

高油型和高蛋白型大豆鼓粒期的糖分积累规律

李菁华¹, 张明聪¹, 金喜军¹, 王孟雪¹, 任春元¹, 张玉先¹, 胡国华¹, 宋晓慧²

(1. 黑龙江八一农垦大学 农学院, 黑龙江 大庆 163319; 2. 黑龙江省农垦科学院 农作物开发研究所, 黑龙江 佳木斯 154000)

摘要:以高油型东农 47 和高蛋白型东农 48 大豆品种为试验材料, 采用沙培方法, 研究高油型和高蛋白型大豆品种鼓粒期不同器官可溶性糖含量、蔗糖含量和果糖含量的积累规律。结果表明: 东农 47 鼓粒期根系、叶片和荚皮的可溶性糖含量均呈上升趋势, 茎秆的可溶性糖含量呈先升后降趋势, 东农 48 叶片和荚皮的可溶性糖含量均呈双峰曲线变化规律, 茎秆可溶性糖含量与东农 47 变化规律一致; 东农 47 鼓粒期各器官和东农 48 鼓粒期叶片、茎秆和根系的蔗糖含量变化规律均呈先升后降趋势, 且峰值都在鼓粒后第 12 天; 东农 47 根系的果糖含量呈上升趋势, 茎秆和叶片呈先下降再上升后下降趋势, 荚皮呈先上升再下降后上升趋势, 东农 48 除根系果糖含量呈上升趋势外, 其它器官均呈先升后降趋势。高蛋白型东农 48 鼓粒期可溶性糖、果糖含量较高油型东农 47 高。高油型东农 47 鼓粒期蔗糖含量较高蛋白型东农 48 高。

关键词:大豆; 鼓粒期; 高油型; 高蛋白型; 积累规律

中图分类号:S565.1 **文献标识码:**A **DOI:**10.11861/j.issn.1000-9841.2017.01.0068

Sugar Accumulation Rule of High Oil and High Protein Soybean During the Seed-Filling Period

LI Jing-hua¹, ZHANG Ming-cong¹, JIN Xi-jun¹, WANG Meng-xue¹, REN Chun-yuan¹, ZHANG Yu-xian¹, HU Guo-hua¹, SONG Xiao-hui²

(1. College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China; 2. Crop Institute, Heilongjiang Academy of Land Reclamation Sciences, Jiamusi 154000, China)

Abstract: Two soybean cultivars (Dongnong 47 of high oil type and Dongnong 48 of high protein type) were used as test materials, accumulation regularity of soluble sugar content, sucrose content and fructose content in different organs were studied at seed-filling period with sand-culture method. The results showed that the soluble sugar content in roots, leaves and pods of Dongnong 47 presented a rising trend during the seed-filling period. The soluble sugar content of Dongnong 47 stems increased firstly and then decreased. The changes of soluble sugar content in stems of Dongnong 48 and Dongnong 47 showed the same tendency. The soluble sugar content of leaves and pods of Dongnong 48 varied as double apexes. The sucrose content of all organs of Dongnong 47 and leaves, stems and roots of Dongnong 48 during the seed-filling period increased firstly and then decreased, and the peak value appeared at the 12th day after filling seed. The fructose content of Dongnong 47 roots presented a rising trend. The fructose content of stems and leaves of Dongnong 47 decreased firstly, then increased and finally decreased. The fructose content of pods of Dongnong 47 increased firstly, then decreased and finally increased. The fructose content of leaves, stems and pods of Dongnong 48 increased firstly and then decreased. The fructose content of roots of Dongnong 48 presented a rising trend. The content of soluble sugar and fructose of Dongnong 48 was higher than Dongnong 47 during the seed-filling period. The sucrose content of Dongnong 47 was higher than Dongnong 48 during the seed-filling period.

Keywords: Soybean; Seed-filling stage; High oil type; High protein type; Accumulation regularity

可溶性糖是高等植物的主要光合产物,也是碳水化合物代谢和暂时贮藏的主要形式,在植物体内代谢中具有重要作用。蔗糖和果糖都属可溶性糖,蔗糖是干物质积累和植物体内碳水化合物贮存和运输的主要形式;果糖是水解碳水化合物中的主要成分,是产量的重要组成部分。大豆鼓粒期可溶性糖含量的变化是植物体内碳水化合物代谢的重要标志,既能够反映碳水化合物的合成情况,也能够说明碳水化合物在植物体内的运输情况^[1-3]。鼓粒期是大豆产量形成的关键时期,增加鼓粒期间的物质生产是实现大豆高产的关键^[4]。目前国内外学

者从施肥模式、耕作方式和环境条件等因素对大豆可溶性糖含量的影响均进行了深入细致的研究^[5-8],而关于高油型和高蛋白型的大豆品种可溶性糖积累规律尚不明确,相关报道较少。因此,本研究选用两种不同品质类型的大豆品种(高油型东农 47 和高蛋白型东农 48),测定鼓粒期各器官的可溶性糖含量,研究高油型和高蛋白型大豆鼓粒期糖分含量的积累规律,旨在明确高油和高蛋白型大豆品种的糖代谢生理过程,探索不同类型大豆优质高产机理。

收稿日期:2016-05-07
基金项目:国家现代农业产业技术体系(CARS-04-PS17);黑龙江省自然科学基金面上项目(C2016042);中国博士后科学基金(2016M591568);国家科技支撑计划(2014BAD11B01-02);黑龙江八一农垦大学博士科研启动基金(XYB2014-04)。
第一作者简介:李菁华(1986-),女,硕士,主要从事大豆高产生理生态研究。E-mail:lijinghua.168@163.com。
通讯作者:张玉先(1968-),男,教授,博导,主要从事大豆高产生理生态研究。E-mail:zyx_lxy@126.com;
胡国华(1951-),男,研究员,博导,主要从事大豆遗传育种和栽培研究。E-mail:hugh757@vip.163.com。

1.1 试验设计

以东农 47(高油型)为无限结荚习性,脂肪含量 22.93%;东农 48(高蛋白型)为亚有限结荚习性,蛋白质含量 44.53% 为材料,采用沙培培养方法进行,选用江沙,筛去较大颗粒,然后用自来水冲洗干净,再用蒸馏水冲洗 3 遍,装入高 40 cm,直径 36 cm 的塑料桶中,桶底钻 3 个直径 1 cm 小孔,并覆盖一层纱网,避免营养液累积,防止根系钻出桶底。塑料桶埋入泥土中,桶沿高出地面 5 cm,上部覆盖玻璃防雨棚。随机区组排列,每桶播 10 粒种子,真叶期定苗 5 株。3 次重复,每品种 30 桶,共 60 桶。营养液组分参照金喜军等^[9]的方法,真叶期开始淋浇营养液,每桶每天淋浇 500 mL。

自鼓粒期开始,上午 9:00–10:00 取样,按测定器官分解,105℃ 杀青 0.5 h 后,65℃ 下烘干至恒重,粉碎、保存待测。每 6 d 取样一次,直至成熟,按测定方法处理样品。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 可溶性糖含量 采用蒽酮比色法^[10],可溶性糖液的提取:准确称取粉碎的样品 0.05 g,放入 10 mL 刻度离心管中,加 4 mL 80% 乙醇,于 80℃ 水浴中不断搅拌 40 min,离心,收集上清液,其残渣加 4 mL 80% 乙醇重复提取 1 次,合并上清液。上清液中加入 0.01 g 活性炭,80℃ 水浴中脱色 30 min,定容至 25 mL 过滤后取滤液测定。

吸取 1 mL 糖提取液于试管中,加 5 mL 蒽酮试剂,摇匀,在沸水浴中加热 10 min(比色空白用 1 mL 蒸馏水与 5 mL 蒽酮试剂混合,并一同于沸水浴加热 10 min)。冷却至室温后,在 620 nm 处测定 OD 值。

1.2.2 蔗糖含量 采用间苯二酚比色法^[10],取 2 mL 糖提取液于试管中,加入 50 μL 的 2 mol·L⁻¹ NaOH,100℃ 煮沸 5 min,冷却,加入 1 mL 含 0.1% 间苯二酚和 3.5 mL 30% 的盐酸,摇匀,放入 80℃ 恒温水浴内反应 10 min,冷却。在 480 nm 波长下测定 OD 值。

1.2.3 果糖含量 采用间苯二酚比色法^[10],取 1 mL 糖提取液于试管中,加入 1 mL 0.1% 间苯二酚和 3.5 mL 30% 的盐酸,摇匀。80℃ 水浴反应 10 min,冷却至室温,在 480 nm 处测定 OD 值。

1.3 数据分析

采用 Excel 2007、SPSS 16.0 进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 不同品质类型大豆鼓粒期各器官可溶性糖含量的变化规律

东农 47 根系鼓粒期的可溶性糖含量呈上升趋势($P < 0.01$),鼓粒后 24~30 d 达到最大值。东农 48 根系的可溶性糖含量在鼓粒后 0 d 开始上升($P < 0.05$),鼓粒后 6 d 出现最大值(图 1)。东农 47

和东农 48 茎秆鼓粒期可溶性糖含量都呈先升后降趋势。东农 47 鼓粒后 18 d 可溶性糖含量上升,24 d 出现峰值,后下降。东农 48 则是在鼓粒后 6 d 可溶性糖含量上升,12 d 出现峰值,后下降(图 2)。东农 47 叶片鼓粒期可溶性糖含量呈上升趋势($P < 0.01$),24 d 出现峰值。东农 48 叶片鼓粒期可溶性糖含量呈双峰曲线变化规律,分别在鼓粒后 6 和 18 d 出现峰值(图 3)。由图 4 可知,东农 47 荚皮鼓粒期可溶性糖含量呈上升趋势,鼓粒后 30 d 达最大值。东农 48 荚皮鼓粒期可溶性糖含量呈双峰曲线变化规律,分别在鼓粒后 6 和 24 d 出现峰值。试验结果表明,东农 48 鼓粒期可溶性糖含量较东农 47 高,东农 47 和东农 48 鼓粒期间叶片的可溶性糖含量较其它器官高,顺序大致为叶片 > 荚皮 > 茎秆 > 根系。

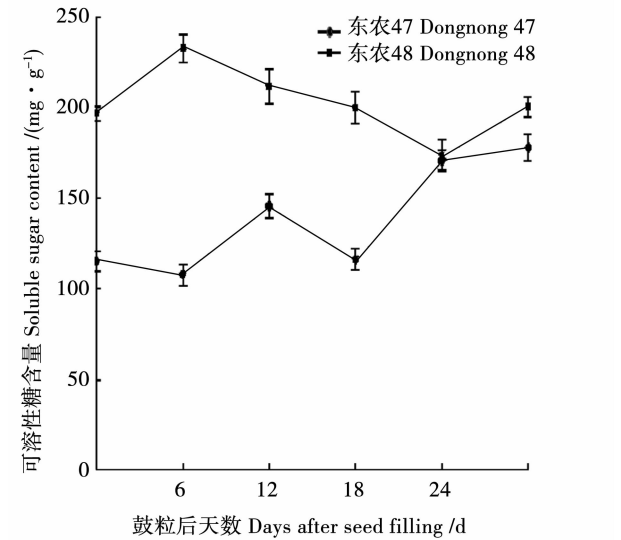


图 1 大豆鼓粒期根系可溶性糖含量变化动态
Fig. 1 Dynamic of soluble sugar content in roots of soybean at seed-filling period

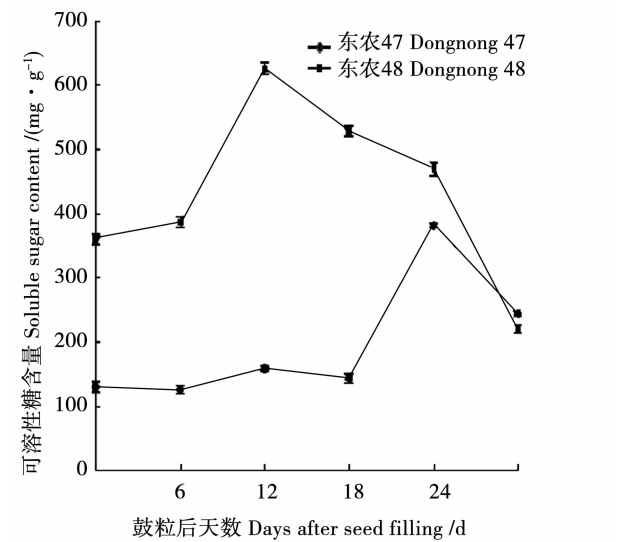


图 2 大豆鼓粒期茎秆可溶性糖含量变化动态
Fig. 2 Dynamic of soluble sugar content in tems of soybean at seed-filling period

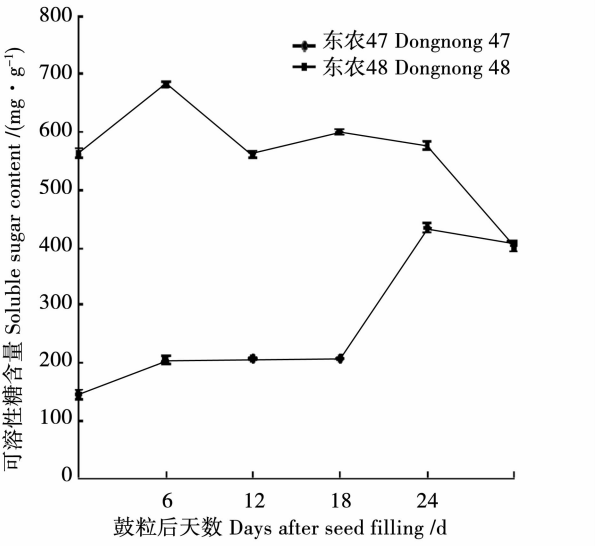


图3 大豆鼓粒期叶片可溶性糖含量变化动态
Fig.3 Dynamic of soluble sugar content in leaves of soybean at seed-filling period

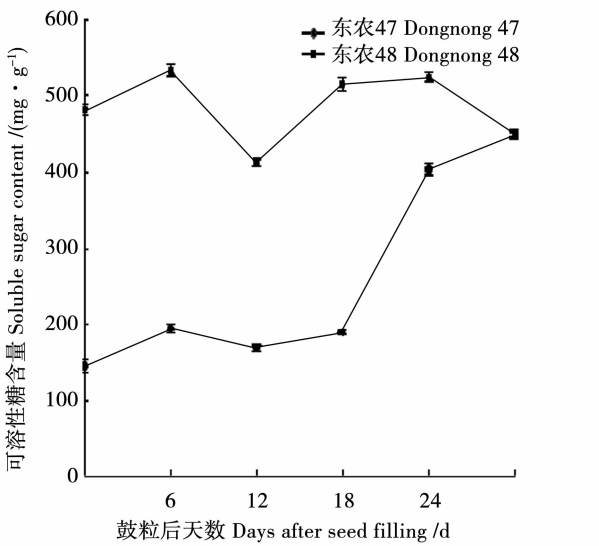


图4 大豆鼓粒期荚皮可溶性糖含量变化动态
Fig.4 Dynamic of soluble sugar content in of pods of soybean at seed-filling period

2.2 不同品质类型大豆鼓粒期各器官果糖含量的变化规律

东农47根系鼓粒期果糖含量呈下降趋势($P < 0.01$),鼓粒后12 d出现最低值。东农48根系鼓粒期果糖含量呈上升趋势($P < 0.01$),鼓粒后18 d出现峰值(图5)。东农47茎秆鼓粒期果糖含量呈先下降再上升后下降趋势。东农48茎秆果糖含量呈先上升后下降趋势($P < 0.01$),鼓粒后12 d出现峰值(图6)。东农47叶片鼓粒期果糖含量呈先下降后上升再下降趋势,18 d出现最小值($P < 0.05$)。

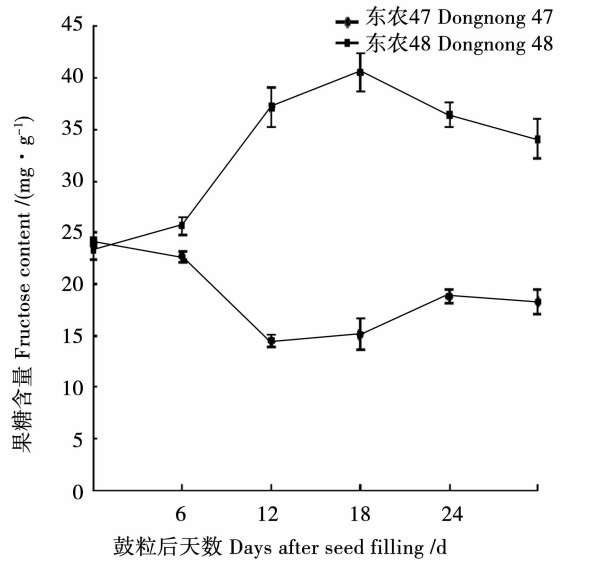


图5 大豆鼓粒期根系果糖含量变化动态
Fig.5 Dynamic of fructose content in roots of soybean at seed-filling period

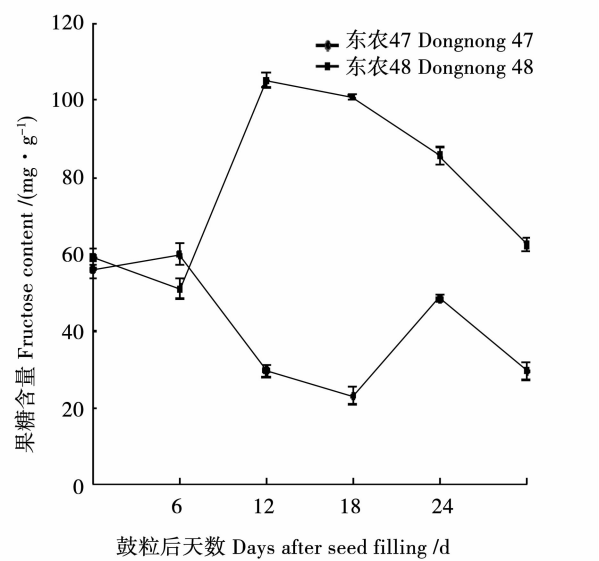


图6 大豆鼓粒期茎秆果糖含量变化动态
Fig.6 Dynamic of fructose content in stems of soybean at seed-filling period

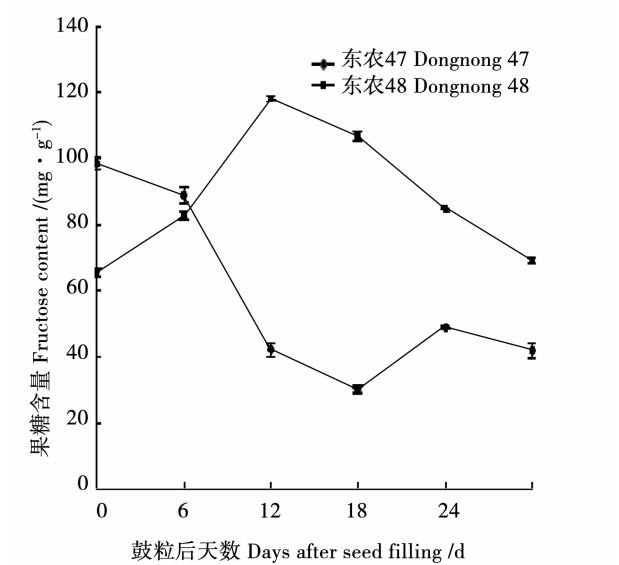


图 7 大豆鼓粒期叶片果糖含量变化动态
Fig. 7 Dynamic of fructose content in leaves of soybean at seed-filling period

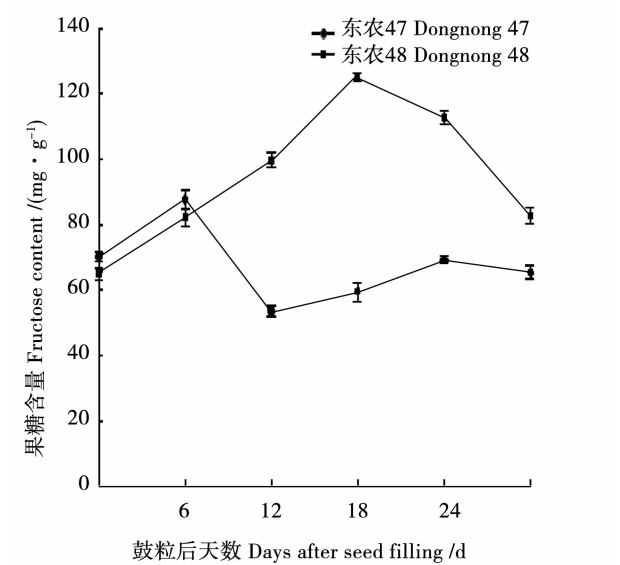


图 8 大豆鼓粒期荚果果糖含量变化动态
Fig. 8 Dynamic of fructose content in pods of soybean at seed-filling period

2.3 不同品质类型大豆鼓粒期各器官蔗糖含量的变化规律

由图 9 可知,东农 47、东农 48 根系鼓粒期蔗糖含量均呈先上升后下降趋势,都在鼓粒后 12 d 出现峰值($P < 0.05$)。东农 47、东农 48 茎秆鼓粒期蔗糖含量都呈先上升后下降趋势,都在鼓粒后 12 d 出现峰值(图 10)。东农 47、东农 48 叶片鼓粒期蔗糖含量变化规律都呈先升后降趋势($P < 0.01$),都在鼓

粒后 12 d 出现峰值(图 11)。东农 47 荚皮鼓粒期蔗糖含量呈先升后降趋势,鼓粒后 12 d 出现峰值。东农 48 荚皮鼓粒期蔗糖含量呈上升趋势,鼓粒后 30 d 达到最大值(图 12)。试验结果表明,东农 47 鼓粒期蔗糖含量较东农 48 高,东农 47 和东农 48 鼓粒期间荚皮的蔗糖含量较其它器官高,顺序大致为荚皮 > 叶片 > 茎秆 > 根系。

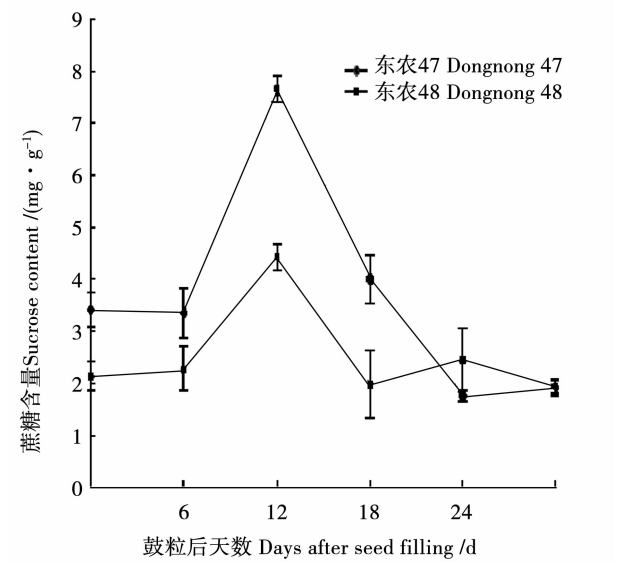


图 9 大豆鼓粒期根系蔗糖含量变化动态
Fig. 9 Dynamic of sucrose content in roots of soybean at seed-filling period

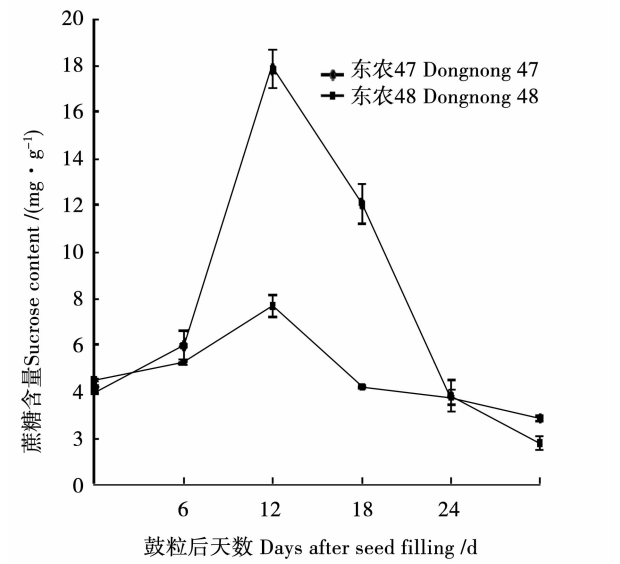


图 10 大豆鼓粒期茎秆蔗糖含量变化动态
Fig. 10 Dynamic of sucrose content in stems of soybean at seed-filling period

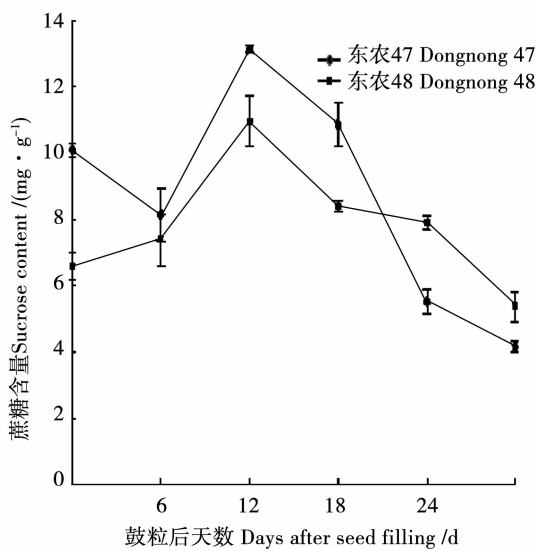


图 11 大豆鼓粒期叶片蔗糖含量变化动态
Fig. 11 Dynamic of sucrose content in leaves of soybean at seed-filling period

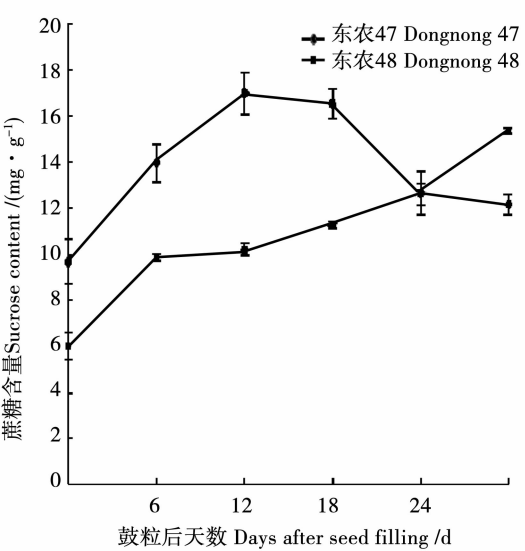


图 12 大豆鼓粒期荚皮蔗糖含量变化动态
Fig. 12 Dynamic of sucrose content in pods of soybean at seed-filling period

3 结论与讨论

Egli^[11]研究认为,大豆从结荚至鼓粒盛期是植株生长过程中各器官养分竞争最激烈的时期。在此期间,生育最旺盛的器官是荚皮^[12]。本试验中,高油型和高蛋白型大豆品种鼓粒期叶片的可溶性糖总量较其它器官高,荚皮的蔗糖和果糖含量较其它器官高。说明高油型和高蛋白型大豆品种鼓粒期叶片和荚皮都是糖代谢相对比较旺盛的部位,为籽粒运输更多的碳水化合物奠定基础;另外,荚皮的果糖和蔗糖含量高于叶片,而叶片中可溶性糖总量最高,可能是由于可溶性糖除果糖和蔗糖外,还有葡萄糖,麦芽糖等其它糖分含量使得叶片的可溶性总糖含量变高,这一现象也与叶片是蔗糖的临时贮藏部位有关。可见,高油型和高蛋白型大豆品种鼓粒期可溶性糖含量在各器官间的分布规律基本一致。

可溶性糖是体内多糖、蛋白质、脂肪等大分子物质合成的物质基础。可溶性糖含量可以反映不同大豆品种光合物质运转与分配状况。作为高蛋白型的东农 48 鼓粒期可溶性糖、果糖含量高于高油型的东农 47,可溶性糖是光合作用的直接产物,其含量越高,越有利于光合产物向籽粒的转移和运输。高油型东农 47 可溶性糖含量较低可能与籽粒脂肪合成有关,这也与魏彤彤^[13]对两品质类型花生生理特性差异研究结果相同。

大豆中的蔗糖作为二糖的典型代表物质,是大豆非结构型碳水化合物的主要成分,是大豆储藏、

积累和运输糖分的主要形式^[14-15]。大豆中的蔗糖含量与其中油脂的含量呈正相关,与蛋白质的含量呈负相关^[16-17]。本试验中,高油型东农 47 鼓粒期蔗糖含量较高蛋白型东农 48 高,与 Hymowitz 等^[16]和 Hartwig 等^[17]研究的高油型大豆中的蔗糖含量通常高于高蛋白型大豆的蔗糖含量研究结果相一致,可能与高油型品种中磷酸蔗糖合成酶和蔗糖合成酶活性较高有利于积累较多蔗糖有关,这是籽粒积累较多脂肪的生理和物质基础。

参考文献

[1] 赵黎明, 郑殿峰, 冯乃杰, 等. 植物生长调节剂对大豆叶片光合特性及糖分积累的影响[J]. 大豆科学, 2008, 27(3): 442-445. (Zhao L M, Zheng D F, Feng N J, et al. Effects of plant growth regulators (PGRs) on photosynthetic characteristics and sugar accumulation in soybean leaves [J]. Soybean Science, 2008, 27(3): 442-445.)

[2] Kavakli I H, Slattery C J, Ito H, et al. The conversion of carbon and nitrogen into starch and storage proteins in developing storage organs; An overview [J]. Functional Plant Biology, 2000, 27: 561-570.

[3] 郎漫, 刘元英, 彭显龙, 等. 不同氮肥用量下镁对大豆碳氮代谢的影响[J]. 大豆科学, 2006, 25(1): 49-52. (Lang M, Liu Y Y, Peng X L, et al. Effects of magnesium on C and N metabolism of soybean at different nitrogen levels[J]. Soybean Science, 2006, 25(1): 49-52.)

[4] 章建新, 翟云龙, 薛丽华. 密度对高产春大豆生长动态及干物质积累分配的影响[J]. 大豆科学, 2006, 25(1): 1-5. (Zhang J X, Zhai Y L, Xue L H. Effect of plant density on growth tendency, dry matter accumulation and distribution in high yield spring soybean [J]. Soybean Science, 2006, 25(1): 1-5.)

[5] Zhang M C, Sun W X, Liu Y Y, et al. Timing of N application affects net primary production of soybean with different densities [J]. Journal of Integrative Agriculture, 2014, 13 (12): 60345-60347.

[6] 张明聪,孙文相,罗翔宇,等. 启动氮加追氮对大豆钾素积累分配规律的影响[J]. 大豆科学, 2013, 32 (5): 664-669. (Zhang M C, Sun W X, Luo X Y, et al. Effects of starter-N plus topdressing N on K accumulation and distribution in soybean plants [J]. Soybean Science, 2013, 32(5): 664-669.)

[7] 杜长玉,李东明,庞全国. 大豆连作对植株营养水平、叶绿素含量、光合速率及其产物影响的研究[J]. 大豆科学, 2003, 22(2): 146-150. (Du C Y, Li D M, Pang Q G. Study on the effect of successive planting soybean to nutrient, chlorophyll photo-synthetic efficiency and photosynthes of soybean plants[J]. Soy-bean Science, 2003, 22(2): 146-150.)

[8] 王林红,乔潇,乔亚科,等. PEG 模拟干旱胁迫下不同类型大豆的生理生化响应[J]. 大豆科学, 2014, 33(3): 370-373. (Wang L H, Qiao X, Qiao Y K, et al. Physiological and bio-chemical responses of different soybeans under PEG simulated drought stress[J]. Soybean Science, 2014, 33(3): 370-373.)

[9] 金喜军,马春梅,龚振平,等. 大豆鼓粒期对肥料氮的吸收与分配研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(2): 395-399. (Jin X J, Ma C M, Gong Z P, et al. Study on fertilizer-N absorp-tion and distribution of soybean during the seed-filling period[J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizer, 2010, 16 (2): 395-399.)

[10] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000. (Bao S D. Agricultural chemical analysis of soil[M]. 3rd ed. Beijing: Chinese Agricultural Press, 2000.)

[11] Egli D B. Influence of N stress on leaf senescence and N redistri-bution in soybean[J]. Agronomy Journal,1978,70(1):43-50.

[12] Zhang M C, Sun W X, Liu Y Y, et al. Timing of N application affects net primary production of soybean with different densities [J]. Journal of Integrative Agriculture, 2014, 13 (12): 60345-60347.

[13] 魏彤彤. 两种品质类型花生生理特性差异研究[D]. 泰安:山 东农业大学, 2013. (Wei T T. The study on differences in phys-iological characteristics of two peanut quality types [D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2013.)

[14] Honig D H, Rackis J J. Determination of the total pepsin-pancrea-tin indigestible content (dietary fiber) of soybean products, wheat bran, and corn bran[J]. Journal ofAgricultural and Food Chemis-try, 1979, 27(6): 1262-1266.

[15] Maughan P J, Maroof M A S, Buss G R. Identification of quanti-tative trait loci controlling sucrose content in soybean (*Glycine max*) [J]. Molecular Breeding, 2000, 6(1):105-111.

[16] Hymowitz T, Collins F I, Panczner J, et al. Relationship between thecontent of oil, protein, and sugar in soybean seed [J]. Agron-omy Journal, 1972, 64(5): 613-616.

[17] Hartwig E E, Kuo T M, Kenty M M. Seed protein and its relation-ship to soluble sugars in soybean[J]. Crop Science, 1997, 37 (3): 770-773.

黑龙江:250 万亩采取“三区轮作”

黑龙江省按照国家关于探索实行耕地轮作休耕制度试点的要求,及早谋划部署,采取有力措施,耕地轮作制度试点各项工作有序进行,得到基层干部群众普遍欢迎。

全省结合种植结构调整,整合财政部对玉米种植大户等新型经营主体补助资金 6 亿元和国家探索实行耕地轮作制度试点补贴资金 3.75 亿,共实施米改豆轮作试点面积 650 万亩,每亩补助 150 元。同时,在米改豆轮作试点范围内,选择处于四、五积温带的黑河、伊春和农垦九三、北安管理局开展探索耕地轮作制度试点 250 万亩,均采用“玉米-大豆-麦、薯、杂粮、饲草”等“三区”轮作模式。

该省在试点工作中突出规模主体。在尊重农民意愿的前提下,在试点对象的确定上,选择 2015 年在合法农业用地上种植玉米,2016 年种植大豆,其它试点年度合理轮作,以种植大户、家庭农场、农民专业合作社等新型农业经营主体为主的实际种植者作为探索建立耕地轮作制度试点对象,并要求实施主体、地块 3 年保持不变。

黑龙江省委、省政府对耕地轮作制度试点工作高度重视,建立了由省农委牵头,省委农办、省发展和改革委员会等部门和单位参加的耕地轮作制度试点协调机制。各试点市(地、局)、县(市、区、农场)也成立了由政府主要负责同志牵头的领导小组。农业、财政、纪检等部门各司其职,加强对项目资金的监管,防止挤占、挪用补助资金。各地还成立了由农业技术推广部门领导任组长,专业技术人员为成员的轮作试点工作技术指导小组。把轮作试点工作纳入目标管理,层层落实责任制,激发乡村干部轮作试点工作积极性。

为保证试点工作顺利推进,8 月下旬,黑龙江省农委联合十二个部门下发了《关于印发黑龙江省探索实行耕地轮作制度试点方案的通知》明确了试点区域、技术路径、操作程序等,重点在黑龙江省北部第四、五积温区冷凉区县(市、区)和农场等传统大豆主产区开展耕地轮作试点,探索建立米豆麦、米豆薯、米豆杂(杂粮)、米豆饲(饲草)等多种轮作种植模式。各试点县场结合实际,分别制定了实施方案和技术指导方案。

试点工作中,充分利用宣传资料、广播、电视、网络等媒体,加大耕地轮作制度试点政策宣传力度,全面、迅速、准确宣传国家开展耕地轮作试点的政策措施,宣传轮作试点的重要意义和有关要求,调动了种植大户、农民合作社等新型经营主体参与试点的积极性。同时,各试点县(市、区)政府组织本级统计、农业部门对玉米改种大豆轮作试点面积和种植作物品种进行实地调查核实,并将调查核实的合法实际种植面积、种植者姓名、流转地承包者和实际种植者姓名、身份证号码、地块、种植作物品种等信息在村屯、乡镇政府或农场(单位)进行张榜公示,确保轮作试点面积数据真实准确。

转自黑龙江农业信息网