang, ZHANG Zhi-an, LI Da-yong, XU Zhong-wei, YUAN Ye

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

Abstract: In order to understand the changes of root bleeding sap weight (BSW) and the correlation between root activities and leaf net photosynthesis during the genetic improvement, root BSW and leaf net photosynthetic rate (P_n) were measured at flowering (R₂), pod bearing (R₄) and seed filling (R₆) stage with 22 soybean varieties bred in Jilin province from 1923 to 2004. The results showed that BSW was significantly or very significantly positive correlated with released years at R₂, R₄ and R₆ stage in 2010, while didn't reach the significant level in 2009. Two years average of BSW showed significant positive correlation with released year at R₄ stage. The genetic improvement of soybean cultivars had resulted in the increase of root BSW. The maximum and minimum root BSW was determined at R₄ and R₆ stage, respectively. Root BSW were positive correlated with net photosynthetic rate (P_n) significantly at R₂ and R₄ stage during the two years. The results suggested that root BSW at R₂ and R₄ stage could be as an reference index of leaf P_n .

Key words: Soybean; Root; Bleeding sap weight; Net photosynthetic rate

大豆品种更替过程中,产量的提高是大豆地上植株部分农艺性状,生长特性和生理性状改良的结果^[1-6]。根系对植物地上部分的生长发育、生物量、产量和品质的形成具有至关重要的作用^[7-8],但关于遗传改良过程中地下部分根系变化的研究较少。杨秀红等^[9]对不同年代大豆品种根系的演变特征的研究表明,大豆品种根系的演化向根重增加、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。姚琳等^[10]研究发现大豆品种根系根瘤数量、根瘤体积、根瘤鲜重和干重与品种的育成年份呈正相关变化,但关于不同年代大豆品种根系活力的变化及其与地上部分的关系还不清楚,该试验以根系伤流液重量作为根系活力的指

标,研究吉林省不同年代育成大豆品种开花后根系伤流液重量的变化及其与叶片光合的关系,旨在为了解大豆品种遗传改良过程中根系活力的变化,探索大豆叶片光合变化原因提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料为吉林省1923~2004年间育成的22个大豆品种(表1),由吉林省农科院大豆品种资源室和吉林农业大学大豆育种研究室提供。其中除吉农7号、吉农11和吉农15由吉林农业大学选育外,其余参试大豆品种均由吉林省农业科学院选育。

收稿日期:2011-05-05

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30871547)。

第一作者简介:孙苗苗(1985-),女,硕士,研究方向为光合作用与物质生产。E-mail:ccyangbingqi@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。

表 1 供试大豆品种材料
Table 1 The list of soybean cultivars

品种 Cultivar	育成年代 Released year	生育期 Maturity/d	结荚习性 Pod habit
黄宝珠 Huangbaozhu	1923	140	无限 Indeterminate
满仓金 Mancangjin	1929	135	无限 Indeterminate
元宝金 Yuanbaojin	1929	125	无限 Indeterminate
金元 1 号 Jinyuan 1	1941	137	无限 Indeterminate
集体 5 号 Jiti 5	1956	134	无限 Indeterminate
吉林 3 号 Jilin 3	1963	128	无限 Indeterminate
吉林 1 号 Jilin 1	1963	114	无限 Indeterminate
吉林 5 号 Jilin 5	1963	131	亚有限 Semi-determinate
吉林 6 号 Jilin 6	1963	140	亚有限 Semi-determinate
吉林 8 号 Jilin 8	1971	134	无限 Indeterminate
吉林 16 Jilin 16	1978	142	无限 Indeterminate
吉林 20 Jilin 20	1984	134	亚有限 Semi-determinate
吉林 26 Jilin 26	1991	118	无限 Indeterminate
吉林 35 Jilin 35	1995	126	亚有限 Semi-determinate
吉林 36 Jilin 36	1996	130	亚有限 Semi-determinate
吉林 38 Jilin 38	1998	136	亚有限 Semi-determinate
吉农 7 号 Jinong 7	1999	128	亚有限 Semi-determinate
吉林 45 Jilin 45	2000	128	亚有限 Semi-determinate
吉林 58 Jilin 58	2001	115	亚有限 Semi-determinate
吉农 11 Jinong 11	2002	131	亚有限 Semi-determinate
吉育 66 Jiyu 66	2002	132	亚有限 Semi-determinate
吉农 15 Jinong 15	2004	131	亚有限 Semi-determinate

1.2 试验设计

试验于 2009 ~ 2010 年在吉林农业大学试验田 (43.53°N, 125.1°E) 进行。试验地土壤为黑壤土, 含有机质 26.900 g · kg⁻¹、全氮 1.645 g · kg⁻¹、全磷 0.860 g · kg⁻¹、碱解氮 0.120 g · kg⁻¹、速效氮 16.100 mg · kg⁻¹、速效钾 122.0 g · kg⁻¹, pH 6.8。根据吉林省气象站提供的资料, 长春地区 2009 年 5 ~ 10 月份的降雨量为 376 mm, 2010 年同期的降雨量为 724 mm。≥10℃ 的积温为 2 860℃, 年平均温度为 4℃, 无霜期 140 d 左右。人工点播, 每个大豆品种种植 3 行, 苗期定苗, 密度 20 万株 · hm⁻², 行距 0.65 m, 行长 5 m, 正常田间管理。

1.3 测量项目与方法

1.3.1 根系伤流液重量测定 在实验室用分析天平对脱脂棉、塑料袋及橡皮套进行称重, 得出 W₁ (g), 共称 66 组, 分别编号。在大豆植株的盛花期 (R2)、结荚期 (R4) 和鼓粒期 (R6) 对单株大豆做如下处理: 将大豆植株茎在子叶节处剪断后用重量为 2 g 左右的脱脂棉包裹根桩, 再用塑料袋密封脱脂棉, 并用橡皮套扎好塑料袋口, 以防止水分蒸发。2 h 后把包裹住根桩的脱脂棉、塑料袋及橡皮套取下带回实验室用分析天平称重, 记为 W₂ (g), 单株根系伤流液的重量按以下公式计算:

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

分别在大豆开花后盛花期 (R2)、结荚期 (R4)

和鼓粒期 (R6) 上午 9 时 对大豆植株进行处理, 11 时 取样测定伤流液的重量, 每个品种测定 3 株, 连续测定 3 d, 取平均值。

1.3.2 净光合速率的测定 用 LI-6400 型便携式光合测定系统, 固定红蓝光源, 光照强度为 1 200 μmol · m⁻² · s⁻¹。在盛花期 (R2)、结荚期 (R4) 和鼓粒期 (R6) 上午 9 至 11 时 功能叶片的净光合速率 (P_n), 测定部位为大豆三出复叶的中间小叶片。

1.4 数据分析

采用 Excel 2007 进行处理数据; 应用 DPSv7.05 软件进行方差分析和差异显著性测验。

2 结果与分析

2.1 不同年代育成大豆品种根系伤流液重量变化

图 1 为 2009 和 2010 年 22 个不同年代育成的大豆品种伤流液重量及 2 a 伤流液重量平均值的变化。可以看出, 3 个生育时期大豆品种伤流液的重量与品种的育成年份均呈正相关变化, 大豆品种的遗传改良增加了根系伤流液的重量。但年度间相关程度不同, 2009 年大豆品种伤流液重量与品种的育成年份在 3 个时期均没有达到显著相关水平; 2010 年 R2 期、R4 期根系伤流液的重量与品种育成年份达到显著正相关, R6 期为极显著正相关; 2 a 的根系伤流液重量平均值与品种的育成年份在 R4 期达到显著正相关, R2 期和 R6 期不显著。

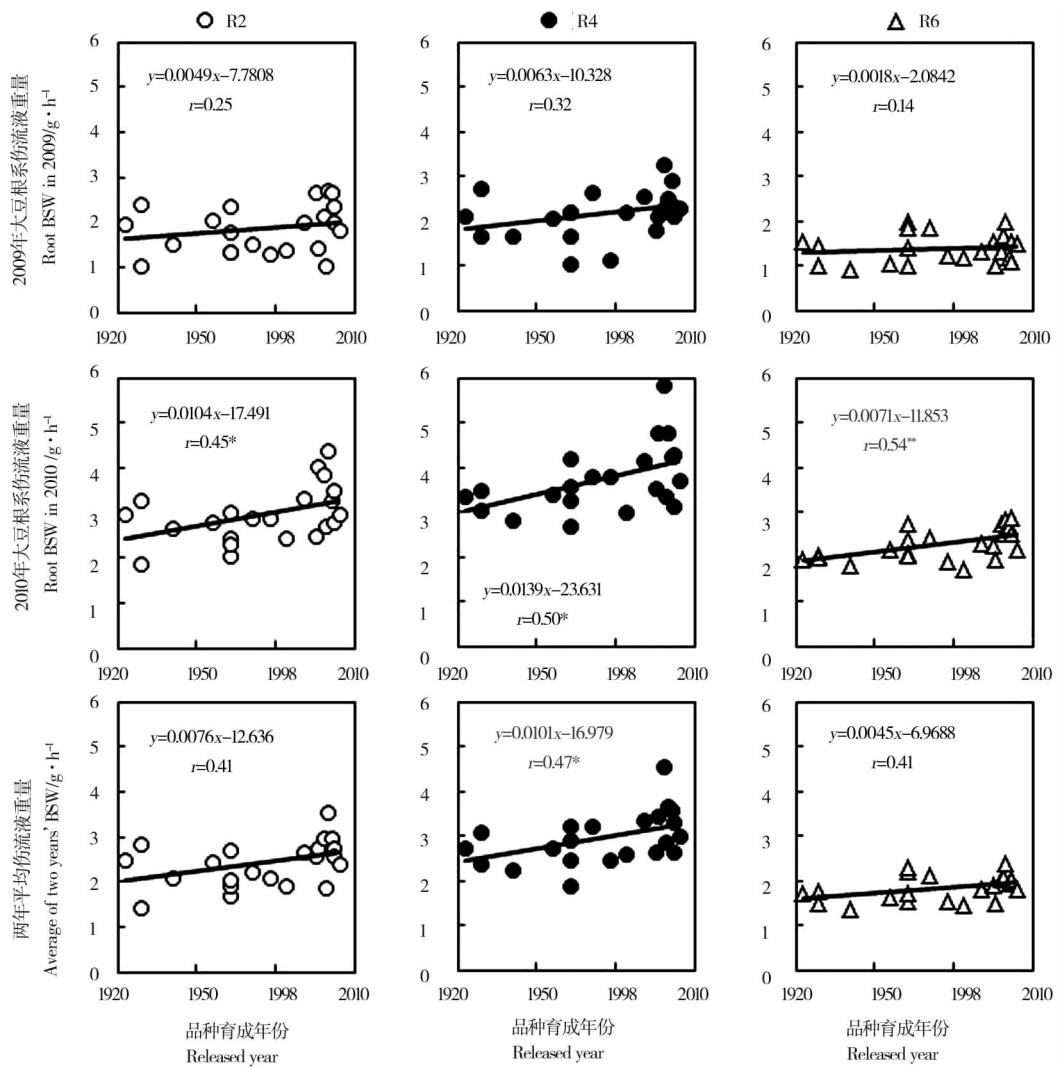


图1 不同年代育成大豆品种根系伤流液重量的变化

Fig. 1 Change of root bleeding sap weight of 22 soybean cultivars released in different year

2.2 不同年代育成大豆品种叶片净光合速率变化

如图2所示,2009年大豆叶片 P_n 与品种的育成年份在R2和R6期均为正相关,但不显著,仅在R4期为极显著正相关;2010年的R2和R6期为显著正相关,R4期为极显著正相关;2 a的叶片 P_n 平均值与品种的育成年份在R2期表现为正相关,但不显著,R4和R6期达到极显著正相关。

2.3 大豆根系伤流液重量与叶片净光合速率的关系

如图3所示,2009和2010年R2和R4期伤流液平均重量与 P_n 平均值均呈显著正相关,R6期伤流液重量与 P_n 正相关但没有达到显著水平。表明R2和R4期的伤流液重量可以作为 P_n 的一个参考指标。

3 讨论

大豆品种遗传改良过程中植株地上部分农艺性状和生理性状发生改变的同时,地下部分的根系

活力也发生了变化,虽然大豆育种工作者并没有将根系活力作为育种目标,但大豆品种的遗传改良增加了根系伤流液的重量,提高了根系活力。

对3个时期根系伤流液重量与叶片 P_n 的相关分析表明,R2和R4期根系伤流液重量与功能叶片 P_n 呈显著正相关。R2和R4期根系伤流液重量具有作为衡量叶片光合能力的价值。而R6期品种间根系伤流液的重量与叶片光合的关系变化并不密切。研究表明,光合作用在作物的生殖生长后期明显下降^[11-12],而这个时期光合产物的供给对产量的形成具有重要作用^[13-15]。大豆生殖生长后期的籽粒生长使地上部分光合产物向根系运输减少,导致了根系的早衰^[16-17]。吴岳轩和吴振球^[18]的研究也发现,水稻根系代谢活力的衰退要先于叶片。该文研究结果进一步证明了虽然R6期叶片 P_n 仍保持较高水平,但根系的主动供水能力已经下降,说明根系和地上部分叶片存在复杂的互作关系,有待结合其它根系形态和生理指标进一步研究。

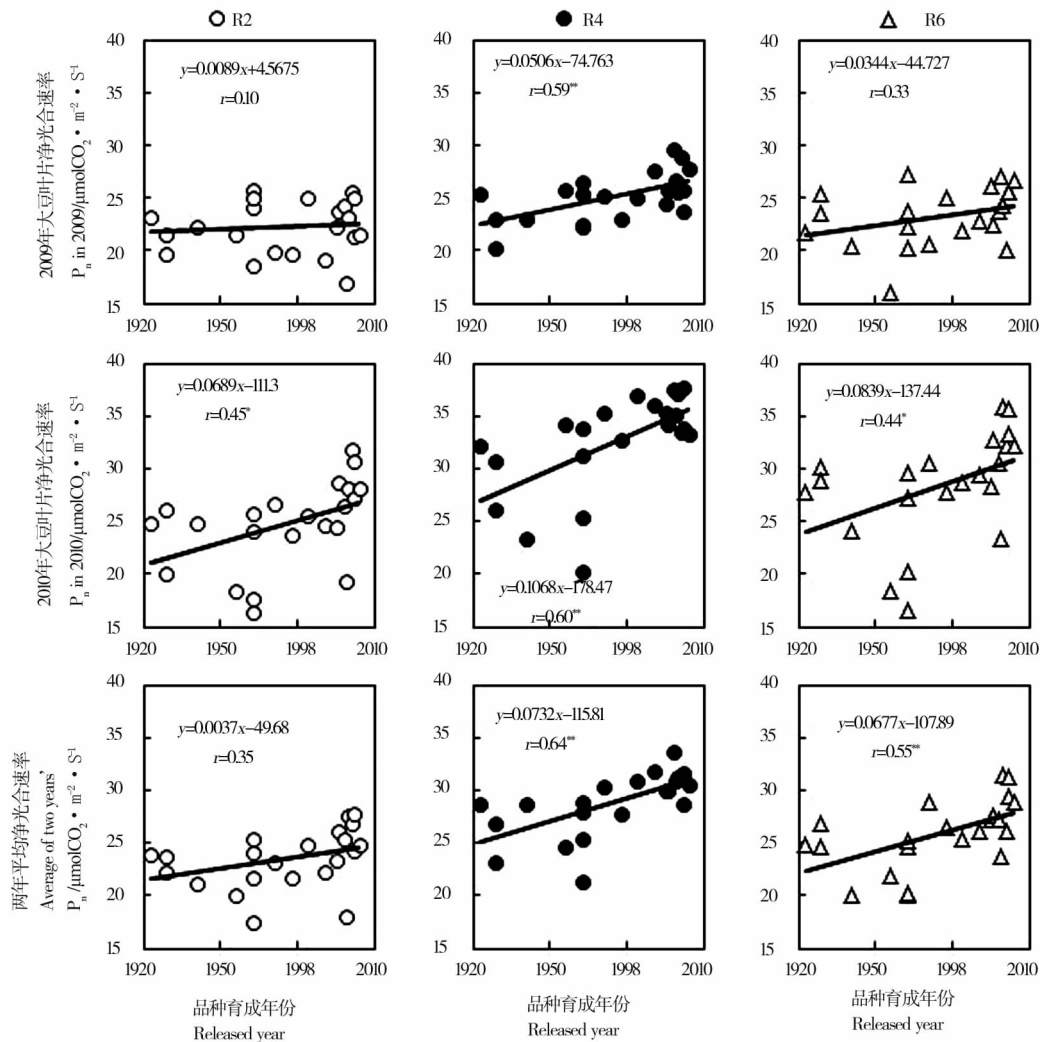


图2 不同年代育成大豆品种叶片净光合速率的变化

Fig. 2 Changes of net photosynthetic rate of 22 soybean cultivars released in different year

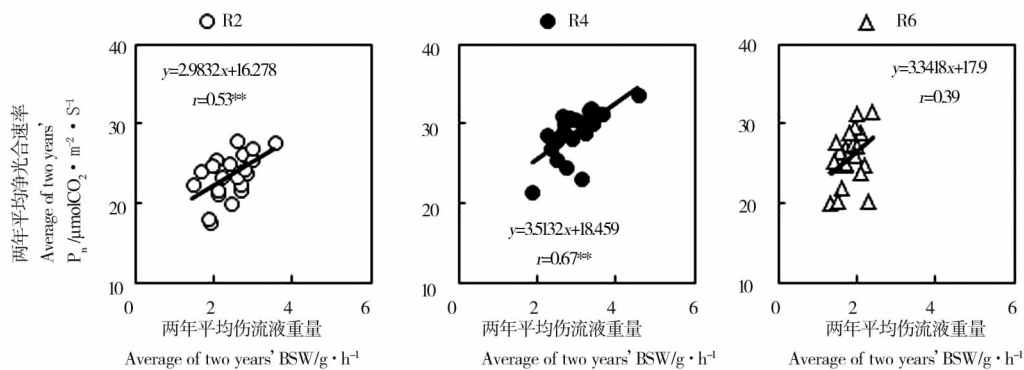


图3 22个大豆品种根系伤流液重量和叶片净光合速率的关系

Fig. 3 Correlation between root bleeding sap weight and net photosynthetic rate of 22 soybean varieties

参考文献

- [1] 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.)
- [2] 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.)
 - [3] 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.)
 - [4] 王晓慧,徐克章,张治安,等. 不同年代大豆品种苗期叶片保护酶活性及膜脂过氧化作用[J]. 中国油料作物学报,2006,28(4):417-420. (Wang X H,Xu K Z,Zhang Z A,et al. Changes of the protective enzyme activities and lipid peroxidation at seedling stage among soybean varieties cultivated in different ages[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences,2006,28(4):417-420.)
 - [5] 李大勇,徐克章,张治安,等. 新老大豆品种叶片光合特性的比较[J]. 中国油料作物学报,2007,29(3):281-285. (Li D Y,Xu K Z,Zhang Z A,et al. Comparison of photosynthetic characteristics in the leaves of modern and old soybean cultivars[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences,2007,29(3):281-285.)
 - [6] 庄波,徐克章,杜双洋,等. 新、老大豆品种冠层产量和光合作用的比较[J]. 华南农业大学学报,2010,31(1):6-9. (Zhuang B,Xu K Z,Du S Y,et al. Comparison on yield and photosynthesis in canopy in modern and old soybean cultivars[J]. Journal of South China Agricultural University,2010,31(1):6-9.)
 - [7] Dorlodot S,Forster B,Pages L,et al. Root system architecture: opportunities and constraints for genetic improvement of crops[J]. Trends in Plant Science,2007,12(10):474-481.
 - [8] 张自常,孙小淋,陈婷婷,等. 覆盖旱种对水稻产量与品质的影响[J]. 作物学报,2010,36(2):285-295. (Zhang Z C,Sun X L,Chen T T,et al. Effects of non-flooded mulching cultivation on the yield and quality of rice [J]. Acta Agronomica Sinica,2010,36(2):285-295.)
 - [9] 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.)
 - [10] 姚琳,徐克章,张治安,等. 吉林省不同年代育成大豆品种根瘤数量、鲜重和体积的变化[J]. 中国油料作物学报,2009,31(2):196-201. (Yao L,Xu K Z,Zhang Z A,et al. Nodule number fresh weight and volume of soybean cultivars over the years in Jilin province[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences,2009,31(2):196-201.)
 - [11] 苗以农,石连旋. 大豆生理学[M]. 长春:吉林科学技术出版社,2008:1-160. (Miao Y N, Shi L X. Physiology of Soybean[M]. Changchun:Jilin Scientific and Technology Press,2008:1-160.)
 - [12] 张荣贵,宋宇. 大豆叶面积、净光合生产率与产量的相关性[J]. 中国农业科学,1979,12(2):40-46. (Zhang R G,Song Y. Correlation of leaf area and net photosynthesis rate to the yield of soybean [J]. Scientia Agricultura Sinica,1979,12(2):40-46.)
 - [13] Walter A,Schurr U. Dynamics of leaf and root growth: endogenous control versus environmental impact[J]. Annals of Botany,2005,95:891-900.
 - [14] Gregersen P L,Holm P B,Krupinska K. Leaf senescence and nutrient remobilisation in barley and wheat[J]. Plant Biology,2008,10:37-49.
 - [15] Paul M J,Pellny T K. Carbon metabolite feedback regulation of leaf photosynthesis and development[J]. The Journal of Experimental Botany,2003,54:539-547.
 - [16] 张恒善,高维三. 丰产大豆干物质生产与分配特点的研究[J]. 大豆科学,1983,2(1):75-82. (Zhang H S,Gao W S. Studies on the characteristics of production and distribution of dry matter in high-yield soybean[J]. Soybean Science,1983,2(1):75-82.)
 - [17] 曹嘉喜,王瑞舫,郑丕尧. 夏大豆植株地上部各器官的生育进程及其对产量形成的影响[J]. 中国油料作物学报,1988,10(1):25-29. (Cao J X,Wang R F,Zheng P Y. Studies on the growth and development of aerial organs and the effects on seed production of summer soybean[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences,1988,10(1):25-29.)
 - [18] 吴岳轩,吴振球. 杂交稻根系代谢活性与叶片衰老进程相关研究[J]. 杂交水稻,1992(6):36-39. (Wu Y X,Wu Z Q. A study on the correlation between root metabolic activity and leaf senescing process of hybrid rice[J]. Hybrid Rice,1992(6):36-39.)