

黑龙江省不同年代育成代表性大豆品种 产量因子对施肥水平的响应

郑 伟^{1,2}, 郭 伟², 谢甫绀¹, 郭 泰², 王志新²,
李灿东², 张振宇², 吴秀红², 张茂明²

(1. 沈阳农业大学农学院, 辽宁 沈阳 110866; 2. 黑龙江省农科院佳木斯分院, 黑龙江 佳木斯 154007)

摘 要: 为了明确黑龙江省不同年代育成大豆品种对施肥水平响应的变化趋势,以黑龙江省不同年代育成的合丰 25、合丰 35、绥农 14、合丰 39、垦丰 16 等 5 个主栽大豆品种为材料,研究不同年代育成大豆品种在不同施肥水平条件下农艺性状及产量因子的变化规律。结果表明,黑龙江省不同年代育成大豆品种在不同施肥水平条件下,单株产量、主茎节数、单株荚数、光合速率等性状改良效果明显,株高、主茎节数、单株粒数、单株叶面积也得到了不同程度的改良,单株叶面积向着更适于密植栽培的清秀型发展;农艺性状和产量因子对低施肥水平适应能力的改良主要是由于单株荚数显著提高的结果;对中等施肥水平适应能力改良主要是由于光合速率显著提高的结果;对高施肥水平适应能力增强主要是由于光合速率和主茎节数极显著提高的结果。

关键词: 大豆;不同年代;施肥水平;响应

中图分类号: S565.1 文献标志码: A 文章编号: 1000-7601(2014)05-0116-07

Response to fertilization of yield component of representative soybean cultivars for different periods in Heilongjiang province

ZHENG Wei^{1,2}, GUO Wei², XIE Fu-ti¹, GUO Tai², WANG Zhi-xin², LI Can-dong²,
ZHANG Zhen-yu², WU Xiu-hong², ZHANG Mao-ming²

(1. Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866, China;

2. Jiamusi Branch Academy of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi, Heilongjiang 154007, China)

Abstract: This study aims to elucidate the response to fertilization of soybean cultivars, which were released in different years in Heilongjiang province, such as Hefeng 25, Suinong 14, Hefeng 39, Kenfeng 16, and Hefeng 35, by investigating agronomical traits and yield component. The results showed that yield per plant, main stem nodes, number of pods per plant and photosynthetic rate improved significantly, and plant height, main stem nodes, grain per plant and leaf area per plant as well. The leaf area per plant was the suitable index. Improvement in agronomical traits and yield component under low fertilization was mainly due to the increase in number of pods per plant, and that under medium fertilization due to the increase in photosynthetic rate, under high fertilization due to the increase in photosynthetic rate and main stem node number.

Keywords: soybean; different years; fertilization levels; response

随着遗传改良的不断深入,大豆品种产量潜力和综合抗性得到了显著的提高,国内外许多学者研究证实大豆品种的遗传改良使产量每年增加 1.0% 左右,品种遗传改良过程中主要农艺性状向着有利于单位面积产量增加的方向发展^[1-4]。郑红兵等对吉林省育成的跨越 82 年的 30 个大豆品种进行研究认为,随着育成年份的推移大豆产量提高,株高降低,主茎节数增加,节间缩短,抗倒伏能力增强,叶部性状的变化表现为单株叶面积、叶片数、叶形指数、叶面积指数与品种育成年代呈正相关^[3];杨秀红等

收稿日期: 2013-09-11
基金项目: 黑龙江省大豆产业振兴院士工作站(2013YCGZ02-1);国家现代大豆产业技术体系建设(CARS-04-CES05);北方早熟大豆新品种培育与扩繁(2011BAD35B06-1-5);俄罗斯等国大豆种质资源的创新利用和品质改良(2011DFR30840)
作者简介: 郑 伟(1976—),男,黑龙江勃利人,在读博士,副研究员,从事大豆育种与栽培技术研究工作。E-mail: zhw105122@163.com。
通信作者: 谢甫绀(1966—),男,教授,博士生导师,从事大豆育种与栽培生理研究工作。

对黑龙江省育成大豆品种根系遗传改良进行了研究,认为大豆根系向着体积增大,表面积增加的方向发展^[5]。以上学者在单一条件下对大豆品种的遗传改良进行了探讨,并未涉及到品种适应性的研究。本项目针对品种遗传改良过程中对施肥水平的适应能力改良趋势进行研究,以期为广适应性大豆品种的遗传改良和高产栽培技术提供理论依据。

表 1 黑龙江省不同年代育成大豆品种及特性
Table 1 Cultivars and characteristics of Heilongjiang Soybean in different years

品种名称 Cultivars	育成年代 The released year	结荚习性 Podding features	叶形 Leaf shape	生育日数 Growth days/d
合丰 25 Hefeng 25	1985s	亚有限 Semi-determinate	披针叶 Lanceolate	120
合丰 35 Hfeng 35	1990s	亚有限 Semi-determinate	披针叶 Lanceolate	120
绥农 14 Suinong 14	1995s	亚有限 Semi-determinate	披针叶 Lanceolate	120
合丰 39 Hefeng 39	2000s	亚有限 Semi-determinate	披针叶 Lanceolate	120
垦丰 16 Kenfeng 16	2005s	亚有限 Semi-determinate	披针叶 Lanceolate	120

1.2 试验方法

试验于 2011—2012 年在黑龙江省农科院佳木斯分院进行。供试土壤养分含量:碱解氮(N)229.30 mg·kg⁻¹、速效磷(P₂O₅)126.00 mg·kg⁻¹、速效钾(K₂O)510.69 mg·kg⁻¹、pH 6.91、全氮(N)0.308%、全磷(P₂O₅)0.224%、全钾(K₂O)1.896%、有机质 5.30%。采用盆栽试验,盆直径 30 cm,高 35 cm,每盆装 15 kg 土。设置 3 个施肥水平,低施肥水平:0 g 磷酸二铵·kg⁻¹土、中等施肥水平:150 g 磷酸二铵·kg⁻¹土、高施肥水平:300 mg 磷酸二铵·kg⁻¹土,试验采用 2 因素随机区组设计,每个处理种植 15 盆,V4、R2、R4、R6 每个处理取样 3 盆用于分析,剩余 3 盆秋季考种测产。试验于 5 月 1 日播种,出苗后每盆定苗 3 株,定苗后施肥:分别用水溶解肥料后浇入盆中,生育期间进行各项指标测定,10 月 3 日收获。

1.3 测定指标

1.3.1 单株叶面积测定 于大豆生长的 V4、R2、R4、R6 每个处理取样 3 盆,利用叶面积扫描仪测量大豆的单株叶面积。

1.3.2 光合速率 在大豆鼓粒期,利用 Li-6400 光合仪测定主茎倒 3 叶中间小叶的光合速率,每个处理选取有代表性的 3 盆,每盆测定 3 株,取平均值。测定条件为:选取晴朗无云的天气,测定时间为上午 9:00—11:00,光合仪测定条件:流速 500 L·mol⁻¹·s⁻¹,红蓝光源光量子通量密度(PFD)为 1000 L·mol⁻¹·m⁻²·s⁻¹。

1.3.3 产量测定 收获后放置 10 d,风干后测产。

1.3.4 考种 收获后进行室内考种,考察项目为:

1 材料与方法

1.1 试验材料

选用黑龙江省不同年代育成的大豆品种,从 1985 年开始每 5 年为一个时间段,选择期间育成的一个有代表性的大豆品种(表 1),所选材料农艺性状高度一致,为黑龙江省大豆生产不同时期的主栽品种。

株高、主茎节数、单株荚数、单株粒数、百粒重等。

1.4 数据处理

利用 Excel 软件和 DPS 软件对数据结果进行统计分析。

2 结果分析

2.1 施肥对不同年代育成大豆品种单株产量影响

收获后对单株产量结果进行方差分析,不同施肥水平之间以及不同品种之间单株产量差异达到极显著水平($P = 0.0004$ 、 $P = 0.0001$),施肥水平与品种互作达到显著水平($P = 0.0249$),表明不同年代育成品种对施肥水平的适应能力存在差异。不同年代育成品种在 3 种施肥水平条件下的单株产量均值与育成年代相关达到了显著水平(见图 1a),表明近 30 年随着时间的推移品种的产量潜力得到了显著提高。

为了明确参试品种对不同施肥水平的适应能力,分析了品种在低施肥水平下单株产量的遗传改良趋势(图 1b),可以看出在低施肥条件下近 30 年间育成大豆品种单株产量与育成时间呈正相关关系($r = 0.5764$, $P = 0.0754$),说明在低施肥水平条件下随着时间的推移育成大豆品种产量得到了提高;中等施肥水平条件下对不同年代育成品种比较(图 1c),可以看出育成品种单株产量与育成年代呈正相关关系($r = 0.5520$, $P = 0.1044$),说明近 30 年来大豆单株产量得到了提高;在高施肥水平条件下品种单株产量与育成年代的关系进行分析可以看出(图 1d),单株产量与育成年代之间呈显著的正相关关系($r = 0.8390^*$),可见随着年代的推进品种的遗传改

良呈现显著增长的趋势,即随着遗传改良大豆品种

对高施肥水平水平的适应能力增强。

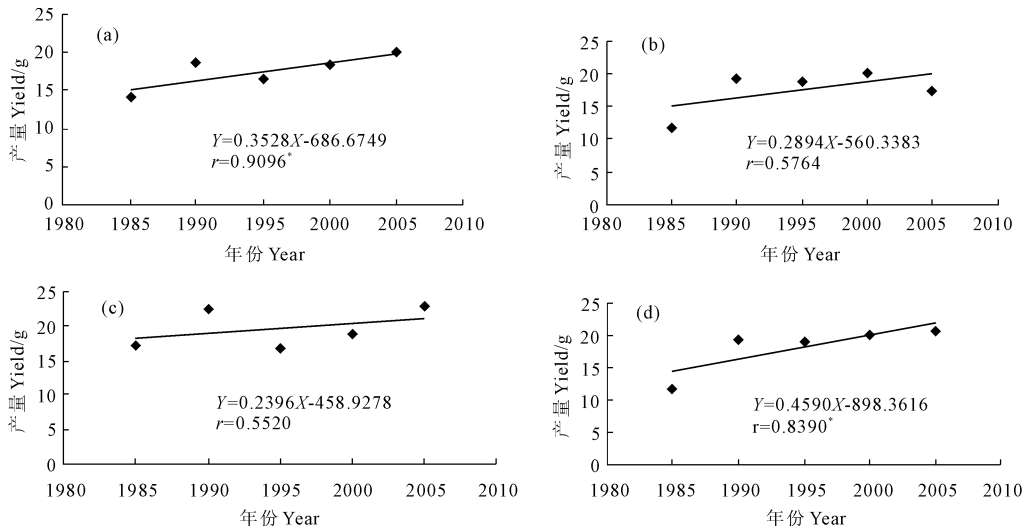


图 1 不同年代育成大豆品种单株产量改良趋势

Fig.1 Trends of improvement in yield of soybean cultivars at different periods

2.2 施肥对不同育成大豆光合速率的影响

将 3 种施肥水平下参试光合速率取平均值与育成年代进行相关分析结果表明(图 2a),大豆光合速率与育成年代相关系数为 $r = 0.8953^*$,达到了显著水平($P = 0.0400$),说明随着时间的推进大豆光合能力得到了显著提高。高施肥水平肥条件下光合速率遗传改良效果(图 2b)表明,参试品种与育成年代呈正相关 $r = 0.9813^{**}$,相关达到了极显著水平($P = 0.0031$),说明随着遗传改良大豆耐高施肥水平能

力得到了极显著的提高。中等施肥水平条件下遗传改良效果(图 2c)表明,参试品种与育成年代呈正相关 $r = 0.8883^*$,相关达到了显著水平($P = 0.0440$),说明随着遗传改良大豆光合速率到了显著的提高;低施肥水平条件下遗传改良效果(图 2d)表明,参试品种与育成年代呈正相关 $r = 0.6652$,差异没有达到显著水平($P = 0.6824$),说明随着遗传改良大豆耐低施肥水平能力得到了一定的提高。

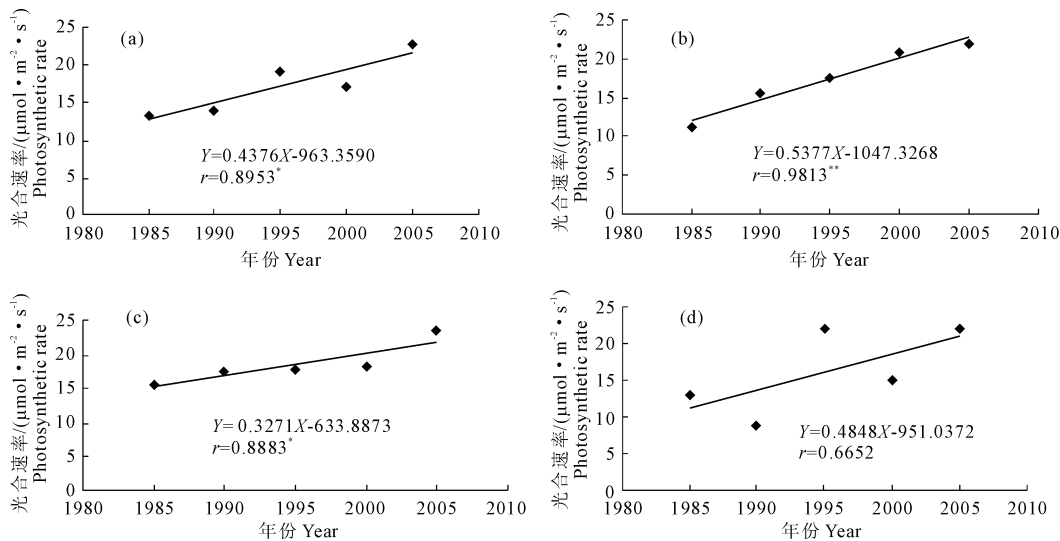


图 2 不同年代育成大豆品种光合速率遗传改良趋势

Fig.2 Trends of genetic improvement in photosynthetic rate of soybean cultivars at different periods

2.3 施肥对不同年代育成品种单株叶面积影响

将 3 种施肥水平下参试品种不同时期叶面积取

平均值与育成年代进行相关分析结果表明(图 3a),参试品种叶面积与育成年代呈负相关 $r =$

-0.2835, 相关没有达到显著水平 ($P = 0.6439$), 低施肥水平(图 3b)、中等施肥水平(图 3c)、高施肥水平(图 3d)条件下单株叶面积与育成年代相关系数分别为 $r = -0.1062$ 、 $r = -0.4143$ 、 $r = -0.3879$, ($P = 0.3796$ 、 $P = 0.4480$ 、 $P = 0.5188$)说明随着品种的

遗传改良黑龙江省不同年代育成品种叶面积呈现逐渐降低的趋势,这可能是近年来大豆生产上种植密度逐渐提高,育种家为了适应生产发展的需要选育了一些适于密植的大豆品种,因此株型越来越清秀,单株叶面积有减小的趋势。

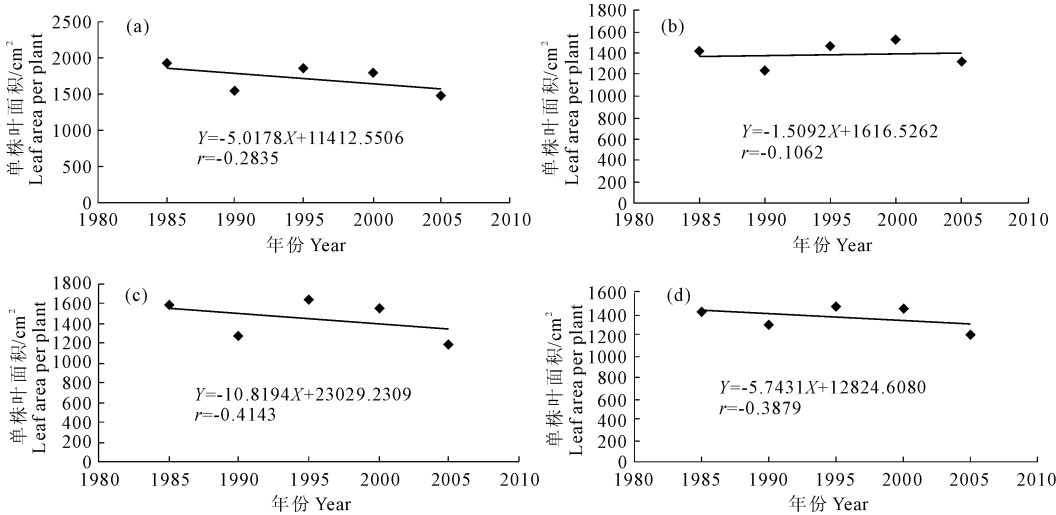


图 3 不同年代育成大豆品种单株叶面积遗传改良趋势

Fig.3 Trends of genetic improvement in leaf area per plant of soybean cultivars at different periods

2.4 施肥对不同年代育成品种株高的影响

将 3 种施肥水平下参试品种株高取平均值与育成年代进行相关分析(图 4a)结果表明,参试品种株高与育成年代呈正相关 $r = 0.4988$, 相关没有达到显著水平 ($P = 0.3794$), 说明随着时间的推移不同年代育成大豆品种株高有升高趋势。低施肥水平

(图 4b)、中等施肥水平(图 4c)、高施肥水平(图 4d)条件下株高与育成年代相关系数分别为 $r = 0.7604$ 、 $r = 0.4645$ 、 $r = 0.0498$, ($P = 0.1887$ 、 $P = 0.4310$ 、 $P = 0.9015$)说明在不同施肥水平条件下不同年代育成品种株高呈不显著的增加趋势。

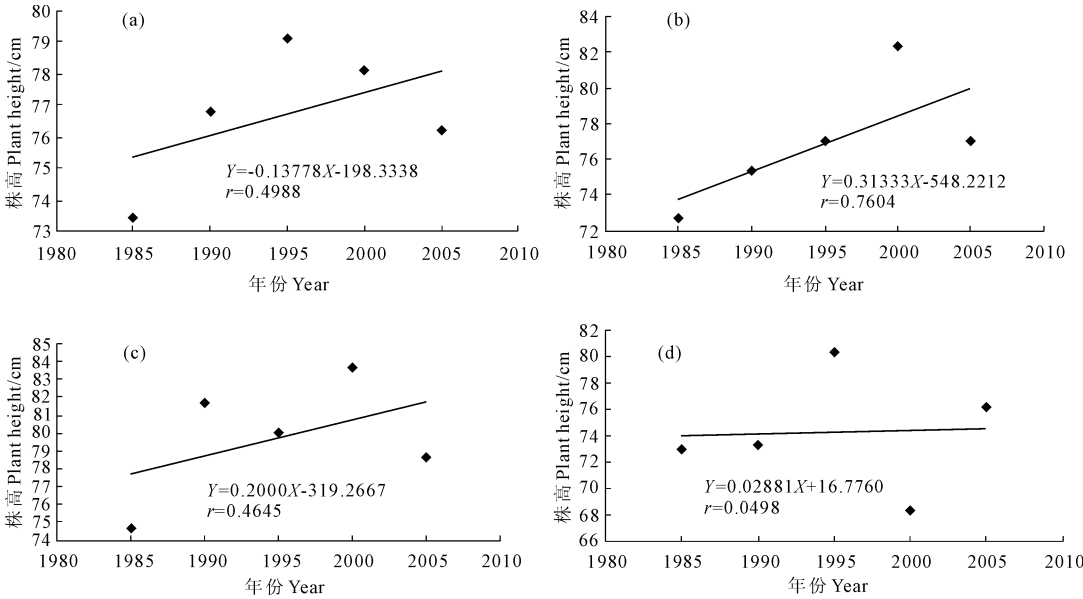


图 4 不同年代育成大豆品种株高遗传改良趋势

Fig.4 Trends of genetic improvement in plant height of soybean cultivars at different periods

2.5 施肥对不同年代育成品种主茎节数的影响

将 3 种施肥水平下参试品种主茎节数取平均值与育成年代进行相关分析(图 5a)结果表明,参试品种株高与育成年代呈极显著正相关 $r = 0.9852^{**}$ ($P = 0.0022$),低施肥水平(图 5b)、中等施肥水平

(图 5c)、高施肥水平(图 5d)条件下主茎节数与育成年代相关系数分别为 $r = 0.8116$ 、 $r = 0.7506$ 、 $r = 0.8783^{**}$, ($P = 0.0953$ 、 $P = 0.1438$ 、 $P = 0.0035$)说明在高施肥水平条件下参试品种主茎节数随着年代推进呈极显著增加趋势。

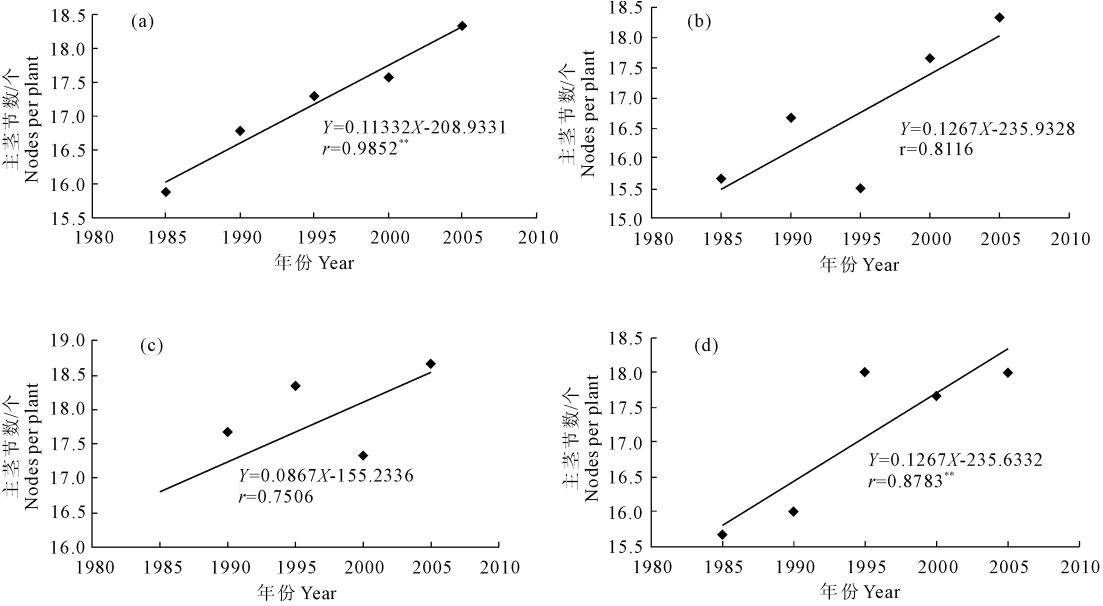


图 5 不同年代育成大豆品种主茎节数遗传改良趋势

Fig.5 Trends of genetic improvement in main stem nodes of soybean cultivars at different periods

2.6 施肥对不同年代育成品种单株荚数的影响

将 3 种施肥水平下参试品种单株荚数取平均值与育成年代进行相关分析(图 6a)结果表明,参试品种株高与育成年代呈显著正相关 $r = 0.8010^{*}$ ($P = 0.0103$),低施肥水平(图 6b)、中等施肥水平(图

6c)、高施肥水平(图 6d)条件下单株荚数与育成年代相关系数分别为 $r = 0.9267^{*}$ 、 $r = 0.6216$ 、 $r = 0.3868$, ($P = 0.0235$ 、 $P = 0.2630$ 、 $P = 0.5201$)说明不同施肥水平条件下参试品种单株荚数随着年代推进呈增加趋势,且以低施肥水平条件下增加显著。

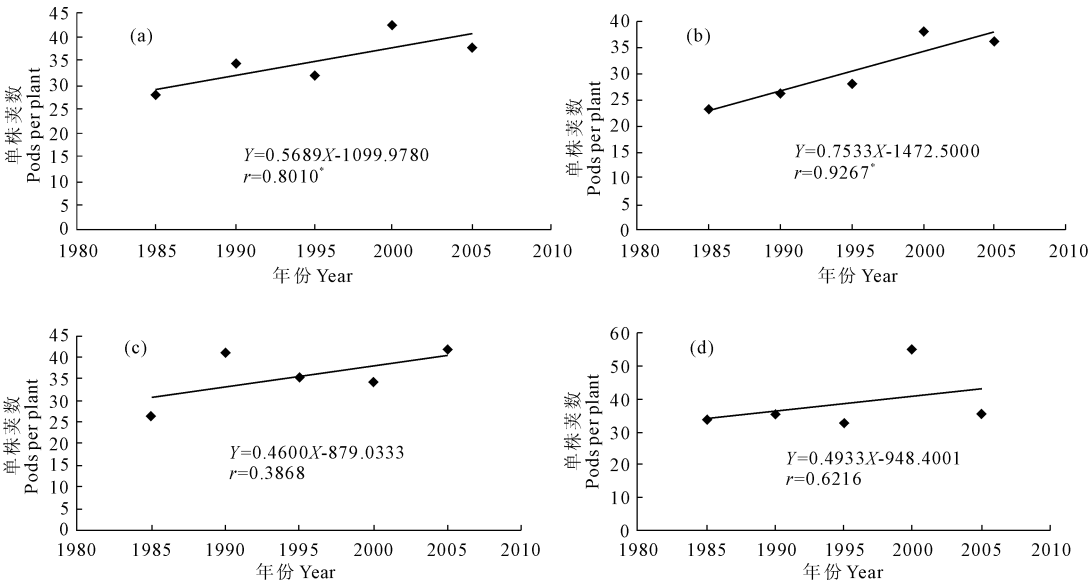


图 6 不同年代育成大豆品种单株荚数遗传改良趋势

Fig.6 Trends of genetic improvement in pod number per plant of soybean cultivars at different periods

2.7 施肥对不同年代育成品种单株粒数的影响

将 3 种施肥水平下参试品种单株粒数取平均值与育成年代进行相关分析(图 7a)结果表明,参试品种单株粒数与育成年代呈正相关 $r = 0.8650$ ($P = 0.0523$),低施肥水平(图 7b)、中等施肥水平(图

7c)、高施肥水平(图 7d)条件下单株荚数与育成年代相关系数分别为 $r = 0.8432$ 、 $r = 0.7488$ 、 $r = 0.7578$, ($P = 0.0728$ 、 $P = 0.1453$ 、 $P = 0.1378$)说明不同施肥水平条件下参试品种单株荚数随着年代推进呈增加趋势。

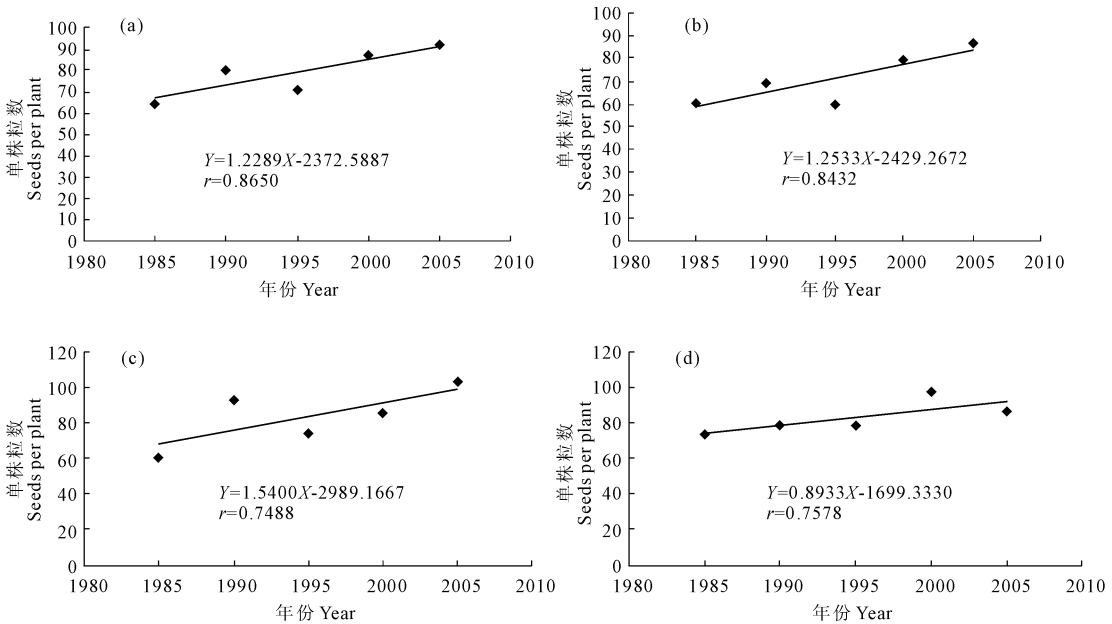


图 7 不同年代育成大豆品种单株粒数遗传改良趋势

Fig.7 Trends of genetic improvement in grain number per plant of soybean cultivars at different periods

2.8 施肥对不同年代育成品种百粒重影响

为了明确不同年代育成品种百粒重遗传改良趋势,将 3 种施肥条件下百粒重结果取平均值进行了分析(图 8a),结果表明不同年代育成品种百粒重与育成年代呈正相关 $r = 0.0476$,没有达到显著水平 ($P = 0.9395$)。在低施肥水平(图 8b)、中等施肥水平(图 8c)、高施肥水平(图 8d)条件下对不同年代育成大豆品种百粒重进行了分析,结果表明低施肥水平(图 8b)、中等施肥水平(图 8c)条件下不同年代育成品种与育成年代呈正相关 $r = 0.2539$ 、 $r = 0.4306$, ($P = 0.6802$ 、 $P = 0.4609$),而在高施肥水平条件下不同年代育成品种百粒重与育成年代呈负相关 $r = -0.5672$ ($P = 0.3186$)。由此可以看出不同年代育成大豆品种百粒重对低施肥水平和中等施肥水平适应能力增强,而对高施肥水平胁迫的适应能力呈下降趋势。

3 讨 论

本试验研究表明随着品种遗传改良大豆产量呈线性增加,主茎节数、单株荚数、单株粒数、光合速率、和百粒重呈增加趋势,这与郑红兵等^[3]的研究结果一致,所不同的是本研究参试品种株高呈增加趋

势,这与前人研究结果存在差异^[6-11],这主要是由于所选择的试验材料不同造成的,黑龙江省大豆遗传改良过程中由于合丰 25 号的推广使大豆株高较低,而之后大面积推广的合丰 35、绥农 14、合丰 39 等品种较合丰 25 植株高大繁茂,因而总体趋势而言株高呈增加趋势;单株叶面积呈下降趋势,这主要是近年来大豆生产上种植密度逐渐提高,育种家为了适应生产发展的需要选育了一些适于密植的大豆品种,因此株型越来越清秀,单株叶面积有减小的趋势。

分析了不同年代大豆品种遗传改良后对施肥水平的适应能力,结果可以看出无论在低施肥水平、中等施肥水平还是在高施肥水平条件下,单株产量、株高、主茎节数、光合速率、单株荚数、单株粒数、均呈现增加趋势;百粒重在中等施肥水平和低施肥水平条件下呈增加趋势,而在高施肥水平条件下呈现降低趋势,可见在品种的改良过程中,百粒重对高施肥水平的适应能力减弱;单株叶面积在 3 种施肥水平条件下均呈现下降趋势,这样更有利于整个冠层的通风透光,使下部叶片能够更加充分的接受太阳光,从而提高冠层的光合效率,这前人的研究研究结果

一致^[12-13]。

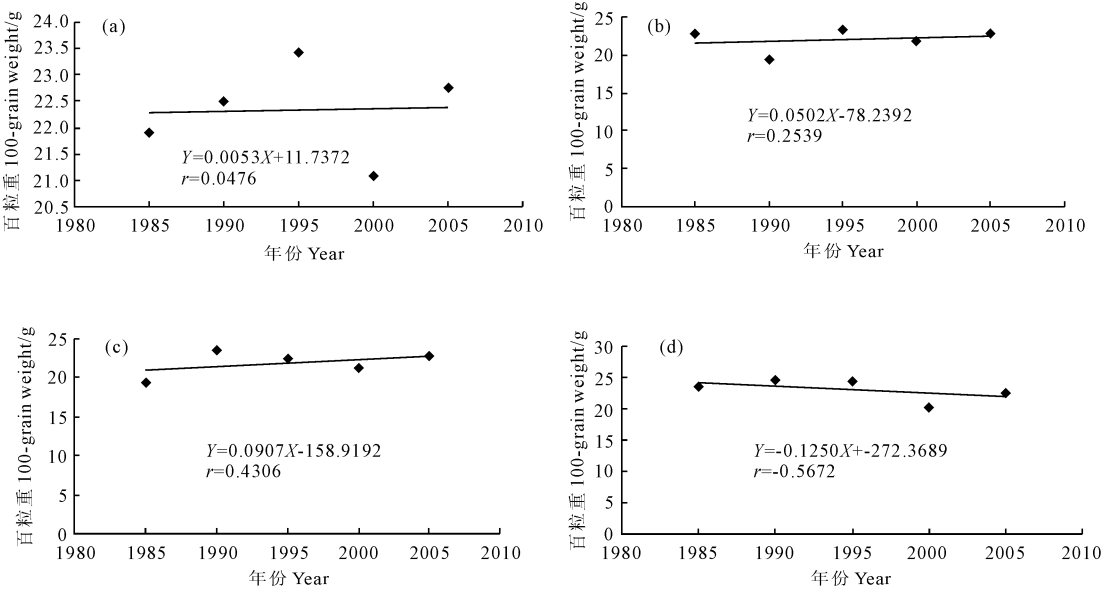


图 8 不同年代育成大豆品种百粒重遗传改良趋势

Fig.8 Trends of genetic improvement in 100-grain weight of soybean cultivars at different periods

4 结 论

黑龙江省不同年代育成大豆品种在不同施肥水平条件下向着单株产量、株高、主茎节数、光合速率、单株荚数、单株粒数、百粒重增加的趋势发展，而单株叶面积向着更适于密植的清秀型发展。农艺性状和产量因子对低施肥水平适应能力增强主要是由于单株荚数显著提高的结果；对中等施肥水平适应能力强主要是由于光合速率显著提高的结果；对高施肥水平适应能力强主要是由于光合速率和单株节数极显著提高的结果。

参 考 文 献：

[1] Cober E R, Voldeng H D. Developing high-protein yield soybean populations and lines[J]. Crop Sci,2000,40:39-42.
[2] 赵团结,盖钧镒,李海旺,等.超高产大豆育种研究的进展与讨论[J].中国农业科学,2006,39(1):29-37.
[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.

[4] 盖钧镒,崔章林.中国大豆育成品种亲本分析(1923—1995)[J].南京农业大学学报,1994,(3):19-23.
[5] 杨秀红,吴宗璞.大豆根系的研究[J].东北农业大学学报,2002,(2):203-208.
[6] 朱洪德,冯丽娟,于洪久.种植密度和施肥水平对高油大豆品质性状影响[J].植物营养与肥科学报.2010,16(1):232-236.
[7] 张建新,李劲松.窄行密植对高产春大豆根系影响[J].大豆科学,2007,26(4):500-505.
[8] 蔡柏岩,葛菁萍,祖伟.磷素水平对不同大豆品种产量和品质的影响[J].植物营养与肥科学报.2008,14(1):65-70.
[9] 肖万欣,谢甫缙,张惠君,等.不同肥力和密度处理对超高产大豆品种光合特性和产量的影响[J].中国油料作物学报,2009,31(2):190-195.
[10] 王志新,郭泰,吴秀红,等.密度和施肥水平对高产高油大豆合丰55油分含量及产量的影响[J].大豆科学,2011,30(4):602-605.
[11] 王金陵,杨庆凯,吴宗璞.中国东北大豆[M].哈尔滨:黑龙江科学出版社,1999:53-93.
[12] 王继安,王金阁.大豆叶面积垂直分布对产量及农艺性状影响[J].东北农业大学学报,2000,31(1):14-19.
[13] 张惠君,林海波,马野夫,等.耐密植大豆品种沈农12叶片性状研究[J].大豆科学,2010,29(2):233-237.