

氮磷肥对两种品质类型大豆脂肪及其组分含量的影响

刘波¹, 苗保河^{2,3}, 李向东², 张丽娟¹

(1. 青岛农业大学植物科技学院, 青岛 266109; 2. 山东农业大学, 泰安 271018; 3. 菏泽市农业科学院, 菏泽 274000)

摘要 以高油大豆品种山宁11和高蛋白大豆品种荷豆12为试验材料,于分枝期末进行氮素和磷素处理。结果表明适当施氮肥均可以提高籽粒中粗脂肪的含量,降低棕榈酸、油酸和亚麻酸的含量,提高亚油酸的含量。山宁11以施氮量在N1处理水平(尿素120 kg hm⁻²)时表现最佳,比不施氮处理棕榈酸含量降低了0.65%,亚油酸含量提高了1.0%左右,而对于高蛋白品种则表现为在N2处理水平(尿素240 kg hm⁻²)时最佳,比不施氮肥处理油分含量提高了0.56%,棕榈酸含量降低了0.18%,硬脂酸含量降低了0.31%,亚油酸和油酸总量提高了2.37%,亚麻酸含量显著降低。施磷肥均可降低粗脂肪的含量,同时也降低棕榈酸和亚油酸的含量,但对于高蛋白品种则有利于其油酸的积累。

关键词 大豆;氮磷肥;脂肪;脂肪酸

中图分类号 S565.1 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2007)05-0736-04

EFFECT OF NITROGEN AND PHOSPHORUS ON FAT AND FATTY COMPOSITION CONTENT IN TWO VARIETIES OF SOYBEAN

LIU Bo¹, MIAO Bao-he^{2,3}, LI Xiang-dong², ZHANG Li-juan¹

(1. Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109; 2. Shandong Agricultural University, Taian 271018; 3. Heze Academy of Agricultural Sciences, Heze 274000)

Abstract The effect of nitrogen and phosphorus on fat and fatty composition content of soybean was investigated, with high oil variety Shanning 11 and high protein variety Hedou 12 as materials. The results showed that appropriate nitrogen could increase fat and linoleic acid content, decrease content of palmitic, oleic and linolenic acid. Under N1 treatment (urea 120 kg ha⁻¹), palmitic acid of Shanning 11 decreased by 0.65%, linoleic acid increased by 1.00%, compared with that of control. While Hedou12 performed best under N2 treatment (urea 240 kg ha⁻¹), fat and the total content of oleic and linoleic acid increased by 0.56% and 2.37%, the content of palmitic and stearic acid decreased by 0.18% and 0.31%, respectively. Phosphorus fertilizer could decrease the content of fat, palmitic and linoleic acid, while increase the content of oleic acid for high-protein soybean.

Key words Soybean; Nitrogen and phosphorus; Fat; Fatty acid

收稿日期:2007-01-26

作者简介:刘波(1979-),男,在读硕士,研究方向为大豆遗传育种。E-mail: liubo79313@sohu.com

通讯作者:张丽娟,女,副教授,硕士生导师。E-mail: zlj0532@163.com

大豆是世界上油用和蛋白质利用的最重要的油料作物之一。随着人民生活水平的日益提高和科学技术的发展,对豆油的品质提出了更高的要求。大豆的脂肪酸主要有 5 种,即棕榈酸(16: 0)、硬脂酸(18: 0)、油酸(18: 1)、亚油酸(18: 2)、及亚麻酸(18: 3)。一般来说,亚油酸含量最高,占 50% 以上,其次是油酸,占 20% 左右,棕榈酸占约 10%,亚麻酸占 10% 左右,硬脂酸含量是这 5 种中最少的,约占 2%^[1~2]。大豆油分品质主要取决于其脂肪酸的配比,因为脂肪酸的种类及其数量直接影响到大豆食用油的营养价值和加工储运。大豆的脂肪含量和脂肪酸组分除受品质类型和品种差别的影响外^[3],还受地理因素如纬度、海拔等条件的影响^[4]。在大豆生育期间特别是生殖生长阶段的温度、日照时数、降水等对其油分品质的影响也较大^[2,5~7]。我国的育种工作者对大豆的脂肪酸的积累规律和大豆脂肪酸含量的遗传做了一定研究^[8,9],并开始注意培育脂肪酸组分配比合理的新品种。但关于氮磷肥对大豆油分含量及其组分的影响报道却很少。本试验探讨氮磷肥对高油大豆和高蛋白大豆品种脂肪含量及其组分的影响,以期能找到脂肪酸组分和氮磷肥施用量的关系,为优质大豆生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2006 年在菏泽农业科学院大豆试验田进行,以菏泽市农业科学院选育的高蛋白品种菏豆 12 号和济宁农科所选育的高油品种山宁 11 号为试验材料。菏豆 12 种植行距 0.4 m,18 万株/hm²;山宁 11,株距 0.4 m,密度 24 万株/hm²,5 行小区,3 次重复,顺序排列。于分枝期末一次性追施氮肥(尿素 N0: 0 kg hm⁻²、N1: 120 kg hm⁻²、N2: 240 kg hm⁻²)和磷肥(过磷酸钙 P0: 0 kg hm⁻²、P1: 120 kg hm⁻²、P2: 240 kg hm⁻²)。

试验地为沙壤土,全氮含量 880.3 mg kg⁻¹土,碱解氮含量 54.67 mg kg⁻¹土,速效磷含量 20.25 mg kg⁻¹土,速效钾含量 126.6 kg hm⁻²土,有机质含量 1.24%,pH 8.46。基施有机肥 30 t hm⁻²,6 月 17 日播种,10 月 9 日收获,正常田间管理。

1.2 测定方法

粗脂肪的测定参照国标(GB2906-1982)采用残余法。脂肪酸组分的测定参考郑云兰等^[10]的方

法。样品的甲酯化:称取 0.200 g 粉碎的大豆样品于 10 mL 磨口玻璃试管中,加萃取剂(石油醚-苯混合液(V: V = 1: 1))约 2 mL,使样品淹没,加塞密闭过夜,再加 0.4 mol L⁻¹的 KOH-CH₃OH 溶液 2 mL,振摇 5 min,后室温放置 10 min,然后加水 10 mL,静置溶液分层后取上层清液入另一支干燥的试管中,放 0.2~0.3 g 无水 Na₂SO₄,取上层清液做气相色谱分析。所用仪器为岛津 GC-2010 气相色谱仪。

2 结果与分析

2.1 氮素处理对脂肪及其组分含量的影响

由表 1 可以看出,对于高油大豆品种山宁 11,粗脂肪的含量是随着施氮量的增加先升高后降低,在 N1 的水平时含量最高,达到 18.62%;而高蛋白大豆品种菏豆 12 的脂肪含量则是随着施氮量的增加升高的,N2 水平时,脂肪的含量较大,达到 17.46%,且与另两个施氮水平差异显著。两种品质类型大豆对相同水平氮素的反应不同,可能是由于各自对氮素的需求量不同造成的,高油大豆需要的氮素可能较少,试验中设计的氮素水平的最大值可能超过了高油品种对氮素需求量;而高蛋白大豆则需要较多的氮素来合成蛋白质,试验中设计的氮素水平的最大值可能没有达到高蛋白品种的氮素需求量。

随着施氮量的增加,两种品质类型的大豆棕榈酸的含量也表现不同,高油品种山宁 11 的棕榈酸含量一直降低;而高蛋白类型的大豆棕榈酸含量则先升后降,且下降幅度较大,低于 N0 水平时的含量,且差异均不显著。说明在一定限度范围内增加施氮量可以降低大豆粗脂肪中棕榈酸的含量。

硬脂酸含量对氮素水平的反应并不一致。山宁 11 号规律不明显;菏豆 12 硬脂酸含量 N0 > N1 > N2,随着氮肥施用量的增加呈降低趋势,且各水平间差异不显著。亚油酸含量则表现相反,高蛋白品种菏豆 12 为 N2 > N1 > N0,N2 较 N0 水平提高了 1.76%,各水平间差异均达显著水平,说明施氮能增加其亚油酸的含量;对于高油品种则为 N1 > N0 > N2,表现为 N1 水平能增加其含量,N2 水平则降低其亚油酸的含量。施氮量对于油酸含量两类大豆则表现一致,油酸表现为少量施氮可降低其含量,再增加施用量其含量又增加。而亚麻酸含量都是随着施

氮量的增加而降低的,在 N1 水平降低但不显著,N2 水平时亚麻酸含量显著降低。

表 1 氮肥处理脂肪及脂肪酸含量的比较

Table 1 Comparison of oil and the fatty acid content under different nitrogen treatment(%)

品种	处理	粗脂肪	棕榈酸	硬脂酸	亚油酸	油酸	亚麻酸
Variety	Treatment	Oil	Palmful acid	Stearic acid	Linoleic acid	Oleic acid	Linenic acid
山宁 11	N0	17.97 ± 0.32b	10.57 ± 0.05a	3.23 ± 0.03b	51.68 ± 0.48a	28.11 ± 0.35a	5.95 ± 0.02a
	N1	18.62 ± 0.05a	10.51 ± 0.01a	3.19 ± 0.01b	52.65 ± 0.51a	26.98 ± 0.34a	5.94 ± 0.06a
Shanning11	N2	17.47 ± 0.38b	10.40 ± 0.07a	3.49 ± 0.02a	51.08 ± 0.57a	28.30 ± 0.22a	5.83 ± 0.05b
	N0	16.90 ± 0.52b	12.45 ± 0.34a	3.54 ± 0.01a	52.96 ± 0.14c	22.31 ± 0.20a	8.15 ± 0.02a
菏豆 12	N1	16.93 ± 0.01b	12.93 ± 0.07a	3.47 ± 0.03a	53.85 ± 0.33b	21.34 ± 0.25a	7.58 ± 0.40a
	Hedou12	N2	17.46 ± 0.24a	12.27 ± 0.21a	3.23 ± 0.23a	54.63 ± 0.37a	23.01 ± 0.57a

小写字母为 0.05 显著水平,下同。

Lowercase letters indicate 0.05 significant level, the same as below.

2.2 磷素处理对脂肪及其组分含量的影响

表 2 数据表明,随着磷肥施用量的增加山宁 11 粗脂肪含量呈降低的趋势,但各水平间差异不显著;菏豆 12 粗脂肪的含量是随着施磷量的增加而减小的,与最高值相比,降低了 0.52%,且施磷与不施差异显著,施磷肥的两个水平之间差异不显著。两者

同时表现为施磷可以降低大豆籽粒粗脂肪的含量。这可能是由于施磷肥后,增强了植株组织之间和器官之间氮素的运输能力,有较多的氮素运输到籽粒用于蛋白质的合成,从而降低了籽粒中粗脂肪的含量。

表 2 磷肥处理脂肪及脂肪酸含量的比较

Table 2 Comparison of oil and the fatty acid content under different phosphorus treatment(%)

品种	处理	粗脂肪	棕榈酸	硬脂酸	亚油酸	油酸	亚麻酸
Variety	Treatment	Oil	Palmful acid	Stearic acid	Linoleic acid	Oleic acid	Linenic acid
山宁 11	P0	17.97 ± 0.72a	10.61 ± 0.08a	3.51 ± 0.24ab	52.52 ± 0.47a	27.17 ± 0.23a	6.09 ± 0.14a
	P1	17.83 ± 0.03a	10.48 ± 0.05a	3.18 ± 0.11b	51.88 ± 0.21a	27.93 ± 0.37a	5.97 ± 0.06a
Shanning11	P2	17.81 ± 0.33a	10.21 ± 0.25a	3.66 ± 0.25a	51.77 ± 0.11a	26.74 ± 0.77a	6.00 ± 0.29a
	P0	17.61 ± 0.17a	12.81 ± 0.26a	3.31 ± 0.15ab	53.61 ± 0.55a	23.31 ± 1.19b	7.77 ± 0.21a
菏豆 12	P1	17.09 ± 0.13b	10.84 ± 0.56b	3.05 ± 0.08b	51.92 ± 0.23b	28.82 ± 0.87a	5.72 ± 0.29b
	Hedou12	P2	17.15 ± 0.16b	10.20 ± 0.25b	3.69 ± 0.29a	52.43 ± 1.04a	26.93 ± 0.50ab

施磷肥能降低粗脂肪中棕榈酸的含量(表 2)。对于山宁 11 各个水平之间差异不显著;菏豆 12 施磷肥后则会显著降低棕榈酸的含量。随施磷量增加硬脂酸含量呈现先降后升的变化,都表现为 N1 水平时含量最低,N2 水平含量最高,且两者之间差异达显著水平。

亚油酸是大豆油分的重要组成部分,随着磷肥施用量的增加,山宁 11 呈降低趋势,而菏豆 12 先降低后有所回升,但施肥总体上还是降低了大豆油分中亚油酸的含量。油酸含量的变化在两种类型大豆中的表现基本一致,随着施磷量的增加先升后降。施磷肥后,高蛋白品种油酸和亚油酸的总量有明显的升高,最高增加 3.82%。总体来说在 P1 水平时油酸含量达到最高值,并与其它水平达到不显著或者显著水平。而亚麻酸的含量则表现相反,随着施磷量的增加是先降后升的,施磷肥与不施之间差异也达到不显著或者显著水平。表中数据还表明施磷

肥能降低大豆油分中亚麻酸的含量,优化油分组成,延长大豆油的保质期。

3 讨论

脂肪含量是大豆非常重要的品质指标,直接影响着大豆出油率。脂肪酸组成比例又同豆油的营养价值和保质期有着密切的关系。理想的油分中脂肪酸组成为较高的油酸和亚油酸含量,即营养品质;较低的亚麻酸含量,即较长的保质期。大豆籽粒中脂肪含量和脂肪酸组成比例是其自身的基因型和外界栽培因子共同作用的结果。大豆的脂肪含量和脂肪酸组分除受品质类型^[3]和品种差别的影响外,还受地理因素如纬度、海拔^[4]等条件的影响。在大豆生育期间特别是生殖生长阶段的温度、日照时数、降水等对其油分品质的影响也很大^[5~7]。丁振麟研究表

明,高温多雨时,有利于蛋白质合成,低温少雨则有利于脂肪的合成^[11]。2006 年夏季大豆生长前期低温多雨,可能对脂肪的合成有一定的影响,致使本试验选用的高油品种材料山宁 11 没有显现出高油品种的特色。

中国农科院作物所和原吉林农科所盆栽试验证明,在农家肥的基础上再增施磷及氮和磷,或者不施农家肥而施氮、磷、钾肥,都能提高大豆籽粒的含油量^[12]。丁洪,郭庆元等利用盆栽试验也得到了施磷使大豆籽粒中脂肪含量提高的结论^[13]。本试验在施有机肥的基础上单独施用氮肥可以提高籽粒中脂肪的含量,这一点同前人的研究结果基本一致。而施磷肥会降低籽粒中脂肪的含量却与前人的研究结果完全相反,这可能是由于试验所选用的材料、试验地点和试验年份的天气状况不同造成的。在本试验条件下,施氮肥对两种类型大豆脂肪酸组成的影响并不一致。对于高油品种施用氮肥可以降低棕榈酸和亚麻酸含量,优化油分的结构。在 N1 水平时表现最佳,比不施氮处理棕榈酸和亚麻酸含量分别降低了 0.65% 和 0.01%,亚油酸含量提高了近 1.0%。而对于高蛋白品种施氮肥可以降低硬脂酸和亚麻酸含量,提高油酸含量,表现为在 N2 水平时最佳,比不施氮肥处理的油分含量提高了 0.56%,棕榈酸含量降低了 0.18%,硬脂酸含量降低了 0.31%,亚油酸和油酸总量提高了 2.37%,亚麻酸含量显著的降低。两种类型对氮素的不同反映可能是由于在脂肪和脂肪酸的合成与积累过程中对氮素的运输和分配量的不同造成的。

本研究结果表明施磷肥可以降低大豆籽粒粗脂肪的含量,同时也显著降低了棕榈酸和亚油酸的含量,可见施磷肥不利于大豆粗脂肪的积累及棕榈酸和亚油酸的形成。这与丁洪、郭庆元等盆栽试验结果施磷肥后,籽粒中棕榈酸含量成增长趋势的结论不一致。但施磷对籽粒中油酸亚油酸含量影响较大的结论和他们的研究结果相符^[13]。施磷肥与不施对山宁 11 粗脂肪的含量影响并不大,各处理之间没

有达到显著水平。但是考虑到可以降低棕榈酸和亚麻酸的含量,提高油酸和亚油酸的总量,改善油分品质,对高油大豆品种适当增加磷肥还是能起到良好的作用。对高蛋白品种增施磷肥能显著的降低棕榈酸、硬脂酸和亚麻酸的含量,虽然对亚油酸的含量也有所降低,但是总体上提升了亚油酸和油酸的比例。

综上所述,施氮肥可以提高大豆籽粒中脂肪含量,降低亚麻酸含量,对油酸和亚油酸含量的影响较大;施磷肥能降低籽粒中脂肪、棕榈酸和亚麻酸的含量。适当的施用氮肥和磷肥能优化脂肪酸的组成,改善大豆油分组成。

参 考 文 献

- [1] 顾和平,朱成松,陈新.大豆籽粒品质的进一步改良[J].大豆通报,1997,4:5-6.
- [2] 薛庆喜,姚远,李春富.美国大豆油分品质的改良和遗传[J].大豆通报,2000,6:22-23.
- [3] 刘兴媛,胡传,李玉玲.中国大豆种质资源的脂肪酸组成分析[J].作物品种资源,1998,2:40-42
- [4] 何志鸿,徐永华,林凤英.世界不同纬度与海拔大豆蛋白质和脂肪分布概势[J].大豆科学,1990,1:65-70.
- [5] 祖世亨.大豆含油率的农业气候分析及黑龙江省大豆含油率的地理分布区划[J].大豆科学,1983,4:266-276.
- [6] 胡明祥,于德洋,孟祥勋,等.不同生态区域环境对中国大豆品质的影响[J].大豆科学,1990,1:39-49.
- [7] 韩天富,王金陵,杨庆凯,等.开花后光照长度对大豆化学品质的影响[J].中国农业科学,1997,2:47-53.
- [8] 张思河,王萍,马淑英,等.不同成熟类型大豆籽粒脂肪酸累积的组分分析[J].云南大学学报,1999,21(S3):118-119.
- [9] 胡超越.大豆油脂脂肪酸含量的遗传变异及配合力分析[D].吉林农业大学硕士学位论文,2003.
- [10] 郑云兰,李霞辉主编.大豆营养分析技术[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1991.
- [11] 丁振麟.气候条件对于大豆化学品质的影响[J].作物学报,1965,4:313-320.
- [12] 董钻.大豆产量生理[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [13] 丁洪,郭庆元,李志玉,等.磷对大豆不同品种产量和品质的影响[J].中国油料作物学报,1998,2:66-70.