

密度对覆膜菜用大豆干物质积累及产量的影响

章建新,王红波,张佩玲,吕德健

(新疆农业大学农学院,新疆 乌鲁木齐 830052)

摘 要:合理密植是菜用大豆高产的前提条件。为探明不同密度下覆膜菜用大豆叶面积指数、光合势、净同化率、比叶重、叶绿素含量和干物质积累分配及产量的变化规律。以新鲜豆1号为材料,在覆膜条件下,采用7.5、10.5、13.5、16.5、19.5万株·hm⁻² 5种密度的研究表明:随着密度的增加,株高和始荚高度显著增加,茎粗显著变细,分枝数显著减少,上部叶片明显变小,比叶重和叶绿素含量明显降低;随着密度的增加最大叶面积指数呈增加趋势,后期光合势呈现先增后降的趋势;以处理13.5万株·hm⁻²,鼓粒期后叶面积指数适中、光合势大,干物质积累速率快,最终积累量大,向籽粒中分配率较高,最终鲜荚产量最高,为15 185.50 kg·hm⁻²。

关键词:菜用大豆;密度;覆膜;干物质积累与分配

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2008)03-0402-07

Effect of Plant Density on Dry Matter Accumulation and Yield of Vegetable Soybean with Film Mulching

ZHANG Jian-xin, WANG Hong-bo, ZHANG Pei-ling, LÜ De-jian

(Agronomy College of Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, Xinjiang, China)

Abstract: Vegetable soybean is generally planted in the south of China, and its planting area is relatively small in the north. Reasonable close planting is the premise for high yield of vegetable soybean, and the cultivation technique of film mulching could advance the marketing time of vegetable soybean. The field trial was conducted using five planting density of 7.5, 10.5, 13.5, 16.5 and 19.5 × 10⁴ plants · ha⁻¹ in the presence of film mulching with Xinxiandou No. 1 as research material. The dynamic of leaf area index (LAI), photosynthetic potential (PP), net assimilation rate (NAR), specific leaf weight (SLW), chlorophyll content (CC), dry matter accumulation and distribution, and yield of vegetable soybean were measured. With the increasing of planting density, plant height and height of lowest pod increased significantly, stem width and branching number decreased greatly, upper leaves obviously became small, SLW and CC significantly decreased, biggest LAI increased, and PP showed increase and then decrease trend. Under the planting density of 19.5 × 10⁴ plants · ha⁻¹, the population had moderate LAI and larger PP after podding, more dry matter were accumulated and partitioned to seed, and the highest final fresh pod yield of 15 185.50 kg · ha⁻¹ was obtained.

Key words: Vegetable soybean; Plant density; Film mulching; Dry matter accumulation and distribution

合理密植是提高大豆产量的重要措施之一。不同的群体密度对大豆的生长发育影响不同,建立良好的群体冠层结构将有利于大豆群体对光能的利用和群体内的气体交换,有利于籽粒产量的提高^[1-4]。然而,大豆适宜密度因株型、结荚习性、生育期、播种期和土壤肥力及管理水平不同而相差很大。菜用大豆(毛豆)系鼓粒末期(R6~R7)豆粒饱满到开始转色时收获的未成熟大豆,它富含蛋白质、维生素B₁、B₂,并含有钙、铁、磷等多种矿物质元素^[5]。在我国

南方普遍栽培,而在北方相对较少。目前的栽培措施对菜用大豆的品质和鲜荚产量性状研究的较多^[6-8],而在北方地区采用地膜覆盖栽培菜用大豆的研究很少。而在北方早春采用地膜覆盖栽培菜用大豆是实现早熟,提早上市的主要措施之一。因此,通过研究不同密度对覆膜菜用大豆株型、干物质积累等影响及其与产量形成的关系,以期新疆菜豆高产栽培建立良好的群体结构,提高群体的物质生产能力提供理论依据。

收稿日期:2007-11-10

基金项目:新疆科技厅“十一五”攻关资助项目(200631104)。

作者简介:章建新(1962-),男,教授,博士生导师,主要从事作物栽培生理教学和研究工作。Tel:0991-8762261; E-mail: zjxin401@126.com。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于2007年在新疆农业大学实验农场进行。试验地为壤土,有机质含量 $67.03\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效氮 $93.91\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效磷 $67.05\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效钾 $164.85\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。试验设7.5、10.5、13.5、16.5、19.5万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 5个密度。田间按随机区组排列,3次重复。覆膜穴播采用宽0.7 m、厚0.007 mm的聚氯乙烯薄膜,每小区覆膜3幅,每幅种2行,0.4 m等行距种植,行长5 m,小区面积 15 m^2 ,采用先覆膜后膜上打孔播种。供试品种新鲜豆1号。于4月12日播种,6月1日揭膜,施尿素 $196\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 后灌水。全生育期灌水5次,锄草2次,7月23日收获。

1.2 测定项目和方法

1.2.1 叶柄长度、各节位叶面积及比叶重的测定
出苗后各处理固定长势均匀的5株,在每个复叶叶片全展后7 d,分别测定叶柄长度、叶面积(长宽系数法)和比叶重。

1.2.2 干物质、叶面积及叶绿素测定 从5月20日(分枝期)开始,每隔15 d各处理分别选取长势均匀的5株,将大豆植株从子叶节处剪断,将茎、叶、柄、荚等器官分开,先测定叶面积,然后将各器官烘干至恒重,分别称重计算干物质重量。叶绿素测定(各时期取倒4叶)采用丙酮乙醇混合法^[9]。

1.2.3 室内考种及产量测定 成熟期每小区随机抽取15株考种。测定:株高、茎粗、节数、分枝数、分枝总长度、始荚高度、主茎各节间长度、各节荚数、粒数、粒重、单株荚数、单株粒数、单株粒重、百粒鲜重等。除去边行,每小区取 4.8 m^2 实收,以3次重复的平均值计算折合产量。

2 结果与分析

2.1 密度对株型的影响

2.1.1 密度对植株性状的影响 由表1可见,随着密度增加,节间长、株高及始荚高度显著增加,茎秆显著变细、分枝数及分枝总长度均呈显著减少趋势,主茎节数稍减。

表1 菜用大豆植株性状

Table 1 Plant character of vegetable soybean

| 密度 Density/ $\times 10^4$ plants $\cdot\text{hm}^{-2}$ | 株高 Plant height/cm | 茎粗 Stem width/cm | 主茎节数 Number of main stem node | 分枝数 Branch number | 分枝总长度 Total length of branch/cm | 始荚高度 Height of lowest pod/cm |
|--|--------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 7.5 | 34.90bB | 0.73aA | 13.20aA | 8.20aA | 202.36aA | 6.86Cb |
| 10.5 | 42.64aAB | 0.70abA | 12.80abA | 6.80bAB | 199.86abA | 10.92bcAB |
| 13.5 | 46.00aA | 0.68abAB | 12.40abA | 6.20bcBC | 183.02abA | 12.66abAB |
| 16.5 | 47.28aA | 0.61bcAB | 11.80bA | 5.60cBC | 164.22abA | 14.04abA |
| 19.5 | 48.80aA | 0.57cB | 11.80bA | 5.20cC | 155.60bA | 15.86aA |

LSD法, $\alpha=0.05$, $A=0.01$ 。下同。LSD method, $\alpha=0.05$, $A=0.01$. The same as below.

2.1.2 密度对主茎各节叶部性状的影响 由图1可见,各处理叶柄长度的变化自下而上呈“短-长-短”的趋势,最长叶柄大约出现在第7~9叶位,高密度处理(16.5、19.5万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$)叶柄长度在第7叶位之前长于低密度处理(7.5、10.5、13.5万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$),而在第7叶位后却显著短于低密度处理。各节位叶面积的变化情况与叶柄长度相似,各处理最大叶面积大约出现在第8~9叶位,第9叶以下,高密度处理叶面积略大于中低密度处理,第9叶以上叶片,高密度显著小于中低密度的叶面积(图2)。

由图3可见,各节位比叶重峰值出现在第7叶位。各节比叶重随密度增加呈现明显降低的趋势,7叶以下叶片的比叶重处理间差异小,7叶以上的叶片比叶重差异变大。

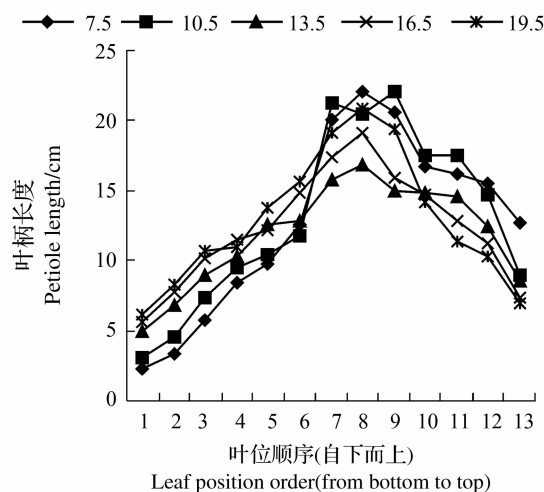


图1 密度对主茎各节叶柄长度的影响

Fig. 1 Effect of density on petiole length of every segment on the main stem

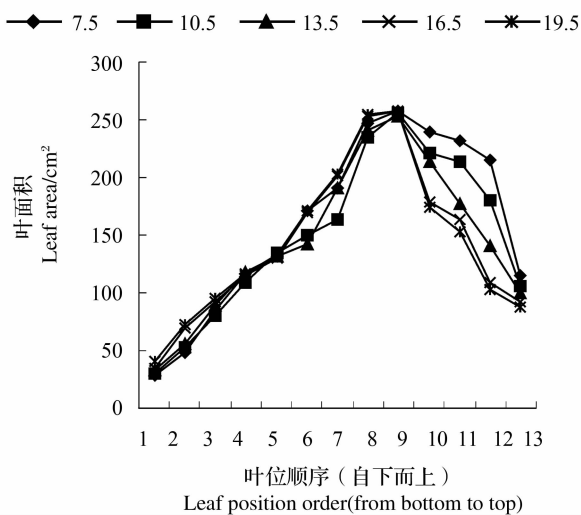


图2 密度对主茎各节叶面积的影响

Fig.2 Effect of density on leaf area of every segment on the main stem

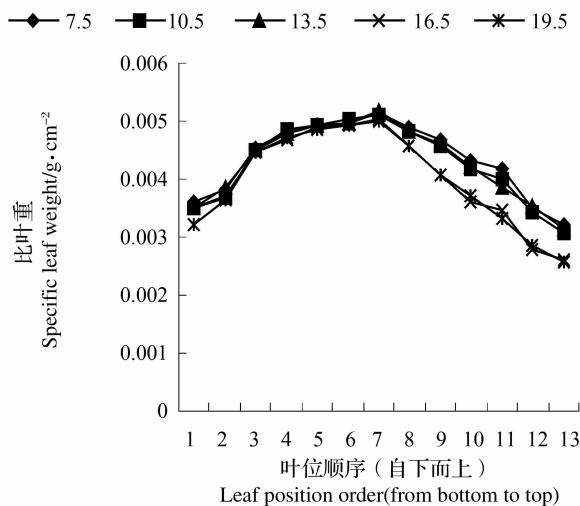


图3 密度对主茎各节比叶重的影响

Fig.3 Effect of density on specific leaf weight of each node on the main stem

叶绿素含量的高低在很大程度上反映了植株的生理状况和叶片的光合能力^[10]。研究结果显示,各处理叶绿素含量在6月19日前后达峰值后缓慢下降,随密度增加各时期叶片的叶绿素含量显著下降(见图4)。

上述结果表明,随密度的增加,菜用大豆群体上部叶片生长受到明显抑制,叶片变小,且比叶重和叶绿素含量明显降低,叶片质量变劣。

2.2 密度对叶面积指数及光合势的影响

不同密度处理的 LAI 发展过程呈单峰曲线,大约在7月初达到峰值后迅速下降。叶面积指数峰值

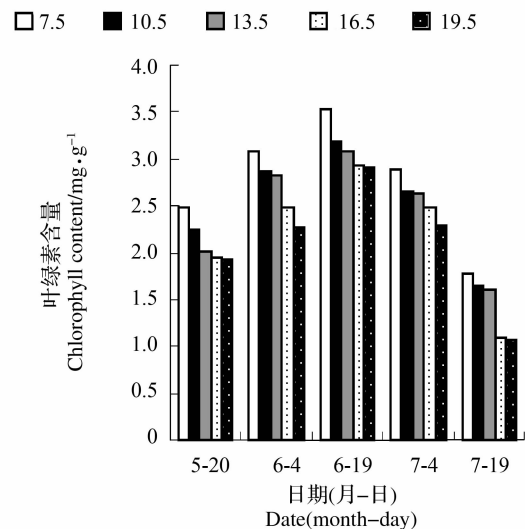


图4 不同密度下菜用大豆各生育时期叶绿素含量动态

Fig.4 The changing trends of chlorophyll content of vegetable soybean between growth stage in different density

随密度的增加而增加,以19.5万株·hm⁻²处理最大(为4.48),13.5万株·hm⁻²和16.5万株·hm⁻²处理的最大叶面积指数相差不大,分别为3.63、3.90;而以7.5万株·hm⁻²的叶面积指数最小(为2.56)。16.5万株·hm⁻²和19.5万株·hm⁻²叶面积指数出现猛升陡降(图5)。

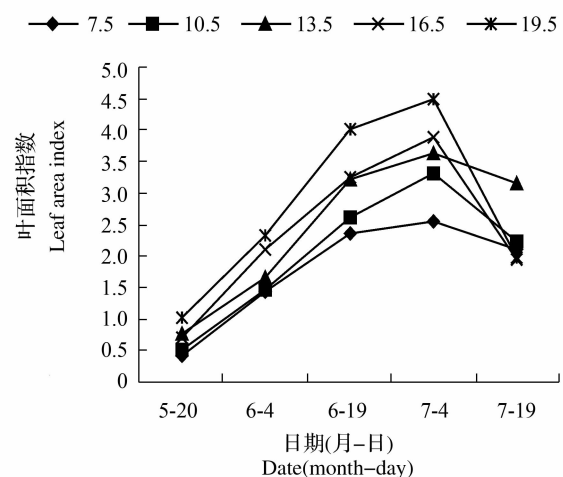


图5 不同密度下菜用大豆叶面积指数动态

Fig.5 The changing trends of LAI of vegetable soybean in different density

从图6可见,不同密度下菜用大豆光合势,随着生育进程的推进,各处理光合势逐渐增加,到6月19日~7月4日(结荚鼓粒期)达最大值,此后迅速下降,以13.5万株·hm⁻²下降较慢。各生育时期光合势随密度大体呈增加趋势,并且各处理间以鼓粒

期光合势差异最大,其中以 19.5 万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 最高,7.5 万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 最小,其它处理处于二者之间。

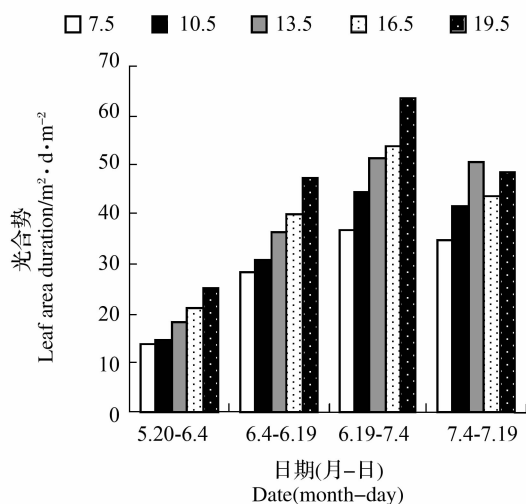


图6 不同密度下菜用大豆各生育阶段光合势动态

Fig. 6 The changing trends of LAD of vegetable soybean in different density

2.3 密度对净同化率和干物质积累的影响

净同化率是单位叶面积在单位时间内干物质积累的数量,表示叶片的光合活性大小,是衡量光合能力的重要指标^[11]。在7月4日前,各处理的净同化率随密度增加呈现降低的趋势,从6月19日~7月4日(结荚鼓粒期)后,随密度增加,净同化率先增至13.5万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 达高峰,后迅速下降,10.5、16.5和19.5万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 3个处理的净同化率相接近,且明显高于低密度(7.5万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$)处理(图7)。

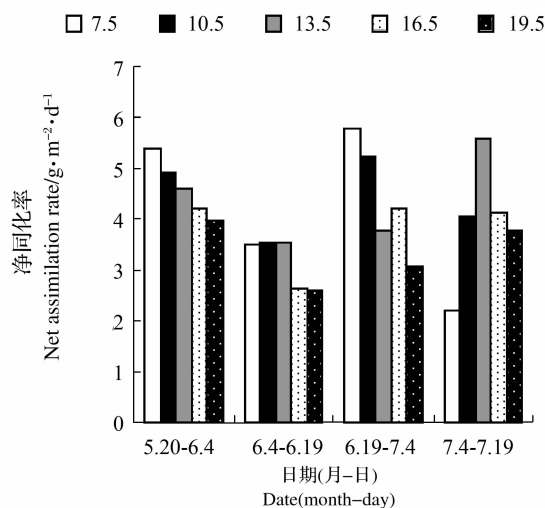


图7 不同密度下菜用大豆各生育阶段净同化率动态

Fig. 7 The changing trends of NAR of vegetable soybean between different growth stage in different density

由表2可见,随密度的增加单株干物质积累呈减小趋势。生育前期干物质积累量较少,积累速率也较低。随着生育进程的推进,干物质积累速率逐渐加快,13.5万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 处理在7月19日(鼓粒末期)达最大值,其它处理7月4日(鼓粒期)达最大值。阶段最大积累量和最大日积累量随密度增加而呈现减小的趋势,密度从7.5万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 增加到19.5万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$,阶段最大积累量和最大日积累量均降低了64.49%。各处理的单位土地面积总干物质积累量6月4日(开花期)前积累慢,各处理之间差异小,6月4日之各处理的干物质积累量差异变大,特别是到7月19日,以13.5万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 处理最高(730.56 g $\cdot\text{m}^{-2}$),7.5万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 处理最低(489.72 g $\cdot\text{m}^{-2}$)(图8)。

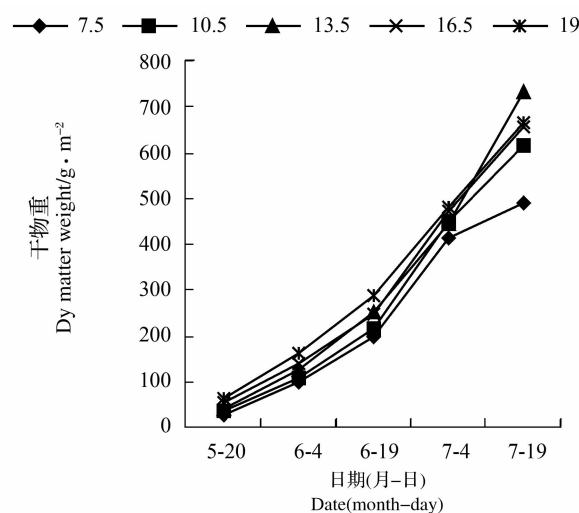


图8 不同密度下菜用大豆群体干物质积累动态

Fig. 8 The changing trends of the colony dry matter accumulation of vegetable soybean in different density

2.4 密度对干物质分配的影响

由表3可见,生育前期密度对各器官干物质积累量的影响不明显,但在开花后,各器官干物质积累量随密度增加而明显减小;5月20日(分枝期)、6月4日(开花期)干物质主要分配给叶片,6月19日(结荚期)茎、叶柄的营养物质分配开始上升,同时荚出现和增大,表现出了大豆植株生长中心的转移,开始由叶转向茎及叶柄进而向荚的过渡;7月4日(鼓粒期)叶片、茎、叶柄所占比率均开始下降,而荚所占比重大幅上升,显示该时期的物质分配中心已经转移到荚上,主要用于荚果的生长。6月4日(开花期)以前,密度对单株干物质在植株不同部位分配比率影响不大;6月19日(结荚期)以后,随着密

度的增加,单株叶片和荚粒所占比率有降低的趋势,茎及叶柄所占比率有增大的趋势。

表2 不同密度下覆膜菜用大豆单株干物质积累状况

| Table 2 The dry matter accumulation status of vegetable soybean film mulching in different plant density(g) | | | | | | |
|---|---------------------------|---|-------|-------|-------|-------|
| 日期 Date(month-day) | 测定项目 Measured item | 密度 Density/ × 10 ⁴ plants · hm ⁻² | | | | |
| | | 7.5 | 10.5 | 13.5 | 16.5 | 19.5 |
| 5-20 | 阶段积累量 Phase accumulation | 3.56 | 3.30 | 3.11 | 3.24 | 3.27 |
| | 日积累量 Accumulation per day | 0.13 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| 6-4 | 阶段积累量 Phase accumulation | 9.82 | 6.88 | 6.13 | 5.33 | 5.10 |
| | 日积累量 Accumulation per day | 0.66 | 0.46 | 0.41 | 0.36 | 0.34 |
| 6-19 | 阶段积累量 Phase accumulation | 13.27 | 10.30 | 9.57 | 6.42 | 6.28 |
| | 日积累量 Accumulation per day | 0.89 | 0.69 | 0.64 | 0.43 | 0.42 |
| 7-4 | 阶段积累量 Phase accumulation | 28.38 | 22.24 | 14.31 | 13.72 | 10.08 |
| | 日积累量 Accumulation per day | 1.89 | 1.48 | 0.95 | 0.92 | 0.67 |
| 7-19 | 阶段积累量 Phase accumulation | 10.27 | 16.11 | 21.00 | 10.95 | 9.36 |
| | 日积累量 Accumulation per day | 0.69 | 1.07 | 1.40 | 0.73 | 0.62 |

表3 不同密度下覆膜菜用大豆各生育期的物质分配

| Table 3 The vegetable soybean film mulching matter distribution of different growth stage in different plant density(g) | | | | | | |
|---|------------------------|---|-------|-------|-------|-------|
| 日期 Date(month-day) | 测定项目 Measured item | 密度 Density/ × 10 ⁴ plants · hm ⁻² | | | | |
| | | 7.5 | 10.5 | 13.5 | 16.5 | 19.5 |
| 5-20 | 干物质重 Dry matter weight | 3.56 | 3.30 | 3.11 | 3.24 | 3.27 |
| | 叶 Leaf | 2.33 | 2.12 | 2.09 | 2.22 | 2.26 |
| | 柄 Stipe | 0.47 | 0.44 | 0.37 | 0.32 | 0.36 |
| | 茎 Stem | 0.76 | 0.73 | 0.65 | 0.71 | 0.64 |
| 6-4 | 干物质重 Dry matter weight | 13.38 | 10.17 | 9.24 | 8.57 | 8.36 |
| | 叶 Leaf | 8.70 | 6.20 | 5.24 | 5.21 | 5.10 |
| | 柄 Stipe | 2.03 | 1.51 | 1.51 | 1.09 | 1.08 |
| | 茎 Stem | 2.65 | 2.46 | 2.50 | 2.28 | 2.18 |
| 6-19 | 干物质重 Dry matter weight | 26.65 | 20.47 | 18.81 | 15.00 | 14.64 |
| | 叶 Leaf | 14.16 | 10.95 | 9.55 | 7.72 | 7.61 |
| | 柄 Stipe | 4.54 | 3.69 | 3.65 | 2.93 | 2.78 |
| | 茎 Stem | 5.69 | 4.49 | 4.32 | 3.35 | 3.27 |
| | 荚 Pod | 2.26 | 1.34 | 1.29 | 0.99 | 0.99 |
| 7-4 | 干物质重 Dry matter weight | 55.03 | 42.71 | 33.12 | 28.72 | 24.72 |
| | 叶 Leaf | 18.76 | 14.47 | 11.20 | 9.71 | 8.29 |
| | 柄 Stipe | 6.83 | 5.82 | 5.25 | 4.69 | 4.30 |
| | 茎 Stem | 10.90 | 8.60 | 6.82 | 5.97 | 5.33 |
| | 荚皮 Pod | 11.01 | 8.53 | 6.67 | 5.71 | 4.66 |
| | 粒 Seed | 7.54 | 5.29 | 3.17 | 2.63 | 2.13 |
| 7-19 | 干物质重 Dry matter weight | 65.30 | 58.82 | 54.12 | 39.67 | 34.08 |
| | 叶 Leaf | 14.92 | 12.81 | 11.30 | 7.42 | 6.14 |
| | 柄 Stipe | 5.39 | 5.15 | 5.24 | 4.72 | 4.65 |
| | 茎 Stem | 6.10 | 5.93 | 5.70 | 4.99 | 4.79 |
| | 荚皮 Pod | 16.42 | 14.73 | 13.45 | 9.60 | 8.20 |
| | 粒 Seed | 22.47 | 20.20 | 18.44 | 12.95 | 10.31 |

2.5 密度对产量及产量构成因素的影响

密度对菜用大豆产量性状的影响(表4),随着密度的增加,单株有效结荚数呈下降的趋势,不同密度处理间差异达到极显著水平,单株有效结荚数总的减少幅度为39.7%。随密度增加,鲜荚产量和生物产量先增至处理13.5万株·hm⁻²达最大值,而后随密度的增加又逐渐减小,13.5万株·hm⁻²处理与

7.5万株·hm⁻²处理相比,鲜荚产量增加了18.92%,生物产量增加了16.25%。各密度处理产量高低依次为13.5、16.5、10.5、19.5、7.5万株·hm⁻²。经济系数随密度增加的变化趋势与鲜荚产量和生物产量相似,以处理13.5万株·hm⁻²最高。单荚鲜重和百粒鲜重随密度增加呈下降的趋势,但处理间差异不显著,与李宁等的研究结果

一致^[12]。

表 4 菜用大豆产量及构成因素

Table 4 Yield and its composing factors of vegetable soybean

| 密度 Density/ $\times 10^4$ plants $\cdot\text{hm}^{-2}$ | 单株荚数 Pod number per plant | 单荚鲜重 Fresh weight per pod/g | 鲜荚产量 Fresh pod yield/kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ | 百粒鲜重 100-seed fresh weight/g | 生物产量 Biological yield/kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ | 经济系数 Economic index |
|--|---------------------------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|--|------------------------|
| 7.5 | 66.00aA | 2.54aA | 12311.74cB | 74.24aA | 29730.45cB | 0.41aA |
| 10.5 | 55.20abAB | 2.38aA | 13453.47bcAB | 71.57aA | 32380.58bAB | 0.42aA |
| 13.5 | 52.40abAB | 2.25aA | 15185.50aA | 66.53aA | 35498.80aA | 0.43aA |
| 16.5 | 39.60bB | 2.39aA | 14182.66abAB | 65.71aA | 34699.05abA | 0.41aA |
| 19.5 | 39.80bB | 1.79aA | 13365.99bcAB | 65.68aA | 34390.41abA | 0.39aA |

3 讨论

密度是通过影响大豆群体株高、群体叶面积指数、光合势等的动态变化,进而影响到群体的干物质积累和最终的产量形成。试验表明,覆膜条件下,在 7.5~19.5 万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 密度范围内,随着密度的增加,株高、最大叶面积指数及光合势均呈增加趋势,群体上部叶片生长受到明显抑制,叶片变小且质量变劣。群体干物质积累量随密度由 7.5 万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 增至 13.5 万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 达最大值,而后开始下降,随密度增加干物质向叶片和荚粒分配略减少,而向茎秆和叶柄分配增加,最终以处理 13.5 万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 鲜荚产量最高,达 15185.50 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

作物经济产量 = 花后光合积累量 + 花前贮藏物质 \times 花前物质的再分配率^[13],揭示了作物产量主要决定于花后光合生产积累能力的本质。不同密度群体菜用大豆的光合势 6 月 19 日~7 月 4 日(鼓粒期)达最大值,各处理间的差异此期也最大,此后降低。这与各处理之间的干物质积累在鼓粒期以前差异不大,在鼓粒期以后差异逐渐增大相一致。因此,提高菜用大豆的产量的关键是在提高鼓粒期群体光合势,即在较高的叶面积指数的基础上,进一步延长叶片的功能期。

比叶重是一个衡量植物种相对生长速率的重要参数^[14],作为光合作用的一个生理指标,反映不同生育期光合作用制造有机物质及其分配趋势^[15],同时也是衡量叶片素质的一个稳定指标。作物光合作用既受光合面积的影响,也受主要的光合器官叶片的数量和叶片素质的影响^[16]。进一步提高产量主要是通过改善叶片素质、提高叶片的光合作用能力,最终来达到提高产量的目的^[17]。在试验中,过高的密度使菜用大豆群体上部叶片明显变小,叶片比叶重及叶绿素含量明显降低,质量变劣。而大豆群体

上部光照条件好,豆荚分部又多。可见,过高的密度明显地抑制群体上部光合生产能力发挥可能是菜用大豆产量下降的一个重要原因。

裸地栽培菜用大豆试验结果表明,种植密度为 21 万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$,群体叶面积动态发展平稳,干物质积累量大,鲜荚产量高,为 12 440 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ ^[12]。研究表明,覆膜菜用大豆发苗快,植株繁茂,营养体大,易发生徒长,以种植密度为 13.5 万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$,鲜荚产量最高,为 15 185.50 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$ 。明显高于裸地栽培的 21 万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 。因此,在生产实践中,覆膜栽培菜用大豆应采用稀植,并结合化控措施防止徒长。

4 结论

在覆膜条件下,在密度为 7.5~19.5 万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$ 的范围内,随着密度的增加,株高和始荚高度显著增加,茎粗显著变细,分枝数显著减少,上部叶片明显变小,比叶重和叶绿素含量明显降低;随着密度的增加最大叶面积指数呈增加趋势,后期光合势呈现先增后降的趋势。以处理 13.5 万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$,鼓粒期后叶面积指数适中、光合势大,干物质积累速率快,最终积累量大,向籽粒中分配率较高,最终鲜荚产量最高,为 15185.50 kg $\cdot\text{hm}^{-2}$,是栽培的适宜密度。

参考文献

- [1] 沈秀瑛.应用作物生态学[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,1994.(Shen X Y. Application crop ecology[M]. Shenyang: Liaoning Science and Technology Press,1994.)
- [2] 孙卓韬,董钻.大豆株型、群体结构与产量关系的研究 第二报大豆群体冠层的荚粒分布[J].大豆科学,1986,5(2):96-102.(Sun Z T, Dong Z. Studies on the relationships between plant type population structure and yield in soybean II. Seed distribution in soybean canopies[J]. Soybean Science,1986,5(2):96-102.)
- [3] 林蔚刚,胡立成,董丽华,等.大豆不同群体叶面积与光强垂

- 直分布初步分析[J]. 大豆科学, 1996, 5(1): 56-60. (Lin W G, Hu L C, Dong L H, et al. The primarily analysis on distribution of leaf area and intensity of illumination at different colony of soybean in vertical direction[J]. Soybean Science, 1996, 15(1): 56-60.)
- [4] 刘晓冰, 宋春雨, Stephen J. Herber. 美国大豆产量生理研究的进展[J]. 大豆科学, 2001, 20(2): 141-145. (Liu X B, Song C Y, Stephen J H. Some brief aspects of yield physiology research in soybean in USA [J]. Soybean Science, 2001, 20(2): 141-145.)
- [5] 徐兆生, 王素, 魏明, 等. 菜用大豆种质资源营养品质分析[J]. 中国种业, 1995(3): 40-41. (Xu Z S, Wang S, Wei M, et al. Analysis on the nutrient quality characters of vegetable soybean genetic germplasm[J]. Crop Genetic Resources, 1995(3): 40-41.)
- [6] 黄建成, 林国强, 徐树传, 等. 群体配置对菜用大豆及生理指标的影响[J]. 中国油料作物学报, 1997, 19(1): 29-31. (Huang J C, Lin G Q, Xu S C, et al. Effect of population disposition on yield and physiological index of vegetable soybean[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 1997, 19(1): 29-31.)
- [7] 杨加银, 徐海风. 播期、密度对菜用大豆鲜荚产量及性状的影响[J]. 大豆科学, 2006, 25(2): 185-188. (Yang J Y, Xu H F. Effect of sowing dates and plant densities on fresh pod yield and agronomic characters of vegetable soybean[J]. Soybean Science, 2006, 25(2): 185-188.)
- [8] 王丹英, 汪自强. 播期、密度、氮肥用量对菜用大豆产量和品质的效应[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2001, 27(1): 69-72. (Wang D Y, Wang Z Q. Effect of planting date, plant density and nitrogen application rate on yield and quality of vegetable soybean[J]. Journal of Zhejiang Agricultural University (Agriculture and Life Science), 2001, 27(1): 69-72.)
- [9] 张宪政. 植物叶绿素含量测定丙酮-乙醇混合液法[J]. 辽宁农业科学, 1986(3): 26-28. (Zhang X Z. Determination of chlorophyll content in plant- Methods of acetone mixed ethanol [J]. Liaoning Agricultural Science, 1986(3): 26-28.)
- [10] 汪景彦, 杨有龙. 苹果短枝型研究. 北京: 中国农业科技出版社, 1987. (Wang J Y, Yang Y L. Study on apple spur type[M]. Beijing: Chinese Agricultural Science-technology Press, 1987.)
- [11] 傅寿仲, 朱耕如. 江苏油作科学. 南京: 江苏科学技术出版社, 1995: 296-299. (Fu S Z, Zhu G R. Jiangsu oil crop science [M]. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 1995: 296-299.)
- [12] 李宁, 章建新, 麻浩, 等. 新农菜豆 1 号密度试验初报[J]. 新疆农业大学学报, 2004, 27(4): 12-15. (Li N, Zhang J X, Ma H, et al. Primary study on the density of vegetable soybean Xin-nongcaidou 1 [J]. Journal of Xinjiang Agricultural University, 2004, 27(4): 12-15.)
- [13] 凌启鸿. 作物群体质量. 上海: 上海科学技术出版社, 2000. (Ling Q H. The crop population quality[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2000.)
- [14] Lambers H, Poorter H. Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences [J]. Advances in Ecological Research, 1992, 23: 187-261.
- [15] 徐克章, 张志安, 刘振库, 等. 高粱叶片比叶重的变化与产量关系的研究[J]. 吉林农业大学学报, 1998(2): 11-13. (Xu K Z, Zhang Z A, Liu Z K, et al. Study on the relationship between specific weight and yield of kernels in sorghum[J]. Journal of Jilin Agricultural University, 1998(2): 11-13.)
- [16] 丁秀英. 高粱核质杂种与双亲某些叶形态生理形状与产量的比较的研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 1998. (Ding X Y. A comparison study in some leaf morphology and physiological shapes of the nucleoplasm hybrid and the parents of sorghum with its yield[D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 1998.)
- [17] 陈温福. 水稻超高产育种生理基础[M]. 沈阳: 辽宁科技出版社, 1995. (Chen W F. Physiological basis of rice breeding for super high yield[M]. Shenyang: Liaoning Science and Technology Press, 1995.)

欢迎订阅 2008 年《大豆科学》

《大豆科学》是黑龙江省农业科学院主管主办的我国大豆学术界唯一的大豆专业学术性期刊, 国内外公开发行。主要刊登有关大豆遗传育种、品种资源、生理生态、耕作栽培、植物保护、营养肥料、生物技术、食品加工、药用功能及工业用途等方面的学术论文、科研报告、研究简报、国内外研究述评、学术活动简讯和新品种介绍等。《大豆科学》主要面向从事大豆科学研究的科技工作者, 大专院校师生、各级农业技术推广部门的技术人员及科技种田的农民。

《大豆科学》现为双月刊, 180 页, 双月 25 日出版。国内每期订价: 10.00 元, 全年 60.00 元, 邮发代号: 14-95。国外每期订价: 10.00 美元(包括邮资), 全年 60 美元。国外由中国国际图书贸易总公司发行, 北京 399 信箱。国外代号: Q5587。

本刊热忱欢迎广大科研及有关企事业单位刊登广告, 广告经营许可证号: 2301004010071。

地 址: 哈尔滨市南岗区学府路 368 号《大豆科学》编辑部。

邮 编: 150086

电 话: 0451-86668735

E-mail: dadoukx@sina.com ddkexue@126.com