

不同栽培技术对大豆土壤水分、容重及产量的影响

石绍河¹, 肖佳雷², 刘宝海¹, 符强¹, 薛英会¹, 刘立超¹, 王贵江¹, 李炜²

(1. 黑龙江省农业科学院 绥化分院, 黑龙江 绥化 152052; 2. 黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:以不同栽培技术为切入点,用大豆半矮秆品种绥农22为试材,于2010年开展了不同栽培技术组合对大豆增产效果的研究。结果表明:苗期0~10 cm的土壤含水量,覆膜+垄沟深松、大垄密植+垄沟深松、平播密植、平播密植+化控+深松栽培技术分别较对照(“垄三”栽培)增加10.57%、3.17%、4.41%和2.62%;分枝期0~50 cm土壤含水量,覆膜+垄沟深松、“垄三”+化学调控、大垄密植+垄沟深松、平播密植栽培分别较对照增加8.13%、3.06%、4.73%和1.48%。大豆行间覆膜+垄沟深松与大垄密植+垄沟深松的耗水量少、土壤容重低,水分利用率高,并分别较对照极显著增产20.83%和11.96%。因此以上2项技术对大豆抗旱节水及增产效果明显,可以在黑龙江省干旱及半干旱地区推广应用。

关键词:大豆;栽培技术组合;土壤水分;土壤容重;产量

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2011)05-0781-05

Effects of Different Cultivation Technique on Soil Moisture, Unit Capacity Weight and Yield of Soybean

SHI Shao-he¹, XIAO Jia-lei², LIU Bao-hai¹, FU Qiang¹, XUE Ying-hui¹, LIU Li-chao¹, WANG Gui-jiang¹, LI Wei²

(1. Suihua Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Suihua 152052; 2. Crop Tillage and Cultivation Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, Heilongjiang, China)

Abstract: Drought caused by limited and unevenly distributed rainfall has become a severe environmental factor affecting soybean production in Heilongjiang province in recent years. In the current research, different cultivation technique combinations, including “three ridge” (TR, CK), film mulching between ridge and furrow deep loose (FMBRFDL), solid-seeding flat-planting with deep loosening and chemical control (SSFDLCC), solid-seeding on big ridge and furrow deep loose (SSBRFDL), solid-seeding on small ridge (SSSR), solid-seeding flat-planting (SSFP) and “three ridge” with chemical control (TRCC) were performed in 2010 with semi-dwarf cultivar Suinong 22 as material. Soil moisture and bulk density at different growth stage, yield components at harvest, as well as the calculated water use efficiency were determined. At seedling stage, the 0-10 cm soil moisture of FMBRFDL, SSBRFDL, SSFP, SSFDLCC increased by 10.57%, 3.17%, 4.41% and 2.62%, respectively; at branching stage, the 0-50 cm soil moisture of FMBRFDL, TRCC, SSBRFDL and SSFP increased by 8.13%, 3.06%, 4.73% and 1.48%, respectively, compared with control. FMBRFDL and SSBRFDL had lower soil bulk density, higher water use efficiency, and significantly increased soybean yield by 0.83% and 11.96%. Results suggest that the cultivation techniques of SSBRFDL and SSFP have better application prospects in arid and semi-arid area of Heilongjiang province.

Key words: Soybean; Soil moisture; Soil bulk density; Yield

黑龙江省是我国大豆主产区,大豆年种植面积300~333.3万hm²,占全国的1/3,年产量600万t,占全国的37%,大豆单产水平较全国高10%^[1-2]。黑龙江省近年来干旱的发展趋势频繁增加,范围扩大,干旱由季节性变为常年性,交替性变为连续性,由局部性变为普遍性,已连续遭受严重干旱灾害,5 a(次)累计受旱面积约2 000万hm²^[3],良好的栽

培模式对提高大豆产量、推动大豆生产发展起着重要的作用^[4]。近年来,黑龙江省大豆栽培技术不断创新,大豆栽培模式已由传统的平作、垄作发展到垄三栽培,窄行密植、保护性耕作栽培(少耕免耕或原垄卡种)、行间覆膜等栽培模式已大面积推广应用^[5-7]。但以往研究都是单个技术和常规垄作进行比较,每种技术增产潜力不大,应对抗旱能力较弱,

收稿日期:2011-04-18

基金项目:农业部公益性行业资助项目(200903007-09)。

第一作者简介:石绍河(1964-),男,高级农艺师,硕士,主要从事玉米和大豆栽培研究。E-mail:shishaohe@163.com。

通讯作者:肖佳雷(1978-),男,助理研究员,在读博士,主要从事作物高产理论及栽培生理研究。E-mail:J_L_X@163.com。

主要原因缺乏抗旱品种和相应配套栽培技术。目前,大豆抗旱节水高产综合栽培技术报道很少,该文研究了大豆不同栽培技术组合下土壤水分、容重及产量的变化,旨在为黑龙江省干旱地区大豆抗旱节水高产高效栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2010 年在黑龙江省农科院绥化分院科技园区进行,前茬为玉米。土壤为黑壤土,有机质含量 4.5%,碱解氮 $142.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效磷 $45.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效钾 $101 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,pH 7.0。供试大豆为半矮秆品种绥农 22。共设 7 个处理:T1:“垄三”栽培(CK),公顷保苗 25 万株;T2:行间覆膜 + 垄沟深松(垄距 67 cm),公顷保苗 25 万株;T3:平播密植 + 化控 + 深松(135 cm 行距大垄,垄上播种 4 行,小行距 30 cm,大行距,45 cm 苗期深松,种子拌保水剂)公顷保苗 33 万株;T4:大垄密植 + 垄沟深松(135 cm 行距大垄,垄上播种 6 行,小行距 8 ~ 10 cm),应用 2BJ-2 行精密播种机(依联农机)播种,在封垄前中耕深松,公顷保苗 30 万株;T5:小垄密植(135 cm 行距大垄,垄上播种 3 行,行距 45 cm),应用 2BT-2 型带状播种机,公顷保苗 30 万株;T6:平播密植(135 cm 行距大垄,垄上播种 4 行,小行距 30 cm,大行距 45 cm);采用 2BT-2 行带状播种机播种,公顷保苗 33 万株;T7:“垄三” + 化学调控(抗旱剂播种);公顷保苗 25 万株。每处理 0.2 hm^2 ,3 次重复,5 月 8 日播种,9 月 25 日收获,常规田间管理。

1.2 测定项目与方法

土壤含水量和容重利用烘干法测定:在播种、出苗、开花、结荚、鼓粒和成熟期,取 0 ~ 10 cm、10 ~ 20 cm、20 ~ 30 cm、30 ~ 40 cm、40 ~ 50 cm 土壤,土壤含水量 = (土湿样 - 土干样) / 土干样;土壤水分利用率测定:播种前收获后,大豆不同生育时期各测 1 次,取样深度 50 cm,每 10 cm 为一层。土壤储水量(mm) = 土层厚度 × 土壤容重 × 土壤水百分含量,土壤水分利用率 = 大豆籽粒产量 / (播前土壤储水量 + 生育期总降水量 - 成熟期土壤储水量);收获时测定每平方米株数、单株粒数、单株粒重、单株荚数、百粒重、经济系数(经济系数 = 经济产量 / 生物产量),然后折算成公顷产量。

1.3 数据分析

利用 DPS 3.75 进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 不同栽培技术对大豆土壤容重的影响

由表 1 可知,在大豆全生育期内,随着土层加深,各处理土壤容重逐渐增加,0 ~ 10 cm 土壤容重为 $0.90 \sim 0.92 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,40 ~ 50 cm 最高达到 $1.34 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,各处理在 0 ~ 10 cm 和 40 ~ 50 cm 土壤容重差异不显著,而行间覆膜 + 垄沟深松在土层 10 ~ 30 cm 土壤容重极显著低于对照,平播技术和“垄三” + 化学调控处理土壤容重与对照持平或略低。总之,行间覆膜 + 垄沟深松技术能降低土壤容重、提高土壤的容水容气比例,促进地上地下部生长发育。

表 1 不同栽培技术对大豆土壤容重的影响

Table 1 Variance of soil bulk specific gravity of soybean during whole growth stage under different treatment ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)

处理 Treatment	土层深度 Soil depth/cm				
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
垄三栽培 TR	0.91Aa	0.99Cc	1.25Dd	1.33Bb	1.35Aa
行间覆膜 + 垄沟深松 FMBRFDL	0.90Aa	0.95Dd	1.22Aa	1.32Bb	1.35Aa
平播密植 + 化控 + 深松 SSFPLCC	0.90Aa	1.06Bb	1.23Bb	1.34Aa	1.34Aa
大垄密植 + 垄沟深松 SSBRFDL	0.91Aa	1.00Cc	1.23Cc	1.27Cc	1.34Aa
小垄密植 SSSR	0.91Aa	1.05Bb	1.24Ee	1.32Bb	1.35Aa
平播密植 SSFP	0.92Aa	0.98Cc	1.25Cc	1.32Bb	1.34Aa
垄三 + 化学调控 TRCC	0.92Aa	1.08Aa	1.25Cc	1.32Bb	1.34Aa

同列数值后不同大小写字母的值分别代表在 0.01 和 0.05 水平差异显著,下表同。

Values within a column followed by different capital and lowercase letters are different at 0.01 and 0.05 probability levels, respectively. The same as follows.

2.2 不同栽培技术对大豆土壤水分的影响

从表 2 可知,大豆在各生育时期土壤水分的变化趋势一致,各处理随着土层加深,土壤含水量总体呈升高趋势。在苗期、分枝期、开花期和结荚期,0 ~ 10 cm 含水量较低,10 ~ 40 cm 土壤含水量增加幅度不大,40 ~ 50 cm 含水量最高;鼓粒期各处理 0 ~ 40 cm 土壤含水量变化不大,40 ~ 50 cm 最高;成熟期各处理 0 ~ 50 cm 土壤含水量变化不大。在苗期、分枝期、开花期、结荚期和鼓粒期,行间覆膜 + 垄沟深松、平播密植 + 化控 + 深松、大垄密植 + 垄沟深松 3 个处理在 0 ~ 50 cm 土层含水量均极显著高于对照;平播密植、“垄三” + 化学调控在苗期 0 ~ 50 cm 土层含水量极显

著高于对照;成熟期,行间覆膜 + 垄沟深松、平播密植 + 化控 + 深松、大垄密植 + 垄沟深松、平播密植、“垄三” + 化学调控 5 个处理 30 ~ 50 cm 土层含水量与对照差异极显著。总之,行间覆膜和平播技术对大豆生育前期、中期具有保水作用,提高了土壤含水量,增加了抗旱能力,效果显著。

表 2 不同生育期不同栽培模式大豆土壤含水量变化

Table 2 Variance of soil moisture in different growth stage under different treatment of soybean (%)

生育期 Growth stage	土层深度 Soil depth/cm	垄三栽培 TR	行间覆膜 + 垄沟深松 FMBRFDL	平播密植 + 化控 + 深松 SSFPDLCC	大垄密植 + 垄沟深松 SSBRFDL	小垄密植 SSSR	平播密植 SSFP	垄三 + 化学调控 TRCC
苗期 Seedling	0-10	16.09Dd	17.97Aa	17.25Bb	16.62Cc	15.85Ee	16.79Cc	16.61Cc
	10-20	22.53Dd	24.22Aa	23.79Bb	22.84Cc	21.25Ee	22.91Cc	22.78Cc
	20-30	22.12Dd	24.56Aa	23.87Bb	22.60Cc	21.79Ee	23.00Cc	22.42Cc
	30-40	22.00Dd	24.98Aa	24.12Bb	23.51Cc	22.07Ee	23.82Cc	23.26Cc
	40-50	26.08Dd	28.57Aa	27.87Bb	26.67Cc	25.99Ee	27.06Cc	26.57Cc
分枝期 Branching	0-10	15.95Dd	17.01Aa	16.81Bb	16.50Cc	15.00Ee	16.52Cc	16.20Cc
	10-20	18.02Ee	20.00Aa	19.80Bb	18.84Dd	17.90Ff	19.30Cc	18.10Ee
	20-30	20.00Ff	22.00Aa	21.79Bb	20.90Dd	20.30Dd	21.50Cc	20.81Ee
	30-40	24.60Dd	26.09Aa	25.79Bb	25.20Cc	24.60Dd	25.30Cc	24.80Ee
	40-50	26.00Ee	27.93Aa	27.00Bb	26.30Dd	25.80Ff	26.90Cc	26.20Dd
开花期 Flowering	0-10	15.93Ee	17.24Aa	16.87Bb	16.53Cc	15.54Ff	16.78Bb	16.23Dd
	10-20	24.83Dd	26.03Aa	25.93Bb	25.23Cc	24.66Ee	25.37Cc	25.14Cc
	20-30	24.81Ee	26.03Aa	25.89Bb	25.25Dd	24.50Ff	25.65Cc	25.16Dd
	30-40	23.72Bb	24.95Aa	23.83Bb	23.74Bb	23.69Cc	23.82Bb	23.76Bb
	40-50	26.25Cc	27.09Aa	26.87Bb	26.30Cc	26.00Dd	26.43Cc	26.28Cc
结荚期 Podding	0-10	16.63Dd	17.77Aa	17.54Bb	17.45Cc	16.59Ee	17.43Cc	17.11Cc
	10-20	26.82Dd	27.58Aa	27.44Bb	27.48Cc	26.39Ee	27.41Cc	27.08Cc
	20-30	26.84Dd	27.57Aa	27.45Bb	27.46Cc	26.35Ee	27.41Cc	27.09Cc
	30-40	25.83Dd	26.10Aa	26.08Bb	26.00Cc	25.79Ee	25.97Cc	25.92Cc
	40-50	25.85Dd	26.12Aa	26.09Bb	25.97Cc	25.75Ee	25.98Cc	25.89Cc
鼓粒期 Pod-filling	0-10	19.58Dd	24.91Aa	24.84Bb	22.71Cc	19.44Ee	24.73Cc	20.18Cc
	10-20	22.42Dd	25.86Aa	25.48Bb	24.83Cc	22.51Ee	25.02Cc	24.55Cc
	20-30	23.56Dd	25.76Aa	25.57Bb	25.43Cc	23.35Ee	25.48Cc	23.92Cc
	30-40	25.21Dd	26.14Aa	25.85Bb	25.52Cc	25.19Ee	25.56Cc	25.36Cc
	40-50	27.57Dd	28.30Aa	28.19Bb	27.87Cc	27.16Ee	28.10Cc	27.72Cc
成熟期 Mature	0-10	23.93Dd	21.13Dd	22.06Dd	24.16Cc	23.83Ee	24.64Cc	24.04Cc
	10-20	25.19Aa	21.77Aa	23.05Aa	21.33Cc	20.57Ee	21.65Cc	21.20Cc
	20-30	24.78Bb	21.62Bb	22.95Bb	22.75Cc	21.46Ee	22.79Cc	22.24Cc
	30-40	23.08Dd	24.10Aa	23.91Bb	23.66Cc	22.84Ee	23.84Cc	23.26Cc
	40-50	25.06Dd	26.00Aa	25.82Bb	25.48Cc	24.92Ee	25.73Cc	25.31Cc

同行内标以不同大小写字母的值分别在 0.01 和 0.05 水平上差异显著。

Values followed by different capital and lowercase letters within the same lines are significantly different at 0.01 and 0.05 probability levels, respectively.

TR; Three ridge; FMBRFDL; Film mulching between ridge and furrow deep loose; SSFPDLCC; Solid-seeding flat-planting with deep loosening and chemical control; SSBRFDL; Solid-seeding on big ridge and furrow deep loose; SSSR; Solid-seeding on small ridge; SSFP; Solid-seeding flat-planting; TRCC; Three ridge with chemical control.

表 3 不同栽培技术土壤水分利用率比较

Table 3 Water utilization efficiency of soybean under different cultivation mode

处理 Treatment	播前土壤储水量(a) Soilmoisture storage before sowing /t · hm ⁻²	成熟期土壤储水量(b) Soil water stored in mature stage/t · hm ⁻²	降水量(c) Amount of precipitation/t · hm ⁻²	籽粒产量 Yield of grain / kg · hm ⁻²	田间耗水(a-b + c) Field water consumption/t · hm ⁻²	土壤水分利用率 Efficiency of soil water utilization/%
垄三栽培 TR	1265.4	1348.4	2995	3066.67	2912.0	1.1
行间覆膜 + 垄沟深松 FMBRFDL	1243.7	1381.2	2995	3705.56	2857.9	1.3
平播密植 + 化控 + 深松 SSFPDLCC	1265.4	1393.5	2995	3177.78	2866.9	1.1
大垄密植 + 垄沟深松 SSBRFDL	1270.2	1350.1	2995	3433.33	2915.1	1.2
小垄密植 SSSR	1292.3	1376.1	2995	2944.44	2899.9	1.0
平播密植 SSFP	1281.2	1376.3	2995	2966.67	2911.0	1.0
垄三 + 化学调控 TRCC	1303.3	1369.4	2995	3233.33	2928.9	1.1

2.3 大豆不同栽培技术土壤水分利用率

由表 3 可知,大豆各种栽培技术组合田间耗水量差异不大;土壤水分利用率行间覆膜最高,大垄

密植 + 垄沟深松次之,这 2 种技术的土壤保水能力、水分利用率好于其它技术。

表 4 不同栽培技术产量构成因素

Yield 4 constitution factor under different cultural technique

处理 Treatment	株荚数 Number Pods per plant	株粒数 Seeds per plant	株粒重 Seed Weight per plant/g	百粒重 100-seed weight/g	地上干重(g) Above-ground dry weight/g	经济系数 Economic coefficient/%	产量 Yield/kg · hm ⁻²
垄三栽培 TR	37.4	60.3	13.3	22.1	32.7	40.7	3066.67Dd
行间覆膜 + 垄沟深松 FMBRFDL	37.1	69.2	16.2	23.4	38.9	41.6	3705.56Aa
平播密植 + 化控 + 深松 SSFIDLCC	35.5	65.2	13.8	21.2	33.4	41.3	3177.78Cc
大垄密植 + 垄沟深松 SSBRFDL	30.6	56.9	13.2	23.2	32.6	40.5	3433.33Bb
小垄密植 SSSR	28.7	49.1	11.3	23.0	28.8	39.2	2944.44Ee
平播密植 SSFP	30.7	47.8	9.9	20.7	26.7	37.1	2766.67Ff
垄三 + 化学调控 TRCC	32.1	52.0	11.6	22.3	29.1	40.0	3233.33Cc

2.4 不同栽培技术大豆产量构成因素的比较

由表 4 可知,与对照相比,行间覆膜 + 深松处理的单株粒重增加 21.8%,百粒重增加 6%,经济系数增加 0.9%;大垄密植 + 垄沟深松的百粒重增加 5%;其它处理经济系数比对照略低。行间覆膜 + 深松和大垄密植 + 垄沟深松处理产量极显著高于对照;平播密植 + 化控 + 深松处理产量显著高于对照;而小垄窄行密植和平播密植较对照分别减产 3.99% 和 9.78%。

表现为水分利用率高,这与前人研究相符^[12-13]。

覆膜技术不但提高土壤温度,降低水分散失,还加快植株对水分吸收的速度,提高植株的干物质积累量;密植技术通过增加群体的密度,降低土壤水分的散失,提高单位面积上的收获指数,到达增产目的^[14]。

该研究结果表明,行间覆膜 + 深松、大垄密植 + 垄沟深松、平播密植 + 化控 + 深松栽培技术对大豆抗旱节水及增产效果明显。

3 结论与讨论

苗期 0 ~ 10 cm 的土壤含水量,覆膜 + 垄沟深松、大垄密植 + 垄沟深松、平播密植和平播密植 + 化控 + 深松栽培技术分别较对照提高了 10.57%、3.17%、4.41% 和 2.62%;分枝期 0 ~ 50 cm 土壤含水量,覆膜 + 垄沟深松、“垄三” + 化学调控、大垄密植 + 垄沟深松、平播密植栽培技术分别较对照提高了 8.13%、3.06%、4.73% 和 1.48%。说明行间覆膜、密植技术的保水作用明显。覆膜技术、平播密植和大垄密植技术,减小了土壤前期裸露面积,减少了水分的散失,提高了土壤的含水量,这与前人研究的结论相符^[8-10]。

大豆行间覆膜 + 垄沟深松和大垄密植 + 垄沟深松耗水量低,水分利用率高,说明垄作深松可提高土壤的容水容气比例,提高地温,促进地上地下部生长发育^[11]。覆膜技术和密植技术能减少土壤水分的散失,增强植株群体吸收水分的能力,总体

参考文献

- [1] 胡国华. 我国大豆栽培学科发展展望[J]. 大豆通报, 2008(3): 5-8. (Hu G H. Prospects on development of soybean cultivation subject in China[J]. Soybean Bulletin, 2008(3): 5-8.)
- [2] 刘忠堂. 大豆窄行密植高产栽培技术的研究[J]. 大豆科学, 2002, 21(2): 117-122. (Liu Z T. Study on technology for high yield of solid-seeded soybean[J]. Soybean Science, 2002, 21(2): 117-122.)
- [3] 刘颖, 张明怡, 韩光, 等. 干旱胁迫下钾对大豆叶片保护酶活性及产量的影响[J]. 大豆科学, 2011, 30(2): 341-343. (Liu Y, Zhang M Y, Han G, et al. Effect of potassium on soybean leaf protective enzymes and yield under drought stress[J]. Soybean Science, 2011, 30(2): 341-343.)
- [4] 张敬涛, 王成, 王谦玉, 等. 不同栽培模式对大豆产量及生长发育的影响[J]. 中国农学通报, 2002, 18(5): 8-10. (Zhang J T, Wang C, Wang Q Y, et al. Effect of different cultivation patterns on yield, growth and development of soybean[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2002, 18(5): 8-10.)
- [5] 祝伟江, 李圣超. 大豆大垄窄行密植栽培技术的几个关键环节[J]. 科技资讯, 2007(3): 223-224. (Zhu W J, Li S C. Several

- key points on big ridge and solid-seeded soybean cultivation technology [J]. Science & Technology Information, 2007 (3): 223-224.)
- [6] 胡国华. 大豆机械化“深窄密”高产配套栽培技术[J]. 作物杂志, 2001(5): 36-39. (Hu G H. High yield cultivation techniques on soybean mechanization “deep narrow secret” [J]. Crops, 2001 (5): 36-39.)
- [7] 胡立成. 黑龙江省大豆栽培技术研究的回顾与展望[J]. 黑龙江省农业科学, 2006(12): 55-58. (Hu L C. The retrospect and prospect of soybean cultivation techniques of Heilongjiang province [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2006(12): 55-58.)
- [8] 陈霞, 丁希明. 大豆施肥技术及植株营养指标的研究[J]. 黑龙江农业科学, 1989(4): 18-21. (Chen X, Ding X M. Research on fertilizer technology and plant nutrition index of soybean [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 1989(4): 18-21.)
- [9] 姚卫华. 机械化大豆“三垄”栽培技术增产效果及经济效益分析[J]. 大豆通报, 2007(5): 9-11. (Yao W H. Benefits of “Three Ridge” cultivation techniques with machinical operation [J]. Soybean Bulletin, 2007(5): 9-11.)
- [10] 许桂芳, 肖立明, 黄兆燕. 大豆大垄行间覆膜栽培技术[J]. 现代化农业, 2005(7): 13. (Xu G F, Xiao L M, Huang Z Y. Cultivation technology on film mulching between wide rows of soybean [J]. Modernizing Agriculture, 2005(7): 13.)
- [11] 李世民, 陈爱梅, 张念文. 垄上宽行距栽培大豆技术[J]. 现代化农业, 2005(6): 9-11. (Li S M, Chen A M, Zhang N W. Soybean cultivation technology of wide row on ridge [J]. Modernizing Agriculture, 2005(6): 9-11.)
- [12] 孙中锋, 孙鲜凤, 闫晓东, 等. 大豆大垄窄行密植栽培技术[J]. 现代化农业, 2005(6): 7-9. (Sun Z F, Sun X F, Yan X D, et al. Cultivation techniques on wide-ridge and solid-seeded planting in soybean [J]. Modernizing Agriculture, 2005(6): 7-9.)
- [13] 潘晶, 戚克耀, 许丽杰. 大豆窄行宽苗眼栽培技术[J]. 大豆通报, 2006(2): 24-25. (Pan J, Qi K Y, Xu L J. Narrow-row and wide spacing practice in soybean [J]. Soybean Bulletin, 2006(2): 24-25.)
- [14] 洪凯, 黄旭海. 大豆 45cm 双条播栽培技术[J]. 现代化农业, 2007(1): 78-81. (Hong K, Huang X H. Cultivation technique on soybean double tripe planting [J]. Modernizing Agriculture, 2007 (1): 78-81.)

(上接第 782 页)

- 系 C49S 育性的影响[J]. 麦类作物学报, 2001, 21(1): 69-72. (Zhang J K, Feng L, Luo D, et al. Effect on the fertility of thermo-photo-sensitive genic male-sterile wheat C49S using different chemicals [J]. Journal of Triticeae Crops, 2001, 21(1): 69-72.)
- [10] 谢甫锦, 郭小红, 包雪艳, 等. 多效唑对大豆不同叶型近等位基因系产量和品质的影响[J]. 大豆科学, 2010, 29(6): 948-952. (Xie F T, Guo X H, Bao X Y, et al. Effect of paclobutrazol on yield and quality of soybean near-isolines with different leaflet shapes [J]. Soybean Science, 2010, 29(6): 948-952.)
- [11] 赵婧, 张伟, 邱强, 等. 不同时期喷施多效唑对大豆农艺性状及生理性状的影响[J]. 大豆科学, 2011, 30(2): 211-214. (Zhao J, Zhang W, Qiu Q, et al. Effects of PP333 spraying at different stages on soybean agronomic and physiological characters [J]. Soybean Science, 2011, 30(2): 211-214.)
- [12] 曾晓春, 周燮. 茉莉酸甲酯 (MeJA) 诱导水稻颖花开放[J]. 植物学报, 1999(5): 560-562. (Zeng X C, Zhou X. Methyl Jasmonate induces the opening of spikelets in rice [J]. Acta Botanica Sinica, 1999(5): 560-562.)
- [13] 邹伟清, 杨正威, Redona. “九二〇”在“IR58025A”组合高群体制种中的施用技术研究[J]. 江西农业学报, 1999, 11(4): 30-35. (Zhou W Q, Yang Z W, Redona E D, et al. Study on GA3 application technology for high population of hybrid rice seed production of “IR58025A” combinations [J]. Acta Agricultural Jiangxi, 1999, 11(4): 30-35.)
- [14] 姜心禄, 严庆海, 郑家. 三种营养激素复配剂对杂交水稻不育系柱头外露[J]. 植物生理学通讯, 2008, 44(4): 630-632. (Jiang X L, Yan Q H, Zheng J G. Effects of three kinds of plant growth regulators on percentage of protrusive stigma in male-sterile lines of rice [J]. Plant Physiology Communications, 2008, 44(4): 630-634.)
- [15] 莫志军, 胡红字, 姜文军. 花期延缓剂在杂交水稻制种上的应用[J]. 作物研究, 2001, 15(2): 19-20. (Mo Z J, Hu H Z, Jiang W J. Application of flowering-retained agents to seed production of hybrid rice [J]. Crop Research, 2001, 15(2): 19-20.)
- [16] 徐坤, 赵益强, 赵宗贤. 植物生长调节剂对杂交水稻制种产量影响的试验研究[J]. 四川农业大学学报, 2001, 19(4): 359-361. (Xu K, Zao Y Q, Zhao Z X. Effect of plant growth regulator agents on hybrid seeds yield of hybrid rice [J]. Journal of Sichuan Agricultural University, 2001, 19(4): 359-361.)