白浆土地区不同栽培方式对土壤物理性质和大豆生育性状的影响

鹿树森[1]，周宝库[2]，马星竹[2]，魏 丹[2]，赵清国[1]，高中超[2]，陈雪丽[2]，杨 军[3]

（1.中国人民解放军65426部队农副业基地，黑龙江 鹤岗 154107；2.黑龙江省土壤环境与植物营养重点实验室，黑龙江省农业科学院 土壤肥料与环境资源研究所，黑龙江 哈尔滨 150086；3.沈阳军区榆树屯农副业基地，黑龙江 齐齐哈尔 161031）

摘 要：针对黑龙江省东部典型白浆土地区土壤物理性质和大豆生产环境特点，采用大区对比法开展不同栽培方式（大垄、小垄、平播和正常垄）对白浆土土壤物理性质和大豆生育指标影响的研究。结果表明：不同栽培方式对土壤容重和土壤硬度影响较大，其中平播处理土壤容重增加幅度最大；土壤硬度随深度的增加而增加。另外，不同处理对大豆生育性状影响程度不一致，其中对大豆根瘤数影响较大，大垄根瘤数最多，小垄最少。不同栽培方式下产量差异显著，大垄和正常垄的产量显著高于平播。与其它栽培方式相比，大垄栽培方式有助于改善土壤物理性状，增加大豆根瘤个数，提高大豆产量。

关键词：白浆土；大豆；栽培方式；产量

中图分类号：S565.1 **文献标识码**：A **文章编号**：1000-9841(2011)03-0447-03

Effect of Different Cultivation Methods on Soil Physical Characteristics and Soybean Growth Index in Albic Soil Area

LU Shu-sen[1], ZHOU Bao-ku[2], MA Xing-zhu[2], WEI Dan[2], ZHAO Qing-guo[1], GAO Zhong-chao[2], CHEN Xue-li[2], YANG Jun[3]

(1. Agricultural Sideline Production Base of 65426, People's Liberation Army, Hegang 154107, Heilongjiang; 2. Key Laboratory of Soil Environment and Plant Nutrition of Heilongjiang Province, Institute of Soil Fertilizer and Environmental Resources, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, Heilongjiang; 3. Agricultural Sideline Production Base in Yushu County of Shenyang Military Area, Qiqihar 161031, Heilongjiang, China)

Abstract: We studied the effects of different cultivations on soil physical properties and soybean growing index in albic soil in the east of Heilongjiang province. We set four treatments, they were wide ridge(WR), small ridge(SR), plain sowing(PS) and normal ridge(NR). Results showed that effects of different cultivations on soil bulk density and soil rigidity were significantly, soil bulk density of PS increased larger than other treatments, soil rigidity increased with soil depth increasing. Meanwhile, each treatment had different effect on soybean growth index, its influence on number of root nodule was much bigger, BR was the most one, SR was the least. Effects of different cultivations on soybean yield were significantly, BR and NR were much higher. The cultivation of BR could improve soil physical properties and increase the number of root nodule and soybean yield.

Key words: Albic soil; Soybean; Cultivation; Yield

黑龙江省幅员面积45.48万 km^2，耕地面积1 135万 hm^2，是中国大豆生产面积最大的省份，从1978~2008年的近30年时间内，大豆总产和单产呈波浪式上升趋势，年平均总产400余万t，年平均单产近1 700 $kg \cdot hm^{-2}$[1-2]。黑龙江省大豆播种面积据全国首位，总产占全国的40%左右，商品率80%以上[3]。近年来，大豆栽培技术不断创新、提高，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[4]、保护性耕作栽培[5]等。不同栽培方式对土壤物理性质影响较大，土壤容重是反映土壤松紧程度的重要物理性质指标，直接影响土壤肥力状况和植物根系的发育。传统翻耕田间作业频繁，各种大、重型农机具使用频率越来越高，对土壤的压实也有可能导致土壤容重增加[6]。目前关于不同耕作方式对土壤容重等物理性质影响的研究较多，且多集中于免耕处理的影响[7-9]。

白浆土作为我国主要土壤类型，分布地域广泛，在黑龙江省东部的三江平原地区有分布。其成土条件复杂，表土层（A层）具有明显的有机质积累，厚度在15 cm上下，其下为淡色土层，即白浆层

收稿日期：2010-05-06

基金项目：国家科技支撑计划资助项目（2009BADB3B01-04）；中国农业科学院土壤质量重点开放实验室开放基金资助项目；农业部国家大豆产业技术体系（nycytx-004）资助项目。

第一作者简介：鹿树森（1961-），男，高级农艺师，主要从事农副业生产和后勤保障工作。E-mail：lushusenlin@sohu.com。

通讯作者：马星竹（1980-），女，博士，主要从事土壤与植物营养方面的研究。E-mail：maxingzhu@163.com。

á¾¿ 5 Ž + âå ãâ î ï ô 5 Q 6 < G ² q 9 ú < î ã q 6 [+ ãâãâ ê 2 ã q 0 k i ¯ e < = > v & ' q ~ é åm Ñ v œ Ê ê & ' 6 - † P ê ƒ k q Š ' O …d Â \ ú —] é C Ê { é o C ü ^ é — „ Ö × ý O Ô Å ¹ < _ / – ê F K Ž g Ç Ê ê • Â Ç Î ú ƒ ãä é Ý C $ – < ãå é ƒ / O … ãæ ý O Ô U ¹ • • 1 2 ê œ ‘ W ¦ d Ž g Ç Ê ê i ¤ q Ç Î 0 k ¯ Ø T ~ 6 i j å 1 2 v ç ® Š ' O …d Ž g Ç Ç Î 0 k ¯ † T & ' ~ é q = > å í Q Ž g Ç Ê ê & ' ~ 6 º Y k g h • å ë q - a ~ 6 • _ ê

ã, OP - QR

ã‰, T V Ô Õ

‘ WÂ äâãâ$ K ç u t , › * + ‹ m H ¢ w èçæèè› (, ê - 5 Ê € • åÇ Î Ï Ð Q Ž g Ç åK n / 0 Q Ã Ä å Wê Ç Î 5 • C { Q ó 3 O „ ãçä‰å ë ßäå 3 O « æä‰å ë ßãô 3 O € ãêæ‰â ë ßãô ÷ç‰éå¹ ^ † ž · Q äë‰öä ë ßãêœ 1 2 • – & ê d , ‘ W åá ê Ô Õ ä âââ åáæâ ^ äç âåÁ æ‰j k óµ Û E ñ áý å ñ ƒ éâ âô¶ Ø § áÿ âô· ñ ñ ¹ ö á ãñ ƒ æç âô¸ & ñ ¹ ö á ãñ ƒ ãåâ âê Y ‘ & ' g h Q ƒ i æêê è% æû § h åãã% ããû Ô t å E ~ 6 . 1 k ê

ã‰, › i 5 6 - QR

¾ý & ' ¡ ^ # ~ & ¯ Ø åÔ t …“ 6 ê ^ * & ' ö ¸ • € þ ä – • € þ Ý “ W åö ¸ q ¸ » é ž é • – º Õ “ · — åž Š ~ – Â ~ — å 3 ö ¸ \ € …– ¿ < —“ · Ê ½ Ê 5 € < åÇ Î —< • – Ö ó — åÇ Î X À – X À Â “ · ê

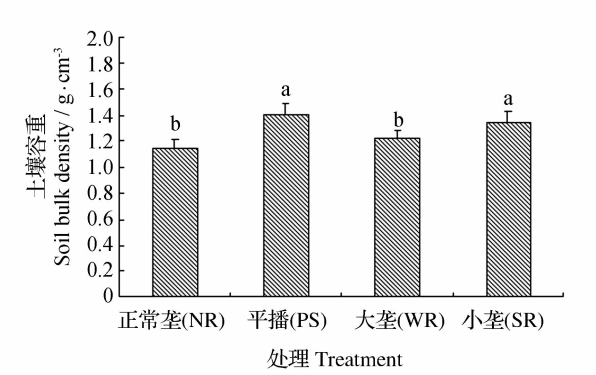
ã‰, â ã . /

^ – ô% äâåâT ÿ ãâ‰â€ • ~ • ƒ „ ê

ä, WX - . /

ä‰, \ ] Ü µ Q ª © + , « A | ¬ å * È É

K Ô t # d ç ® Š ' O …5 Ç Î —< T Ç Î X À € • “ W å ± ² Ñ í ãT z ãê ò í ãÄ G åç ® Š ' O …d Ç Î —< = > 9 & å9 Û E ñ • , å & ñ åñ ñ T Ø § Ç Î —< " # å& ñ T Û E ñ j k Ç Î —< 9 ñ åØ § j k 5 Ç Î —< " # ää‰Û ê ç ® Š ' O …d ï Ô Ç Î X À = > q 1 2 z › áz ãâå â † äâ Ç + * åâ æ G À q " # ¥ ‰j k Ç Î X À ¸ " & åäâ † æâ Ç Î X À) ¹ 8 ã ê ç ® Ç + G À * & ñ T Û E ñ Ç Î X À ã Â ^ mj k åâ † ãâ Ç + * ñ ñ T Ø § j k Ç Î X À ä } & ê



, , ç ® ñ ô £ ª z ´ j k . n y { á ÿ ì â‰âç³ Á ú Ø ê
, , ó ! $!! !& ! ! â‰âç
!& # ! ! ! à
, , ý ó ô ÿ ó $ ô ó ô ó$
à $ à

E ã, \ ] Ü µ Q ª + , « A áâ † äâ â
õ ‰ã, " !& " !
" ! # ! ! áâß äâ â

u ã, \ ] Ü µ Q ª + , ¬ å
ã, !& " !
" ! # ! ! áü ÿ â

j k ! !	Ç Î G À ! á		
	â ß ã â	ã â ß ä â	ä â ß å â	å â ß æ â
Û E ñ ý	â‰éé ñ	ã‰éâ ð	ã‰éã ð	ã‰éå ð
Ø § ÿ	ã‰èç ð	ã‰ëë ð	ä‰ââ ð	ä‰ãæ ð
ñ ñ	ã‰éä ò	ä‰åä ñ	ä‰çë ñ	ä‰êâ ð
& ñ	ã‰ãã ñ	ã‰éç ñ	ä‰éâ ð	ã‰ëã ð ñ

, , z * ç ® & ô £ ª z ´ • ® j k * ç ® Ç + . n y { á ÿ ì â‰âã³ Á ú Ø å ç ® ñ ô £ ª z ´ ® w Ç + ç ® j k . n y { á ÿ ì â‰âç³ Á ú Ø å š z ® ê
, , " $! $ & ! ! !! Š
!& ! ! â‰âã !& # ô # " $! " $
& ! $!! !& ! ! â‰âç !&
# å ! $ à

ä‰, \ ] Ü µ Q ª © ! " § p b „ * È É

Â ¡ ^ # áäâãâ$ é% äçû â‘ W & ' • • ~ & - ç å z ä ± ² Ä G åç ® Š ' O …d & ' ž Š ~ = > 9 & å * & ñ ž Š ‰ ~ ³ Á » Â ^ m å ‰j k å - · Q æë‰ê‰ åñ ñ Q äè‰ê ® ± åd Ê ½ T Ê 5 € < = > - 9 & åØ § j k Ê ½ € < T Ê 5 € < ¸ ã Â ^ mj k åñ ñ j k Ê ½ € < T Ê 5 € < ¸ 9 » åñ ñ j k ö ¸ € < } & áãâå‰æ âåØ § } ñ áéæ‰å âê ¥ j k * & ' • b • € þ ž · n y ç ³ Á åØ § T & ñ & ' • € þ ä 9 ñ åñ ñ } » ê

表 2　不同栽培方式大豆生育指标

Table 2　Growing index of soybean under different cultivation methods

处理 Treatment	叶绿素 Chlorophyl /spad	株高 Plant height /cm	根长 Root length /cm	根瘤数 Number of root nodule	地上干重 Dry weight upground /g	地下干重 Dry weight underground /g
平播 PS	44.43a	63.0a	19.8a	33.8b	58.0b	16.3b
正常垄 NR	45.12a	55.6b	20.6a	35.4b	59.0b	33.6a
小垄 SR	45.97a	56.8b	19.6a	26.8c	67.0a	36.4a
大垄 WR	44.24a	57.2b	19.2a	49.8a	68.0a	21.4b

2.3　不同栽培方式对大豆产量的影响

收获时期对大豆各产量指标进行测量。结果表明(表 3),不同处理间大豆株高差异较小,正常垄最高,平播处理株高最低,小垄和大垄次之;单个植株荚数比较,正常垄和大垄荚数较多,小垄最少;百粒重差别较小,小垄百粒重较高,大垄较低。与正常垄相比,平播和小垄密植使得大豆减产,减产幅度较大(平播 43.1%,小垄 13.2%),大垄密植增产 301.9 kg·hm^{-2}。产量高低顺序依次为大垄、正常垄、小垄、平播。

表 3　不同栽培方式大豆产量指标

Table 3　Yield index of soybean under different cultivation methods

处理 Treatment	株高 Plant height /cm	荚数 Number of pod	百粒重 100-seed weight /g	产量 Yield /kg·hm^{-2}	增产 Yield increas /kg·hm^{-2}
正常垄 NR	71.5a	24.4a	22.9a	1 785.7a	—
平播 PS	59.4b	20.0a	22.7a	1 017.1b	-768.6
小垄 SR	68.6a	14.8b	23.1a	1 550.4ab	-235.3
大垄 WR	63.3a	25.0a	21.6a	2 087.6a	301.9

3　结论与讨论

不同栽培方式对土壤容重和土壤硬度影响较大,其中平播处理土壤容重最大。当土壤孔隙大、土质疏松时,土壤的容重变小,平播处理不采用中耕处理,土质不松动,与其它垄作相比较其孔隙度较小[15],因而土壤容重较大。另外,表层土壤硬度较大,土质粘重,机械耕作后土壤保水保肥效果较差。相关研究表明大垄栽培模式能够改善土壤结构,增加土壤蓄水保水能力,在出苗期提高土壤水分含量,增加作物产量[16]。

研究结果中,大垄处理产量最高。大豆大垄窄行密植特点是变正常垄为大垄,即把正常垄(垄距 60~77 cm)的 3 垄变 2 垄或 2 垄变 1 垄,其垄距为 90~105 或 120~140 cm;此外,大垄在垄上实行多个窄行种植,通常种植 4~6 行,这样使得种植密度增加,比常规栽培密度增加 30% 左右。密度的增加是大垄栽培方式下大豆产量提高的关键因素,同时大垄处理对土壤性质的影响也有助于增加大豆产量[17]。平播处理大豆产量最低,主要原因是该试验地土壤透水性差,降雨后平播处理耕地表面淤积大量雨水,严重影响大豆生长,而垄作处理排水能力强于平作[15]。

不同耕作措施通过营造不同的土壤物理结构,影响土壤综合肥力,进而影响作物生长发育以达到增产增收的目的。在黑龙江省东部白浆土土壤粘重、耕层较薄地区种植大豆,应结合气候因素选择适应的栽培方式,大垄栽培可以改善土壤物理性状,增加地下部根瘤数量、提高大豆产量。

参考文献

[1] 黑龙江土地管理局. 黑龙江土壤[M]. 北京:中国农业出版社, 1992. (Heilongjiang Bureau of Land Management. Soils in Heilongjiang [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1992)

[2] 黑龙江省统计局. 黑龙江统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2009. (Heilongjiang Bureau of Statistics. Statistical year book [M]. Beijing: China Statistics Press, 2009)

[3] 刘忠堂. 黑龙江省大豆生产形势分析与建议[J]. 大豆科技, 2009(4):11-15. (Liu Z T. Analysis and advices of soybean production in Heilongjiang province[J]. Soybean Science & Technology, 2009(4):11-15.)

[4] 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. Studies of high yield cultivation technology of narrow ridge of soybean[J]. Soybean Science, 2002,21(2):117-122.)

[5] 张代平,杨朝辉,宋晓慧,等. 黑龙江垦区大豆综合高产栽培技术模式选择原则与技术要点[J]. 农业技术通讯, 2008(8): 147-149. (Zhang D P, Yang C H, Song X H, et al. Choose principle and key technologies of integrated high-yield cultivation practices in soybean of Heilongjiang reclamation [J]. Agricultural Technical Communication, 2008(8):147-149.)

[6] 刘波,吴礼树,鲁剑巍,等. 不同耕作方式对土壤理化性质影响研究进展[J]. 耕作与栽培, 2010(2):55-58. (Liu B, Wu L S, Lu J W, et al. Study progress of different tillage on soil physical and chemical properties[J]. Tillage and Cultivation, 2010 (2):55-58.)

[7] 刘武仁,郑金玉,罗洋,等. 玉米留高茬少、免耕对土壤环境的影响[J]. 玉米科学, 2008,16(4):123-126. (Liu W R, Zheng J Y, Luo Y, et al. Effects of less-tillage and no-tillage of maize with high stubble on soil environment[J]. Journal of Maize Sciences, 2008,16(4):123-126.)

[8] 雷金银,吴发启,王健,等. 保护性耕作对土壤物理特性及玉米产量的影响[J]. 农业工程学报, 2008,24(10):40-45. (Lei J Y, Wu F Q, Wang J, et al. Effect of conservation tillage on soil physical properties and corn yield[J]. Transactions of the CSAE, 2008,24(10):40-45.)

(下转第 454 页)

广谱抗病资源鉴定能为培育抗多个生理小种的水平抗性大豆品种提供依据和抗源材料,也为持续的指导抗灰斑病育种提供理论基础。

参考文献

[1] 马淑梅,丁俊杰,郑天琪. 黑龙江省大豆新品系抗灰斑病鉴定[J]. 大豆科学,2002,21(4):295-297. (Ma S M, Ding J J, Zheng T Q. General review in appraisal result of resistant of new strains to *Cercospora sojina* Hara of soybean in Heilongjiang province[J]. Soybean Science, 2002, 21(4):295-297.)

[2] 马淑梅,李宝英. 绥化地区大豆灰斑病菌生理小种消长变化研究[J]. 大豆科学,1994,13(4):281-285. (Ma S M, Li B Y. Preliminary report on biological reces growth and decline of grey-speck disease germ of soybean in Suihua area[J]. Soybean Science, 1994,13(4):281-285.)

[3] 张丽娟, 杨庆凯. 大豆抗灰斑病菌多个生理小种资源的筛选[J]. 大豆科学,1997,16(1): 38-41. (Zhang L J, Yang Q K. Screening of soybean varieties resistant to multiple physiological races of *Cercospora sojina* Hara[J]. Soybean Science, 1997,16(1):38-41.)

[4] 黄桂潮,霍虹,张再兴,等. 大豆灰斑病菌生理小种鉴定结果初报[J]. 大豆科学,1984,3(3):231-235. (Huang G C, Huo H, Zhang Z X, et al. Primary report on the identification for physiological races of *Cercospora sojina* Hara[J]. Soybean Science, 1984,3(3):231-235.)

[5] 马淑梅,李宝英. 东北春大豆灰斑病菌生理小种鉴定结果初报[J]. 植物病理学报,1997,7(2):181. (Ma S M, Li B Y. Primary report on the identification for physiological races of *Cercospora sojian* Hara in northeast China[J]. Plant Pathology, 1997,7(2):181.)

[6] 马淑梅,李宝英. 大豆灰斑病发生规律与防治技术研究[J]. 植物保护学报,1997,24(3):244-248. (Ma S M, Li B Y. Study on regularity of outbreak and control in grey speck disease of soybean[J]. Acta Phytophylacica Sinica, 1997,24(3):244-248.)

[7] 曹越平,李海英,刘学敏,等. 大豆灰斑病菌(*Cercospora sojina* Hara)及其对寄主作用的研究[J]. 植物病理学报,2003,33(2):116-120. (Cao Y P, Li H Y, Liu X M, et al. Study on *Cercospora Sojina* Hara and its action to soybean[J]. Acta Phytopathologica Sinica, 2003,33(2):116-120.)

[8] 张俊华,刘洋大川,韩英鹏,等. 黑龙江省大豆灰斑病菌生理小种鉴定[J]. 中国油料作物学报,2009,31(4):537-539. (Zhang J H, Liu Y D C, Han Y P, et al. Physiologic race identification of *Cercospora sojina* in Heilongjiang province[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2009,31(4):537-539.)

[9] 刘洋大川,潘春清,孙洪利,等. 2008~2009 年黑龙江省大豆灰斑病菌生理小种的监测[J]. 东北农业大学学报,2010,41(11):10-16. (Liu Y D C, Pan C Q, Sun H L, et al. Physiological race monitoring of *Cercospora sojina* in Heilongjiang province from 2008 to 2009[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2010,41(11):10-16.)

[10] 顾新,丁俊杰,杨晓贺,等. 2008~2009 年黑龙江省大豆灰斑病生理小种的监测[J]. 大豆科学, 2010,29(3):540-542. (Gu X, Ding J J, Yang X H, et al. Monitoring of physiological Race of *Cercospora sojina* in Heilongjiang province between 2008 and 2009[J]. Soybean Science, 2010,29(3):540-542.)

(上接第 449 页)

[9] 张志国,徐琪,Blevins R L. 长期秸秆覆盖免耕对土壤某些理化性质及玉米产量的影响[J]. 土壤学报,1998,35(4):384-391. (Zhang Z G, Xu Q, Blevins R L. Influences of long-term straw mulching and no-tillage on some soil physical and chemical properties and corn yield[J]. Acta Pedologica Sinica, 1998,35(4):384-391.)

[10] 律兆松,徐琪. 中国白浆土元素淋溶特点[J]. 土壤通报,1999,30(5):203-205. (Lv Z S, Xu Q. Leaching characteristics of elements in planozol in China[J]. Chinese Journal of Soil Science, 1999,30(5):203-205.)

[11] 张俊民. 我国白浆土分类研究的进展[J]. 土壤学进展,1995,23(4):19-24. (Zhang J M. Progress of albic classify in China[J]. Soil Sciences Progress,1995,23(4):19-24.)

[12] 阎百兴,栾兆擎. 三江平原草甸白浆土土壤水分定标问题的探讨[J]. 土壤通报, 2005,36(3):440-442. (Yan B X, Luan Z Q. Approach on the soil water scale equation of meadow lessive in sanjiang plain[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2005,36(3):440-442.)

[13] 田秀平,李玉梅. 白浆土化肥利用率及其增产作用的研究[J]. 现代化农业, 2003,2:19-20. (Tian X P, Li Y M. Researches on utilization ratio of fertilizer in lessive and yield-increasing effect[J]. Modernizing Agriculture, 2003,2:19-20.)

[14] 朱宝国,于忠和,孟庆英,等. 四段式根茬心土混合犁改土技术对白浆土物理性状及大豆产量的影响[J]. 黑龙江农业科学,2010(8):60-61. (Zhu B G, Yu Z H, Meng Q Y, et al. Effects of a four-stage stubs subsoil mixing plough improving technique on planosol physical characters and the soybean yield [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2010(8):60-61.)

[15] 刘正茂,孟凡光,袁宏,等. 大豆平播密植的水土保持作用[J]. 中国水土保持, 2001(9):26-27. (Liu Z M, Meng F G, Yuan H, et al. Management model of the loess plateau soil and water conservation world bank loaned project[J]. Soil and Water Conservation in China, 2001(9):26-27.)

[16] 王庆杰,李洪文,何进,等. 大垄宽窄行免耕种植对土壤水分和玉米产量的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(8): 39-43. (Wang Q J, Li H W, He J, et al. Effects of wide-ridge and narrow-row no-till cultivation on soil water and maize yield[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(8): 39-43.)