

吴春芳,卞晓春,曹云英,等. 设施条件对蚕豆冻害及鲜荚产量的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(10):101-105.

设施条件对蚕豆冻害及鲜荚产量的影响

吴春芳,卞晓春,曹云英,夏礼如

(江苏沿江地区农业科学研究所,江苏如皋 226541)

摘要:为探讨不同栽培条件对设施蚕豆冻害以及产量的影响,本研究以鲜食蚕豆品种通鲜 2 号为材料,进行了不同架膜时间、播期和种植密度三因素随机区组试验。结果表明:(1)随着架膜时间的推迟,轻度冻害以及无头苗的数量相应增加,即冻害逐渐加重,但产量增加;随着播期的推迟,单株分枝数、有效分枝减少,轻度冻害以及无头苗冻害现象减轻,即冻害逐渐减轻,产量以 9 月 30 日的播期最高;密度对冻害无影响,产量随着密度的增加而增加。(2)同一架膜时间,随着播期的推迟,冻害逐渐减轻,产量以 9 月 30 日的播期较高,密度对冻害无影响,产量随密度增加而增加;同一播期,随着架膜时间的推迟,冻害逐渐加重,产量增加,密度对冻害无影响,产量随着密度的增加而增加;同一密度,随着架膜时间的推迟,冻害逐渐加重,但产量增加,随着播期的推迟,冻害逐渐减轻,产量以 9 月 30 日的播期较高。(3)在相同架膜时间、相同播期下随着密度的增加总枝数和有效分枝相对减少,产量增加;在相同架膜时间、相同密度下随着播期的推迟冻害逐渐减轻,而产量以 9 月 30 日播期的较高;在相同播期、相同密度下随着架膜时间的推迟冻害逐渐加重,产量增加。

关键词:设施蚕豆;架膜时间;播期;种植密度;冻害;鲜荚产量

中图分类号: S643.604 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)10-0101-05

目前,设施栽培技术比较先进的国家有荷兰、法国、英国、西班牙、意大利、美国、加拿大、日本、韩国、澳大利亚、以色列和土耳其等国家,由于政府重视,茄果类、瓜菜类等设施专用蔬菜品种层出不穷,其产量较露地栽培高 2~4 倍,效益提高 3~4 倍^[1-3]。蚕豆根瘤能固氮,可节省当季与下季氮素化肥施用量^[4-5],称得上低碳环保作物;蚕豆残茬含丰富的氮、磷、钾及有机质,鲜食蚕豆副产品青秸秆能改良土壤;而且种植鲜食蚕豆及其秸秆埋青,对缓解设施蔬菜连作障碍效果显著,有利于设施农业的可持续发展^[6-12]。但蚕豆设施栽培技术国内外研究较少。

研究表明,采用大棚种植,只要温湿调控适当,蚕豆产量可提高 50% 以上,成熟期可提早 30 d 以上,经济效益明显增加;通过与设施茄果类、瓜类、叶菜类和果树类间、套、轮作的立体种植,可提高设施综合经济效益^[6]。过去露地条件下对蚕豆的冻害影响因素有过不少研究^[4,13-14],而对设施蚕豆的研究甚少^[12]。设施蚕豆生产中由于播期提早冻害增加,设施条件对其有何影响,与架膜时间、播期等影响有何交互作用等研究,目前未见报道。设施蚕豆冻害直接影响群体建成时间以致延迟开花结荚和采收期,影响设施生产效益,设施条件还可通过其分枝与花芽分化时期的适宜设计来调节上市期以提高经济效益。因而,2011—2013 年通过具有自主知识产权的鲜食专用蚕豆通鲜 2 号品种为研究载体,进行了不同架

膜时间、播期以及种植密度对设施蚕豆冻害以及产量影响的研究,以探讨相应果蔬茬口蚕豆播期的最适密度及最佳架膜时间的组合,为蚕豆作为设施种植模式的主要换接茬作物之一的最佳栽培技术、最高效益技术的研究提供一定的理论基础。

1 材料与方法

1.1 供试品种

采用具有自主知识产权的鲜食蚕豆通鲜 2 号(大粒、青皮)。

1.2 试验设计

本试验于 2011 年 9 月—2013 年 4 月实施,地点为江苏沿江地区农业科学研究所的 3 座 6 m×45 m 的钢架大棚内,前茬作物为玉米。采用三因素随机区组设计,两年试验时间同步,架膜时间(A):11 月 20 日(A₁)、12 月 20 日(A₂)、1 月 20 日(A₃);播期(B):9 月 15 日(B₁)、9 月 30 日(B₂)、10 月 15 日(B₃);种植密度(C):667 m² 2 000 株(C₁)、667 m² 3 000 株(C₂)、667 m² 4 000 株(C₃)。重复 3 次,共 81 个小区,每穴 1 株,行距 0.9 m,行长 2.6 m,小区面积 7.28 m²。

田间调查于 2012 年、2013 年 1 月 25—26 日进行,对各处理蚕豆的单株总分枝(除主茎以外的分枝)、一级分枝(主茎上直接长出的分枝)、二级分枝(一级分枝上直接长出的分枝)、轻度冻害(生长点冻死,生长点以下节位有花蕾)、无头苗(生长点冻死,整枝无花蕾)进行统计,每小区定点调查 10 株。鲜荚采收时间:4 月 15 日至 5 月 15 日。试验数据的分析使用 DPS V7.05 进行。

2 结果与分析

2.1 架膜时间、播期和密度分别对蚕豆冻害的影响

2.1.1 架膜时间对蚕豆冻害的影响 随着架膜时间的推迟,

收稿日期:2013-12-26

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(12)3006];江苏省科技支撑计划(编号:BE2013352)。

作者简介:吴春芳(1965—),女,江苏如皋人,硕士,副研究员,从事蚕豆种质资源收集、鉴定、新品种选育、高产高效栽培技术研究。

E-mail:fsf5286178fsf@163.com。

通信作者:夏礼如。E-mail:xlrjaas@126.com。

蚕豆的总枝数、轻度冻害和无头苗(重度冻害)呈增加趋势,即冻害随架膜时间的推迟而加重(表 1)。其中,蚕豆的总枝数 A₂ 和 A₃ 处理无显著差异,且极显著大于 A₁ 处理。有效分枝在 A₂ 和 A₁ 处理之间存在极显著差异,而 A₂ 处理与 A₃ 处理差异显著、A₃ 与 A₁ 差异不显著。轻度冻害在 3 个架膜时间处理间都存在极显著差异。无头苗在 A₁ 处理和 A₂ 处理差异不显著,A₁、A₂ 处理分别与 A₃ 处理皆有极显著差异。这可能是由于架膜时间推迟后,低温可促进分枝分化,总枝数增加,同时低温又引起冻害,轻度冻害和无头苗也相应增多。

表 1 架膜时间对蚕豆冻害的影响 个/株				
处理	总枝数	有效分枝	轻度冻害	无头苗
A ₁	9.02bB	8.69bB	0.23cC	0.11bB
A ₂	10.48aA	9.43aA	0.96bB	0.09bB
A ₃	10.96aA	8.70bAB	1.65aA	0.61aA

注:同列数据后不同大、小写字母表示差异达 0.01 和 0.05 显著水平。

2.1.2 播期对蚕豆冻害的影响 随着播期的推迟,蚕豆单株的总枝数、有效分枝、轻度冻害以及无头苗都呈减少趋势,即冻害随播期的推迟而变轻(表 2)。总枝数和有效分枝在 3 个播期处理间存在极显著差异。轻度冻害在 B₂ 处理与 B₁ 处理间差异显著、B₂ 处理与 B₃ 处理间不显著,而 B₁ 处理和 B₃ 处理间有着极显著差异。无头苗在处理 B₁ 和 B₂ 处理间无差异,但都极显著多于 B₃ 处理。这表明蚕豆播期早,营养生长充分,总枝数和有效分枝也就多;但由于受低温影响,轻度冻害和无头苗也相应增多。

表 2 播期对蚕豆冻害的影响 个/株				
处理	总枝数	有效分枝	轻度冻害	无头苗
B ₁	11.78aA	9.97aA	1.41aA	0.40aA
B ₂	10.22bB	9.06bB	0.78bAB	0.38aA
B ₃	8.45cC	7.80cC	0.65bB	0.03bB

注:同列数据后不同大、小写字母表示差异达 0.01 和 0.05 显著水平。

2.1.3 种植密度对蚕豆冻害的影响 随着种植密度的增加,总枝数、有效分枝数相应减少(表 3)。其中,蚕豆单株的总枝数和有效分枝数表现为在 3 个种植密度处理间差异极显著。轻度冻害表现为 C₁ 处理与 C₂ 处理间差异显著、C₁ 处理与 C₃ 处理间无显著差异,但 C₂ 处理和 C₃ 处理间差异极显著。无头苗在 3 个种植密度处理间表现为无显著差异。表明种植密度越小,蚕豆单株生长越旺,分枝数就越多,而种植密度对冻害影响不大。

表 3 种植密度对蚕豆冻害的影响 个/株				
处理	总枝数	有效分枝	轻度冻害	无头苗
C ₁	11.12aA	9.90aA	0.94aAB	0.28aA
C ₂	10.10bB	9.07bB	0.79bB	0.24aA
C ₃	9.24cC	7.86cC	1.09aA	0.29aA

注:同列数据后不同大、小写字母表示差异达 0.01 和 0.05 显著水平。

2.2 架膜时间、播期和密度分别对蚕豆产量的影响 随着架膜时间的推迟,蚕豆产量呈现增加趋势(表 4),这

与总枝数变化趋势一致。A₃ 处理的蚕豆产量最高,平均每小区为 28.40 kg,极显著高于 A₁ 和 A₂ 处理,A₂ 处理的产量极显著高于 A₁ 处理。表明架膜时间越迟,蚕豆的分枝有所增加,导致产量也随之增加。

从播期方面看,产量最高的播期是 B₂ 处理,即 9 月 30 日播种,平均每小区产量是 27.77 kg,极显著高于其他 2 个播期处理。表明设施蚕豆种植播期不能太早也不能太迟。

3 个不同种植密度处理条件下,产量最高的是 C₃ 处理,即密度为 667 m² 4 000 株,小区平均产量为 27.42 kg,极显著高于其他 2 个密度处理。产量最低的密度处理是 C₁ 处理(667 m² 2 000 株)。这说明在一定的范围内,设施蚕豆密度越高,产量也越高。

表 4 架膜时间、播期、种植密度对蚕豆产量的影响					
处理	小区产量 (kg)	处理	小区产量 (kg)	处理	小区产量 (kg)
A ₃	28.40aA	B ₁	25.88bB	C ₃	27.42aA
A ₂	26.55bB	B ₂	27.77aA	C ₂	26.78bB
A ₁	24.33 cC	B ₃	25.63 bB	C ₁	25.07cC

注:同列数据后不同大、小写字母表示差异达 0.01 和 0.05 显著水平。

2.3 架膜时间、播期、密度间二因素互作对蚕豆冻害的影响

2.3.1 架膜时间与播期互作对蚕豆冻害的影响 单株总枝数、有效分枝和无头苗 A₃B₁ 组合最高,极显著多于其他处理(表 5)。而同一架膜时间下的总枝数和有效分枝,则随着播期的推迟而减少,这可能是由于播期越迟营养生长时间越短,则总枝数和有效分枝越少。其中,A₃ 处理下 3 个播期(B₁、B₂、B₃)间的总枝数和有效分枝达极显著差异;A₂B₁ 组合与 A₂B₂ 组合间总枝数差异显著,有效分枝处于同一水平,且与 A₂B₃ 组合有极显著差异,A₁ 处理下 B₁ 与 B₂、B₃ 处理间总枝数和有效分枝数差异显著,而 A₁B₂ 组合与 A₁B₃ 组合差异不显著。

轻度冻害在 A₃ 处理下 3 个播期间处于同一水平,总体来看,轻度冻害在同一播期内随着架膜时间的推迟而增加,在 A₁、A₃ 处理下播期对轻度冻害无差异,而在 A₂ 处理下 A₂B₂、A₂B₃ 组合间差异显著且均与 A₂B₁ 组合有极显著差异。

无头苗在 A₃ 处理下 3 个播期处理间存在极显著差异,A₃B₁ 组合为最高且极显著高于其他组合,在 A₁ 处理下 3 个播期处理间无极显著差异。无头苗在同一播期下随着架膜时间的推迟有增加的趋势,同一架膜下随着播期的推迟有减少的趋势。

2.3.2 架膜时间与种植密度互作对蚕豆冻害的影响 同一架膜时间下 3 种密度(C₁、C₂、C₃)处理的单株总枝数都随密度的增加而减少,这是因为低密度可以促进单株分枝(表 6)。总枝数以 A₃C₁ 组合最多,且差异极显著多于 A₂C₃、A₁C₂ 和 A₁C₃ 组合,而 A₂C₂、A₁C₁、A₃C₃、A₂C₁ 和 A₃C₂ 组合处于同一水平;A₁C₂ 及 A₁C₃ 组合的总枝数最少,处于同一水平。表明架膜时间最迟、密度最稀的总枝数最多。

有效分枝数 A₁C₁ 组合最高,与 A₂C₂、A₂C₁ 组合处于同一水平,说明架膜时间最早、密度最稀的组合有效分枝数最多。A₃ 处理下 3 个密度处理以及 A₁C₂、A₂C₃ 组合间无显著差异,A₁C₃ 组合的有效分枝数极显著少于其他组合。

表 5 架膜时间与播期互作对蚕豆冻害的影响 个/株

组合	总枝数	有效分枝	轻度冻害	无头苗
A ₁ B ₁	9.87dDE	9.38cC	0.35cdCD	0.14cdCD
A ₁ B ₂	8.66eEF	8.36dCD	0.25dCD	0.05dCD
A ₁ B ₃	8.11eFG	8.01dD	0.1dD	0dD
A ₂ B ₁	12.86bB	11.25bAB	1.55aA	0.06dCD
A ₂ B ₂	11.82cBC	10.61bB	0.96bB	0.25cC
A ₂ B ₃	7.08fG	6.46eE	0.62cBC	0dD
A ₃ B ₁	14.69aA	12.24aA	1.44aA	1.01aA
A ₃ B ₂	10.93cCD	8.6cdCD	1.51aA	0.82bB
A ₃ B ₃	7.36fFG	5.58eE	1.68aA	0.1cdCD

注:同列数据后不同大、小写字母表示差异达 0.01 和 0.05 显著水平。

轻度冻害情况和总枝数相似,以 A₃C₁ 组合最高,与 A₂C₃、A₃C₃ 组合处于同一水平,而 A₃C₂ 组合与 A₂C₃、A₃C₃ 组合处于同一水平。总体来看,随着架膜时间的推迟,轻度冻害越多,这可能是因为架膜时间越迟,植株受到低温影响越严重。

无头苗在 A₃ 处理下 3 个种植密度组合最多,均极显著多于其他组合,而其他组合无头苗较少。这是由于架膜时间早,植株受到低温冻害程度低,无头苗也相应少。

表 6 架膜时间与种植密度互作对蚕豆冻害的影响 个/株

处理	总枝数	有效分枝	轻度冻害	无头苗
A ₁ C ₁	10.78abcAB	10.40aA	0.26dDE	0.12cdB
A ₁ C ₂	8.39dC	8.26cdB	0.13dE	0dB
A ₁ C ₃	7.35cC	7.01cC	0.32dDE	0.02dB
A ₂ C ₁	10.72bcAB	10.04abA	0.68cCD	0dB
A ₂ C ₂	11.17abAB	10.08abA	0.87cC	0.22cB
A ₂ C ₃	9.82cB	8.20dB	1.51bAB	0.11cdB
A ₃ C ₁	11.82aA	9.31bcAB	1.89aA	0.62abA
A ₃ C ₂	10.57bcAB	8.75cdB	1.28bB	0.54bA
A ₃ C ₃	10.76bcAB	8.44cdB	1.52bAB	0.80aA

注:同列数据后不同大、小写字母表示差异达 0.01 和 0.05 显著水平。

2.3.3 播期与密度互作对蚕豆冻害的影响 总枝数在同一播期下随着密度的增加而递减,在同一密度下随着播期的推迟而递减(表 7)。单株总枝数以 B₁C₁ 组合为最多,极显著多于其他处理,B₁C₂、B₁C₃ 组合的总枝数处于同一水平。

有效分枝数 B₁C₁ 组合最多,显著或极显著多于其他组合。与总枝数相似,有效分枝数在同一播期下随着密度的增加而减少,在同一密度下随着播期的推迟而减少。

轻度冻害以 B₁C₃ 组合最高,极显著高于其他组合。

无头苗与轻度冻害相似,以 B₁C₃ 组合最多。除 B₃ 与 3 个密度处理组合的无头苗几乎为零外,其他组合均处同一水平。

2.4 架膜时间、播期、密度间二因素互作对蚕豆产量的影响

架膜时间与播期互作条件下,产量以 A₃B₂ 组合最高,其次为 A₃B₁ 组合,它们显著高于其他组合(表 8)。A₂ 处理下的 2 个播期 B₂、B₃ 的产量之间无显著差异,高于播期 B₁ 产量。A₃B₃、A₁B₁ 和 A₁B₂ 组合的产量处于同一水平,A₁B₃ 和 A₂B₁ 组合的产量最低。总体来说,在相同的架膜时间下,B₂

表 7 播期与种植密度互作对蚕豆冻害的影响 个/株

组合	总枝数	有效分枝	轻度冻害	无头苗
B ₁ C ₁	13.76aA	12.3aA	1.04bcBC	0.42aA
B ₁ C ₂	12.33bB	11.2bA	0.72dBC	0.41aA
B ₁ C ₃	11.7bcBC	9.64cB	1.58aA	0.48aA
B ₂ C ₁	10.81cCD	9.65cB	0.81bcdBC	0.35aA
B ₂ C ₂	10.85cCD	9.69cB	0.79cdBC	0.37aA
B ₂ C ₃	9.17dDE	7.73dC	1.12bB	0.32aA
B ₃ C ₁	8.47dE	7.48dC	0.93bcdBC	0.06bB
B ₃ C ₂	7.14eF	6.38eD	0.76cdBC	0bB
B ₃ C ₃	7.15eF	6.42eD	0.71dC	0.02bB

注:同列数据后不同大、小写字母表示差异达 0.01 和 0.05 显著水平。

处理的产量较高;在相同播期条件下,随着架膜时间的推迟,产量逐渐增加。

架膜时间与密度互作条件下,A₃C₃ 组合的产量最高,极显著高于其他组合。总体来说,在相同架膜时间下,密度越大产量越高;在相同密度条件下,架膜时间越迟产量越高。

播期与密度互作条件下,B₂C₂ 组合的产量最高,极显著高于其他组合。播期相同,产量随着密度的增加而提高,密度相同情况下,B₂ 处理的产量一般较高。

表 8 架膜时间播期、种植密度间二因素互作对蚕豆产量的影响

处理	小区产量 (kg)	处理	小区产量 (kg)	处理	小区产量 (kg)
A ₁ B ₁	25.09cD	A ₁ C ₁	22.77fF	B ₁ C ₁	26.54dC
A ₁ B ₂	24.42cDE	A ₁ C ₂	24.45eE	B ₁ C ₂	23.81fE
A ₁ B ₃	23.48dEF	A ₁ C ₃	25.78dD	B ₁ C ₃	27.28cC
A ₂ B ₁	22.73dF	A ₂ C ₁	25.68dDE	B ₂ C ₁	23.62fE
A ₂ B ₂	28.68bBC	A ₂ C ₂	27.64bBC	B ₂ C ₂	31.15aA
A ₂ B ₃	28.24bC	A ₂ C ₃	26.32cdD	B ₂ C ₃	28.54bB
A ₃ B ₁	29.81aAB	A ₃ C ₁	26.78cCD	B ₃ C ₁	25.06eD
A ₃ B ₂	30.20aA	A ₃ C ₂	28.24bB	B ₃ C ₂	25.38eD
A ₃ B ₃	25.18cD	A ₃ C ₃	30.17aA	B ₃ C ₃	26.45dC

注:同列数据后不同大、小写字母表示差异达 0.01 和 0.05 显著水平。

2.5 架膜时间、播期、密度三因素互作对蚕豆冻害的影响

总枝数以 A₃B₁C₁ 组合最多,与 A₃B₁C₂ 同一水平(表 9)。B₁A₂ 组合下 3 个种植密度的总枝数处于同一水平。总体来看,架膜时间迟、播期早、种植密度小的组合单株总枝数较多。这是由于这种组合条件下,生长时间较长。

有效分枝数也是以 A₃B₁C₁ 组合最多,与 A₃B₁C₂、A₂B₂C₂、A₂B₁C₂、A₂B₁C₁、A₁B₁C₁ 处于同一水平。

轻度冻害以 A₂B₁C₃ 组合最重,极显著重于其他组合。A₃ 架膜时间下播期与种植密度互作的各处理除了 A₃B₁C₂ 外差异均未达极显著水平。A₁ 架膜时间下播期与种植密度互作的各组合以及 A₂ 架膜时间下播期与种植密度互作的大部分组合的轻度冻害较小,且差异均未达极显著水平。这可能是由于架膜时间比较早,受到低温的影响较小。

无头苗以 A₃B₁C₃ 组合最多,与 A₃B₁C₂、A₃B₂C₃、A₃B₂C₁ 处于同一水平。A₁ 和 A₂ 架膜时间下播期与种植密度互作的各处理都处于同一水平,几乎为零。

表 9 架膜时间、播期及种植密度三因素互作对蚕豆冻害的影响

个/株

处理	总枝数	有效分枝	轻度冻害	无头苗
A ₁ B ₁ C ₁	12. 20cdeBCD	11. 38abcdABC	0. 53hijHIJK	0. 29efDEF
A ₁ B ₁ C ₂	9. 26ghijEFGHIJ	8. 95efDEFGH	0. 31ijIJK	0fF
A ₁ B ₁ C ₃	8. 10ijklHIJKL	7. 75fghFGHIJ	0. 27ijIJK	0. 08fEF
A ₁ B ₂ C ₁	10. 51fghDEFGH	10. 33cdeBCDE	0. 09jJK	0. 09fEF
A ₁ B ₂ C ₂	8. 21ijklGHIJKL	8. 21fgEFGHI	0jK	0fF
A ₁ B ₂ C ₃	7. 34klmIJKL	6. 63ghiHIJK	0. 71ghiGHIJK	0fF
A ₁ B ₃ C ₁	9. 47fghiEFGHI	9. 17efCDEF	0. 30ijIJK	0fF
A ₁ B ₃ C ₂	7. 74jklmIJKL	7. 74fghFGHIJ	0jK	0fF
A ₁ B ₃ C ₃	6. 85klmIJKL	6. 85ghiGHIJK	0jK	0fF
A ₂ B ₁ C ₁	12. 31bcdBCD	11. 61abcdAB	0. 70ghiGHIJK	0fF
A ₂ B ₁ C ₂	13. 02bcBC	11. 88abcAB	1. 14defgDEFGH	0fF
A ₂ B ₁ C ₃	13. 00bcBC	10. 13deBCDE	2. 64aA	0. 23efEF
A ₂ B ₂ C ₁	11. 09defgCDEFG	10. 18deBCDE	0. 91efghEFGHI	0fF
A ₂ B ₂ C ₂	13. 99bcAB	12. 59abA	0. 72ghiGHIJK	0. 68cdBCD
A ₂ B ₂ C ₃	10. 56efghDEFGH	9. 15efDEFG	1. 29defCDEFG	0. 12fEF
A ₂ B ₃ C ₁	8. 71hijkFGHIJK	8. 23fgEFGHI	0. 48hijHIJK	0fF
A ₂ B ₃ C ₂	6. 25lmKL	5. 42iJK	0. 83fghiFGHIJK	0fF
A ₂ B ₃ C ₃	5. 95mL	5. 46iJK	0. 49hijHIJK	0fF
A ₃ B ₁ C ₁	15. 91aA	13. 16aA	1. 99bcBC	0. 76bcdABC
A ₃ B ₁ C ₂	14. 35abAB	12. 53abA	0. 68ghiGHIJK	1. 14abAB
A ₃ B ₁ C ₃	14. 08bcAB	11. 22bcdABCD	1. 65bcdBCDE	1. 21aA
A ₃ B ₂ C ₁	11. 26defgCDEF	8. 83efEFGH	1. 48cdBCDEF	0. 95abcABC
A ₃ B ₂ C ₂	10. 36fghDEFGH	8. 25fgEFGHI	1. 67bcdBCD	0. 44deCDE
A ₃ B ₂ C ₃	11. 32defCDE	8. 96efDEFGH	1. 38deBCDEFG	0. 98abcAB
A ₃ B ₃ C ₁	8. 47ijklGHIJKL	6. 09hiIJK	2. 17bB	0. 21efEF
A ₃ B ₃ C ₂	7. 03klmIJKL	5. 54iJK	1. 49cdBCDEF	0fF
A ₃ B ₃ C ₃	6. 80klmIJKL	5. 23iK	1. 46cdBCDEF	0. 11fEF

注:同列数据后不同大、小写字母表示差异达 0. 01 和 0. 05 显著水平。

2. 6 架膜时间、播期、密度三因素互作对蚕豆产量的影响

产量以 A₃B₁C₃ 组合最高,为 35. 46 kg,显著高于其余组合(表 10)。产量排名靠前的组合基本都具有架膜时间迟、播期适中以及密度较大这些特征。总体而言,相同架膜时间相同播期条件下,密度大的产量高;相同架膜时间相同密度条件下,B₂ 播期的产量较高;相同播期相同密度条件下,产量随着架膜时间的推迟而增加。

3 结论

减轻植株受到冻害的影响是蚕豆获得高产的基础,生产上要尽量增加有效分枝,控制轻度冻害和无头苗的产生。设施条件可减轻冻害,具有一定的促进分枝分化补偿恢复群体大小的能力,但延迟分枝对上市商品效益影响较大。适宜的播期、合理的种植密度以及最佳的架膜时间是形成设施条件下减轻冻害、增加产量的主要方法。本试验通过对架膜时间、播期、种植密度三因素随机区组试验,进行单因素(架膜时间、播期、种植密度)、双因素(架膜时间与播期、架膜时间与种植密度、播期与种植密度)互作以及三因素(架膜时间、播期与种植密度)互作分析,研究了不同处理下蚕豆单株受到冻害以及产量变化情况。

总枝数、有效分枝、轻度冻害以及无头苗几乎都是在 A₃、B₁、C₁ 的处理下最多,即随着架膜时间的推迟,蚕豆的总枝数、有效分枝、轻度冻害以及无头苗的数量相应增加;蚕豆播

期早,营养生长充分,有效分枝数增多,总枝数也就多,但由于低温影响,轻度冻害和无头苗也相应增多;随着密度的增加,总枝数、有效分枝数相对减少,而轻度冻害和无头苗无明显影响。架膜时间对产量的影响与其对总枝数的影响趋势基本一致,随着架膜时间的推迟,产量呈现增加趋势,即 A₃ 架膜时间的产量最高。但是播期对产量的影响与其对总枝数影响有所差异,产量最高的是 B₂ 播期。蚕豆单株总枝数与密度成反比,但单位面积的总枝数与密度成正比,因此密度越高,产量也随之提高。

架膜时间和播期互作条件下,总枝数、有效分枝、无头苗以 A₃B₁ 组合最高;同一架膜时间随着播期的推迟总枝数、有效分枝、轻度冻害和无头苗减少;同一播期随着架膜时间的推迟总枝数、轻度冻害和无头苗增加;产量以 A₃B₂ 和 A₃B₁ 组合最高。架膜时间和种植密度互作条件下,总枝数、轻度冻害和无头苗以 A₃C₁ 组合最高,有效分枝以 A₁C₁ 组合最高,产量以 A₃C₃ 组合最高;同一架膜时间随着密度的增加,总枝数、有效分枝都呈减少趋势,但单位面积的分枝数随着密度的增加而增加,产量也随之增加;同一密度,随着架膜时间的推迟,总枝数、有效分枝、轻度冻害和无头苗增加,产量也有所增加。播期和种植密度互作条件下,总枝数、有效分枝以 B₁C₁ 组合最高,轻度冻害和无头苗以 B₁C₃ 组合最高,产量以 B₂C₂ 组合最高;同一播期下随着密度的增加总枝数、有效分枝减少,而轻度冻害与无头苗无明显变化,产量也随之增加;同一

表 10 架膜时间、播期及种植密度三因素互作对蚕豆产量的影响

处理	小区产量(kg)
A ₁ B ₁ C ₁	24.54fghiGH
A ₁ B ₁ C ₂	25.73efDEFG
A ₁ B ₁ C ₃	25.02fgEFGH
A ₁ B ₂ C ₁	20.28IK
A ₁ B ₂ C ₂	25.76efDEFG
A ₁ B ₂ C ₃	27.23dD
A ₁ B ₃ C ₁	23.48hijHI
A ₁ B ₃ C ₂	21.86kIJK
A ₁ B ₃ C ₃	25.09fgEFGH
A ₂ B ₁ C ₁	24.36ghiGH
A ₂ B ₁ C ₂	22.45jkIJ
A ₂ B ₁ C ₃	21.37klJK
A ₂ B ₂ C ₁	25.84efDEFG
A ₂ B ₂ C ₂	33.62bAB
A ₂ B ₂ C ₃	26.60deDEF
A ₂ B ₃ C ₁	26.84deDE
A ₂ B ₃ C ₂	26.86deDE
A ₂ B ₃ C ₃	31.01cC
A ₃ B ₁ C ₁	30.73cC
A ₃ B ₁ C ₂	23.24ijHIJ
A ₃ B ₁ C ₃	35.46aA
A ₃ B ₂ C ₁	24.74fghFGH
A ₃ B ₂ C ₂	34.06bA
A ₃ B ₂ C ₃	31.80cBC
A ₃ B ₃ C ₁	24.86fgFGH
A ₃ B ₃ C ₂	27.43dD
A ₃ B ₃ C ₃	23.25ijHIJ

注:同列数据后不同大、小写字母表示差异达 0.01 和 0.05 显著水平。

密度下随着播期的推迟,总枝数、有效分枝、轻度冻害和无头苗递减。

总枝数和有效分枝以 A₃B₁C₁ 组合最高,轻度冻害以 A₂B₁C₃ 组合最高,无头苗及产量以 A₃B₁C₃ 组合最高,即 11 月 20 日架膜、9 月 15 日播种、667 m² 4 000 株时无头苗数、产量最高;在相同架膜时间和相同播期下随着密度的增加总枝数、有效分枝相对减少,产量相对增加;在相同架膜时间和相同密度下随着播期的推迟总枝数、有效分枝和无头苗减少,产量以 B₂ 播期最高;在相同播期和相同密度下随着架膜时间的推迟总枝数、轻度冻害和无头苗增加,产量也增加。

蚕豆设施大棚栽培主要以经济效益来衡量,要求分枝早、结荚早、采收早,那么这就需要较早地形成较多的有效分枝及较轻冻害及较少无头苗。根据研究结果,蚕豆设施大棚栽培组合 A₂B₂C₂、A₂B₃C₃、A₁B₂C₃、A₂B₃C₂、A₂B₃C₁ 适宜与 8 月下旬至 10 月上旬腾出茬口的设施瓜类、茄果类等轮作,这些组合的有效分枝多,产量较高。适宜以葡萄为主,蚕豆套种为辅的设施大棚栽培蚕豆组合是 A₃B₃C₂、A₃B₂C₃、A₃B₁C₁、A₃B₂C₂、A₃B₁C₃,因为大棚葡萄架膜时间一般都在 1 月底,蚕豆鲜荚于 4 月中旬采摘完,秸秆埋青于葡萄根部,对增加葡萄的品质有利。

参考文献:

- [1]戴起伟,曹静,凡燕,等. 面向现代设施农业应用的物联网技术模式设计[J]. 江苏农业学报,2012,28(5):1173-1180.
- [2]安国民,徐世艳,赵化春. 国外设施农业现状与发展趋势[J]. 现代化农业,2004(12):34-36.
- [3]宋益民,陈惠祥,刘水东. 南通市设施农业发展的现状及对策[J]. 江苏农业科学,2012,40(5):414-416.
- [4]叶茵. 中国蚕豆学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [5]邹兰,王科,钟坤仲,等. 攀西地区蚕豆根瘤菌抗逆性研究[J]. 湖北农业科学,2013,52(11):2516-2518,2523.
- [6]吴春芳,姜永平,尹淑瑜. 鲜食蚕豆种养加、农工贸一体化模式探讨[J]. 现代农业科技,2011(2):317-319.
- [7]李莉,万正煌,陈宏伟,等. 外引蚕豆种质资源鉴定与形态多样性[J]. 湖北农业科学,2013,52(23):5700-5704.
- [8]吴春芳. 鲜食蚕豆新品种通鲜 1 号选育及其配套栽培技术研究[D]. 南京:南京农业大学,2005.
- [9]袁星星,崔晓艳,陈华涛,等. 蚕豆新品种苏蚕豆 2 号的选育及高产栽培技术[J]. 江苏农业科学,2012,40(11):109-110.
- [10]李绍飞,杨士龙,陈文新. 农田节能减排的变革者[J]. 瞭望,2011(51):59-61.
- [11]缪亚梅,壬学军,汪凯华,等. 种植密度对通蚕鲜 7 号农艺性状、产量及经济效益的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):173-175.
- [12]吴春芳,夏礼如,尹淑瑜. 设施大棚蚕豆高效栽培技术规程研究[J]. 上海农业科技,2011(6):82-83.
- [13]吴春芳,唐益其,姜永平,等. 蚕豆育种研究进展(I)遗传学研究[J]. 上海农业学报,2007,23(2):119-122.
- [14]李宗战,陈吓冬. 蚕豆冻害原因与预防措施[J]. 安徽农学通报,2010,16(20):171-172.