

大豆超高产潜力的探讨*

满为群 杜维广 张桂茹 栾晓燕 陈 怡 谷秀芝

(黑龙江省农业科学院大豆所 哈尔滨 150086)

摘要 本文通过对大豆公顷 4875kg 产量潜力的探讨,分析了大豆高产理论和公顷产量 4875kg 株型特征。指出个体、群体和环境构成了影响大豆单位面积产量的三要素。三者之间相互制约。同时,通过小面积(1m²)公顷产量 4875kg 的获得,描述了各时期叶面积指数、干物重和光合速率等参数的变化规律。指出,均匀—主茎型(黑农 41)和均匀—并重型(黑农 40)均可获得超高产,说明高产株型是多模式的。

关键词 大豆; 超高产; 株型

中图分类号 S565.1 文献标识码 A 文章编号 1000—9841(2001)02—0094—04

大豆超高产攻关一直是大豆科技工作者研究的重要课题。由于大豆这个栽培种的形态、生态、生理、产量构成等性状的特殊性,致使大豆产量一直没有大的突破。目前,常规的育种、栽培方法仍是寻求产量突破的主要方法之一。武田(1973),角田(1975)即开始从株型的角度探讨大豆的产量。盖钧镒(1990),游明安(1993)初步明确了大豆理想型和理想株型的概念。认为大豆理想型指在一定栽培地区环境条件下不同生育时期大豆植株的形态特征、光合特性、物质积累与分配等在个体及群体水平上的协调表现;而理想株型则主要指植株高效受光态势的茎叶构成。但这些研究均建立在探索性的描述和推断基础上。我们于“八五”、“九五”进行了针对大豆特异高产株型创新及公顷产量 4875kg 攻关研究,并据此提出了大豆 325kg 应具有的株型。

1 材料和方法

- 1.1 高光效高产品种黑农 40、黑农 41、对照品种为高产品种黑农 37。
- 1.2 三份材料种于高肥水的院科技成果展示区。黑农 40、黑农 41 采用穴播,组成 2:2 波浪冠层栽培方式,平方米播种密度为 20 株。黑农 37 采用单粒点播,平方米播种密度为 25 株。

R₁ 时期,将三材料分别割出两块 1 平方米苗区,使其充分地通风透光,以获得超高产。同时,于 R₁、R₃、R₅ 时期对干物质、叶面积、糖分、光合速率、暗呼吸参数进行测量。

2 结果与分析

2.1 干物质累积是植物各生育阶段形态表现的重要指标。R₅ 时期干物重黑农 40、黑农 41 和黑农 37 分别增加了 70.1%、25.9% 和 34.4%。R₈ 时期干物重黑农 40、黑农 41 和黑农 37 分别增加了 166%、105% 和 118%(表 1)

表 1 不同品种各生育时期单株干物重比较(g)

Table 1 Dry matter weight of plant at different stages of soybean varieties

品种 Varieties	R ₁	R ₃	R ₅	R ₈
黑农 40 Heinong40	11.16	30.14	35.74 60.80	29.50 78.60
黑农 41 Heinong41	8.96	37.32	41.86 52.71	30.79 63.00
黑农 37 Heinong37	11.58	34.72	31.08 41.77	25.00 54.50

注:上行数值为大面积条件下测量结果,下行数值为小面积条件下(1m²)的测量结果,以下同。

2.2 通过小面积栽培,改善了群体的通风透光条件。Ve—R₅ 阶段,黑农 40、黑农 41 和黑农 37 的单

* 收稿日期:2000—05—17
基金项目:国家“九五”科技攻关(大豆)计划项目。
作者简介:满为群(1964—),男,农学硕士,副研究员,从事大豆育种研究。

©1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2 不同品种各生育阶段单株干物重的日增长量(g/株·日)

Table 2 Increasing rate per day of plant dry matter weight at different growth stages of soybean varieties (g/plant·day)

品种 Varieties	Ve—R ₁	R ₁ —R ₃	Ve—R ₅	R ₅ —R ₈
黑农 40 Heinong40	0.286	0.730	0.441 0.751	—0.125 0.356
黑农 41 Heinong41	0.236	1.182	0.517 0.651	—0.257 0.239
黑农 37 Heinong37	0.276	1.157	0.383 0.516	—0.135 0.283

株日增长量由 0.383—0.517 增长到了 0.516—0.751。R₅—R₈ 阶段,大面积条件下,高产品种黑农 37 和高光效高产品种黑农 40、黑农 41 均出现了负增长, —0.125— —0.257g/株·日,而小面积条件下,它们的日增长量仍保持在 0.239—0.356g/株·日。(表 2)这是因为,在大面积条件下,植株由鼓粒趋向成熟时,叶和叶柄逐渐脱落,高水份含量的植株逐渐成为风干植株,子粒充实的重量没有能够弥补单株重的下降,而小面积(1m²)条件下,则相反,且日增长量仍有提高。

2.3 叶面积指数的动态变化,体现了群体结构的变

表 4 不同品种各生育时期可溶性糖含量(%)比较

Table 4 Soluble sugar contents at different growth stages of soybean varieties

品种 Varieties	R ₁		R ₃		R ₅		
	茎 Stem	叶 Leaf	茎 Stem	叶 Leaf	茎 Stem	叶 Leaf	荚 Pod
黑农 40 Heinong40	8.02	4.10	5.58	4.92	4.83	3.47	7.42
黑农 41 Heinong41	8.17	4.19	4.65	—	4.83	4.13	5.25
黑农 37 Heinong37	6.17	4.24	4.87	—	3.16	3.64	4.87

2.5 光合速度和暗呼吸是植株光合能力和呼吸消耗大小的指标。表 5 列举了 R₁、R₃、R₅ 时期光合速率和暗呼吸数值。上行和下行数字分别表示超高产和高产栽培的测试结果。虽然黑农 40、黑农 41 和黑农 37 相比光合速率略有增加,暗呼吸略有减

化规律。(表 3)超高产栽培与高产栽培相比, R₃ 时期黑农 40、41、37LAI 提高了 1.87、1.79 和 2.29。R₅ 时期黑农 40、41、37LAI 提高了 3.50、2.40 和 2.50。

表 3 不同品种各生育时期叶面积指数比较

Table 3 LAI at different growth stages of soybean varieties

品种 Varieties	R ₁	R ₃	R ₅
黑农 40 Heinong40	0.84	1.77 3.64	2.35 5.85
黑农 41 Heinong41	0.66	2.35 4.14	2.49 4.89
黑农 37 Heinong37	1.05	2.71 5.00	2.43 4.93

2.4 糖是植物光合作用的产物,植物各部位可溶性糖含量的高低,体现了植物光合产物合成、运输和转化的能力,即源—流—库的协调。R₁ 时期,黑农 40、黑农 41 茎中可溶性糖含量分别比黑农 37 高 30.0%和 32.4%。R₅ 时期茎中的可溶性糖含量同时比黑农 37 高 52.8%, 荚中的可溶性糖含量分别高 52.4%和 7.8%, 叶片中的可溶性糖含量黑农 41 比黑农 37 高 13.5%, 而黑农 40 比黑农 37 低 5.5%(表 4)。

少,但超高产栽培与高产栽培相比,二参数变化不大。说明光合速率和暗呼吸生理参数是相对稳定的。同时说明,单叶的光合速率高低与单株特别是群体产量并无直接的关系。

表 5 不同品种各生育时期光合速率、暗呼吸比较

Table 5 Photosynthetic rate and dark respiration at different growth stages of soybean varieties

品种 Varieties	R ₁		R ₃		R ₅	
	光合速率 PE	暗呼吸 DR	光合速率 PE	暗呼吸 DR	光合速率 PE	暗呼吸 DR
黑农 40 Heinong 40	21.71	10.52	24.48	8.58	28.08	9.29
	20.78	11.00	25.01	8.50	28.58	9.31
黑农 41 Heinong 41	14.32	9.42	22.26	9.30	25.59	9.20
	15.15	9.21	22.55	10.02	26.01	9.67
黑农 37 Heinong 37	18.20	12.41	23.62	9.66	24.84	10.44
	18.40	12.60	24.26	9.96	24.49	10.51

注:单位 μmol CO₂/m²s PE; Photosynthetic efficiency DR; Dark respiration

表 6 小面积和大面积的产量对比

Table 6 Comparison of yield between small area and large area of soybean varieties

品种 Varieties	单株重 W eigh per plant (g)	单株粒重 Seeds w eight per plant(g)	收获指数 Harvest index	粒茎比 Seed— stem ratio	公顷产量 kg/ hm ²
黑农 40 Heinong 40	29. 50	10. 68	0. 362	0. 567	2136. 0
	78. 60	33. 17	0. 422	0. 730	4975. 5
黑农 41 Heinong 41	30. 79	12. 53	0. 407	0. 686	2380. 5
	63. 00	29. 42	0. 467	0. 876	5001. 0
黑农 37 Heinong 37	25. 00	9. 90	0. 396	0. 656	2178. 0
	54. 50	24. 85	0. 456	0. 838	4720. 5

2.6 光合产物的合理分配在育种和栽培上往往用收获指数和粒茎比来表示。公顷产量 4875kg 收获指数达到 0.45 左右,粒茎比 0.81 左右(表 6)。超高产栽培与高产栽培相比,单株重、单株粒重成倍增长,收获指数提高了 0.05—0.06,粒茎比提高了 0.163—0.190。黑农 40、黑农 41 和黑农 37 公顷产量分别增长了 1.33、倍 1.10 倍和 1.17 倍。

3 讨论

3.1 大豆高产理论探讨

大豆的产量是由大豆单株个体、由其构成的群体以及和环境的互作形成的。作者认为,个体、群体和环境构成了大豆单位面积产量的三要素。

3.1.1 从生理学角度(光合作用的物质生产)来看:
经济产量=(光合速率×光合面积×光合时间—呼吸消耗)×经济系数(注:此表达式仅表示存在一种关系)

从这一公式可以看出:当光合速率、光合时间和呼吸消耗变化不大时,光合面积和经济系数决定大豆的产量。R₅ 时期的单株叶面积与单株产量呈显著的正相关,超高产栽培单株叶面积是大面积的两倍。结果产量增加了一倍。说明在大面积条件下,群体和环境限制了个体的发展,从而导致减产。同时,就某一品种和相应群体结构条件下,光合面积和光合时间具有相对饱和点,例如光合面积超过该饱和值,群体就会郁闭,造成落花落荚导致减产。此时光合速率和经济系数决定着产量。本试验结果表明,超高产栽培光合面积尚未超过饱和点,仍起着很大截获光能的作用。

3.1.2 从育种、栽培学的角度来考虑:

产量=品种+环境=个体+群体+环境
个体表现为物种自身的产量遗传潜力,不同品种(系)的产量潜力不同。通常情况下,不同品种(系)在不同密度下,单株荚数,单株粒重增加的幅度

并不一样。我们曾亲眼见到单株最好的长相是:有效分枝 32 个(一级分枝 12 个,二级以上分枝 20 个),单株荚数 1300 个以上,单株粒重 400g 以上。

多个个体组成为群体。栽培模式不同组成的群体不同。不同的生态类型个体有其特定的群体类型相适应。好的群体体现在最大限度地截获光能,使个体的产量潜力充分表达。简单地说,群体适当的照顾个体,有的材料适合稀植,有的适合密植。

环境在作物产量的形成过程中起着巨大的调节作用。它是个体产量遗传潜力表达的限制因素。它包括水肥气热光等。一个优良的高产品种除了具备自身个体单株的增产潜力之外,同时,由其构成的一定群体和环境有着良好的协调能力即适应性和稳产能力。简单地说,轻微的不良环境对它的产量影响较小。这种对轻微环境的不敏感在一定程度下限制了产量的进一步提高。因此,我们说并非所有的高产品种都适合超高产攻关,但超高产攻关品种一定是高产品种。

总之,构成大豆单位面积产量的三要素一个体、群体和环境是一个矛盾的统一体。三者之间相互制约、相互依存,缺一不可。物种在进化中形成了特定的个体、要求的特定群体和环境。如大豆某些生态性状:生育期,叶形,结荚习性,看似与产量性状相关不密切,但实际上都直接或间接地影响着产量的形成。从几年的试验来看,在哈尔滨地区尚未找到在 1 公顷面积上达到 4875kg 超高产的特异材料。但特定小面积超高产的创造不失为一种探索。这种探索提示我们,高光效高产品种黑农 40 和黑农 41 在特定的小面积下具有公顷产量 4875kg 的产量遗传潜力,可谓接近理想光合生态型材料。同时告诉我们,注重环境改善,达到指标是可能的。但终究特异材料稀少,群体是动态的,环境是复杂的。

3.2 大豆超高产株型的探讨

关于超高产大豆株型,根据我们多年研究实践认为,不但要注重个体株型,更应注重群体条件下的

个体株型。从光能的截获、吸收、传递、转化和光合产物分配考虑,高水平下的源—流—库协调发展,才能实现超高产。植物干重的 90% 以上是通过叶片的光合作用形成的。因此,叶面积指数成为光能截获的重要的性状指标之一。大豆进入 R_1 时期,叶面积稳定增长,进入 R_3 、 R_5 时期,黑农 40、黑农 41 的 LAI 分别达到 3.64、5.85 和 4.14、4.89,由于强大的边际效应,才能实现 1m^2 公顷产量 4875kg 的产量的指标。光合速率和暗呼吸是大豆合成光合产物能力和消耗多少合成产物的体现,是光能吸收、传递、转化的表观参数。超高产栽培与高产栽培相比变化不显著,说明二生理参数是相对稳定的。所以我们必须选择品种本身具有高光效性能的材料,才能实现超高产的产量指标。从干物质累积与分配来分析,高的干物质累积量才能形成高的籽实产量。 R_5 时期,黑农 40、黑农 41 平方米生物产量为 912.0g、828.1g, R_8 时期生物产量达 1179g 和 1071g。成熟单株的产量空间分布,上、中、下层,黑农 40 分别为 27.4%, 34.9% 和 37.7%。黑农 41 分别为 64.3%, 28.

9% 和 6.8%。与高产栽培相比,增加了单株下层的产量比例。按游明安(1989),盖钧镒(1990)大豆产量空间分布划分办法,黑农 41 和黑农 40 分别属于均匀—主茎型和均匀—并重型。总之,在哈尔滨地区条件下,大豆品种生育日数 125—130 天,无限结荚习性和亚有限结荚习性均实现了 1m^2 公顷产量 4875kg 的产量指标,说明超高产株型是多模式的。

参 考 文 献

- 1 盖钧镒,游明安,邱家驹,等. 大豆高产理想型生理基础的探讨[C]. “大豆育种应用基础和技术研究进展”(盖钧镒主编)江苏科学技术出版社,南京 1990 PP3—12
- 2 游明安. 大豆在冠层中的分布和生理特性与产量的关系及其在理想型概念的应用[D]. 博士学位论文,1989 南京农业大学图书馆
- 3 游明安,盖钧镒,吴晓春,等. 大豆产量空间分布特性的初步研究[J]. 大豆科学 1993 12(1): 66—71
- 4 邱家驹,游明安,盖钧镒. 对大豆高产株型的认识[C]. 全国第五届大豆学术讨论会暨“八五”大豆育种攻关学术交流会议论文 1993

STUDDY ON SUPER—HIGH YIELD POTENTIALITY OF SOYBEAN

Man Weiqun Du Weiguang Zhang Guiru Luan Xiaoyan Chen Yi Gu Xiuzhi

(Soybean Institute, Heilongjiang Academy of Agri. Sci. Harbin 150086)

Abstract The article indicated that the three elements of soybean yield per unit area are consist of individual plant, population and environment. The inter—effect coexist among them. We suggested and described the inter—effect and dynamic change of LAI, dry matter weight, photosynthetic rate and dark respiration in every growth stage for obtaining 4875kg per $\text{hm}^2(1\text{m}^2)$. The results showed that well—proportional—main stem and seed weight type (Heinong41), and well—proportional—main stem with branching and seeds weight type (Heinong40) all could got supper output. In a word, the plant types of supper output soybean are of many pat-terns.

Key words Soybean; $4875\text{kg}/\text{hm}^2$; Supper output theory; Plant types