

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2006)03-0135-05

大垄栽培条件下的土壤环境与马铃薯产量

韩秀峰, 梁春波, 石 瑛, 宿飞飞, 陈伊里*

(东北农业大学农学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要: 试验进行了大垄与小垄两种栽培模式下的一些土壤环境因子及马铃薯产量的差异研究, 结果表明: 大垄栽培改善了结薯区及根区的土壤生态环境, 使该区的土壤容重和出苗后 10~25 cm 耕层土壤温度显著降低; 使 20~30 cm 土壤含水量显著地增加; 促进了养分释放; 大垄栽培相对于小垄使马铃薯总产量和商品薯产量明显增加, 且均达到极显著水平。大垄栽培使总产增加 24.31%, 商品薯产量增加得更大, 达到 61.74%。大垄栽培是在黑龙江省大范围推广的栽培方式。

关键词: 马铃薯; 大垄; 小垄; 土壤生态环境; 产量

马铃薯块茎在地下的生长发育状况及产量水平直接受土壤环境的影响。长期以来, 美国、加拿大等国的马铃薯生产大多采用大垄栽培(垄距 > 85 cm) 方式, 单产约 40 t·hm⁻²; 国内的中原二作区和南方冬作区采用畦田栽培(垄距 85~120 cm) 方式, 单产在 30 t·hm⁻² 左右^[1]。作为我国马铃薯主产区之一的黑龙江省, 马铃薯的种植面积约占全国的 10%, 但单产水平却不高, 生产上普遍采用与其它粮食作物相同的小垄(垄距 65~70 cm) 来栽培马铃薯, 这种传统的小垄栽培方式具有耕翻浅、垄体狭窄等特点, 加上黑龙江省春季气候干旱, 生育期间降雨不均匀, 成为限制马铃薯产量潜力发挥的重要原因之一。本试验通过进行大垄(85 cm) 和小垄(65 cm) 两种栽培方式下土壤环境因子、马铃薯生长状况和产量情况的比较研究, 试图揭示大垄栽培方式下土壤环境的变化, 为黑龙江省推广大垄栽培模式提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试马铃薯为炸条专用品种(麻皮布尔班克)。

收稿日期: 2006-04-10

基金项目: 黑龙江省科技攻关项目 GB01B102-07-01)

作者简介: 韩秀峰(1978-), 男, 硕士研究生, 主要从事马铃薯育种及栽培技术的研究。

* 通讯作者: E-mail: potato@mail.neau.edu.cn

1.2 试验设计

试验于 2004 年在黑龙江省双城市中兴村进行, 土质为黑钙土, 前茬为玉米。

试验设栽培方式处理 2 个: 大垄栽培区, 株行距为 23 cm × 85 cm; 小垄栽培区, 株行距为 30 cm × 65 cm。两种栽培方式下种植密度均保证达到 51200 株·hm⁻²。每个处理设 3 次重复、10 行区, 行长 10 m。

在 2003 年秋季前茬作物收获后, 约 11 月上旬进行秋翻整地, 大垄栽培区耕深为 35 cm, 小垄栽培区耕深为 20 cm。春季起垄, 大垄台高 20 cm, 底宽 85 cm, 台面宽 30 cm; 小垄台高 15 cm, 底宽 65 cm, 台面宽 16 cm。5 月 2 日播种, 种肥量为 N 100 kg·hm⁻²、P 80 kg·hm⁻²、K 160 kg·hm⁻²。在块茎形成期进行中耕, 生育期间不进行灌溉, 以自然降水为主。9 月 23 日收获。

1.3 主要调查项目

田间调查出苗时间、出苗率、出苗 10 d 的茎粗、出苗 20 d 的根长、根容量、根数。

1.3.1 土壤容重

采用环刀法。于试验田间取不同栽培区不同层次(10, 20, 30 cm) 的土壤测定土壤容重。在播后苗前和收获后进行取样, 取样部位为垄台中^[2]。

1.3.2 土壤含水量

采用烘干称重法。从播种后的 5 月上旬至 9 月上旬, 于每旬的最后一天进行测定。用取土钻钻取

不同栽培区的土壤样品, 取样层次分 0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm, 共 4 个层次, 取样部位为垄台中。

1.3.3 土壤温度

采用分层 (5, 10, 15, 20, 25 cm) 地温测定法。取样部位为垄台中。从播种后的 5 月上旬至 9 月上旬, 于每旬的最后一天进行测定, 每天分早、中、晚 3 次 (6:00、14:00、19:00) 测定, 取平均值作为当天的土壤温度。

1.3.4 叶面积

在盛花期采用打孔烘干称重法^[3], 测定两种处理的叶面积。

1.3.5 土壤养分

全氮含量采用凯氏定氮法, 速效氮含量采用碱解扩散法, 全磷含量采用酸溶钼锑抗比色法, 速效磷含量采用 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaHCO}_3$ 浸提钼锑抗比色法, 缓效钾含量采用 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ HNO}_3$ 煮沸浸提火焰光度法, 速效钾含量采用 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NH}_4\text{OAc}$ 浸提火焰光度法, 有机质含量采用电热板加热 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 容量法。在前茬作物秋季收获后测土壤的基础肥力, 在马铃薯收获后测定有机质及速效养分的含量。取 15 cm 以下土样混合风干后测定。

1.3.6 干物重

采用烘干前后称重法。在成熟期, 于不同栽培区取马铃薯植株 6 株, 其中按长势的好中差各取 2 株。在 100 °C 下烘 30 min 杀青, 然后在 70 °C 下烘 14 h, 使植株烘干达恒重为止。

1.3.7 产量测定

收获时每小区取 6 m 行长中的 15 株, 测定总产量、符合炸条标准的商品薯 (块茎长度 > 8 cm, 不包括青皮、畸形、龟裂) 产量、大中薯 > 50 g 产量, 取平均值, 折算出公顷产量。

2 结果与分析

2.1 大垄栽培对土壤耕层结构的影响

马铃薯块茎发育要求疏松的土质。土壤容重是反映土壤肥力与疏松程度的重要指标之一。从表 1 可以看出, 大垄栽培区与小垄栽培区相比, 播后苗前 10~30 cm 耕层的土壤容重分别小 $0.03 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 、 $0.11 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 、 $0.11 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 收获后各层的土壤容重分别小 $0.10 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 、 $0.14 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 、 $0.08 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。两种栽培区的土壤在种植一茬马铃薯后, 各耕层的容

重都有所增加; 但小垄栽培区各耕层土壤容重增加的程度均明显高于大垄栽培区, 可见大垄栽培区的土壤相对疏松, 利于块茎膨大提高产量。

表 1 土壤容重的比较

耕层深度 (cm)	播后苗前 ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)		收获后 ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	
	大垄	小垄	大垄	小垄
10	0.91	0.94	1.10	1.20
20	0.95	1.06	1.12	1.26
30	1.14	1.25	1.26	1.34

2.2 大垄栽培对土壤水分的影响

马铃薯在整个生育期间需要大量的水分。本试验进行了大小垄土壤含水量动态变化的测定 (图 1)。土壤含水量在整个生育期间的变化趋势表现为: 春季播种后一段时间的土壤含水量较低, 中期的土壤含水量表现为随降雨量的多少时高时低。10 cm 以下耕层同时期测得的土壤含水量均表现为大垄栽培区 > 小垄栽培区。大垄栽培区 10, 20, 30, 40 cm 的土壤含水量比小垄栽培区分别增加 7.34%、18.98%、8.63%、5.64%。

两种栽培方式下土壤含水量的方差分析结果显示 (表 2), 20 cm 耕层土壤含水量的差异达极显著水平, 30 cm 耕层土壤含水量的差异达显著水平。表明在春季干旱或灌溉设施不完备的地区, 大垄栽培方式更利于接纳降水和防止水分蒸发, 从而有效地提高了土壤含水量; 土壤含水量表现为随耕层深度的增加而逐渐增加。

表 2 不同处理土壤含水量的纵向变化及方差分析 (%)

处理	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm
大垄	16.38	20.37	21.64	22.46
小垄	15.26	17.12	19.92	21.26
F 值	2.35	18.22 [*]	6.23 [*]	3.42

注: 表中数据为全生育期测定结果的平均值 ($F_{0.05}=4.24$, $F_{0.01}=7.77$)。

2.3 大垄栽培对土壤温度的影响

马铃薯喜低温且对温度敏感^[3]。在马铃薯生长发育的不同时期, 各耕层的土壤温度均表现为大垄栽培区低于小垄栽培区。两种栽培方式下土壤温度的变化趋势均表现为前期较低, 中期最高, 后期又逐渐下降, 与气温变化规律相同。同时期测得两种

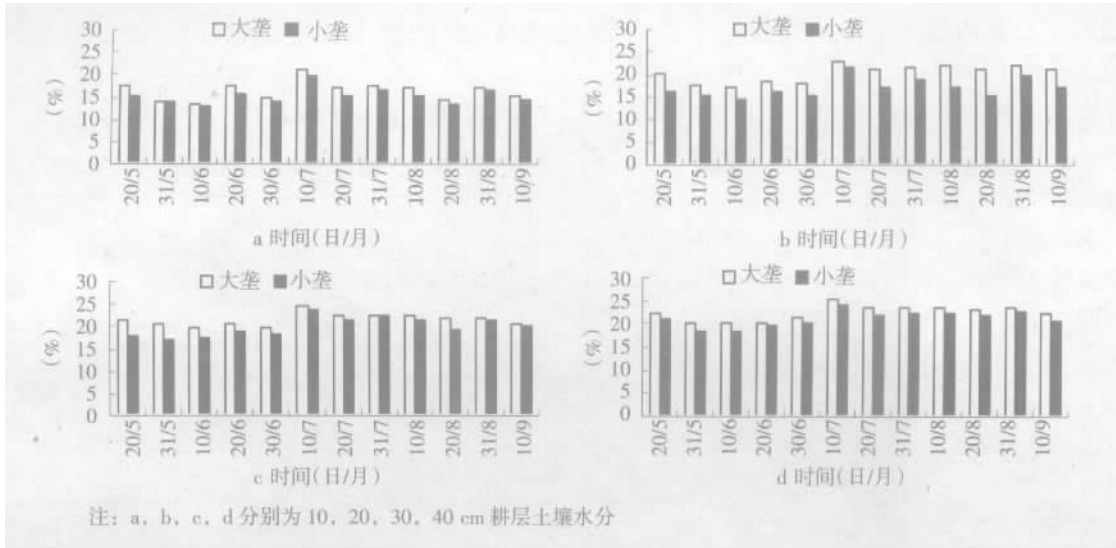


图1 不同耕层土壤水分的比较

栽培方式下各耕层的土壤温度也均表现出共同的趋势, 即大垄栽培区 < 小垄栽培区。苗期过后的整个生育期, 即从6月20日至9月10日, 5, 10, 15,

20, 25 cm 耕层土壤温度表现为大垄栽培区比小垄栽培区分别降低 4.65%、10.28%、13.28%、12.49%和 9.25% (图 2)。

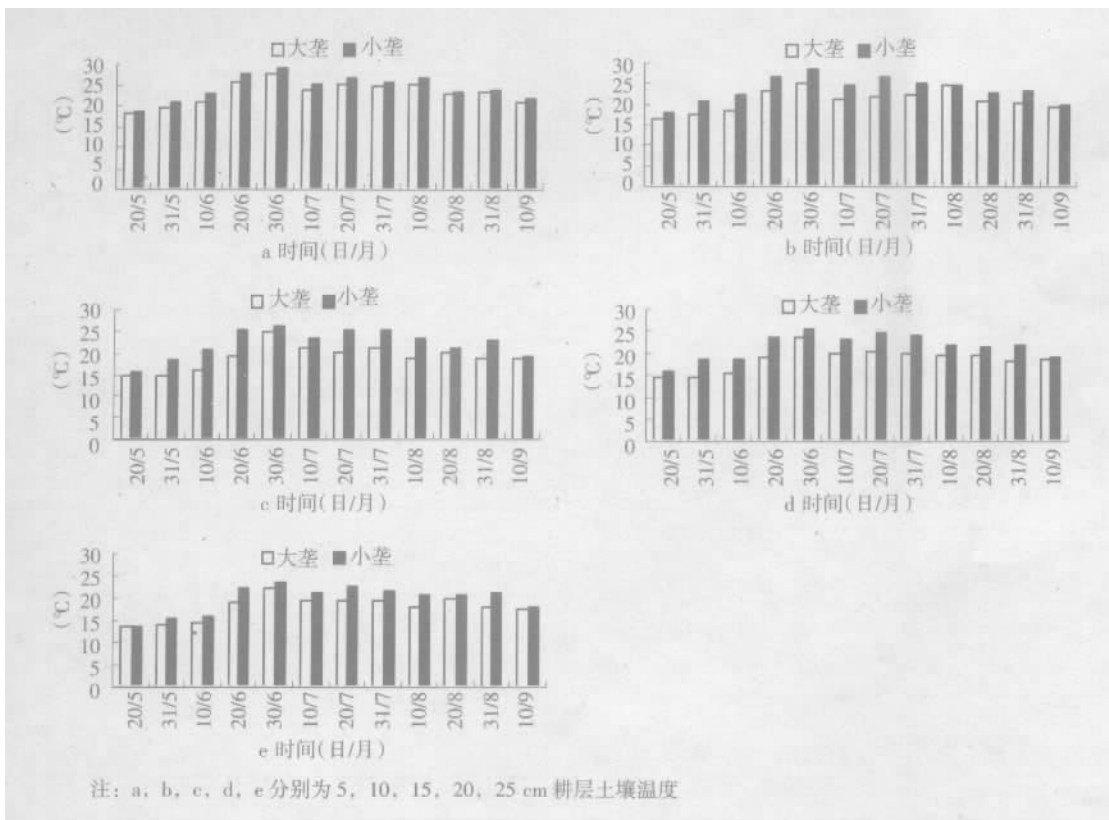


图2 不同耕层土壤温度的比较

方差分析结果显示 (表 3), 10 cm 耕层处的土壤温度表现出两种栽培方式间的显著差异, 15, 20, 25 cm 耕层处的土壤温度表现出两种栽培

方式间均达到了差异极显著水平, 大垄栽培方式降低地温效果显著。大垄与小垄不同耕层深度的土壤温度, 随耕层深度的加深土壤温度均呈下降状态。

2.4 大垄栽培对土壤养分的影响

马铃薯的整个生育期中需从土壤中吸收大量的氮、磷、钾营养元素, 速效的氮、磷和钾是能够直接吸收利用的主要形式, 而土壤中的有机质只有在一定的土壤环境下才能转化为植物可以直接利用的养分。试验地的基础肥力状况列于表 4。大垄栽培区与小垄栽培区土壤中的速效养分与有机质含量在一年后均下降, 但大垄栽培区速效氮、速效磷和速效钾的下降程度小于小垄栽培区, 有机质下降的程度大于小垄栽培区(表 5)。这说明由于大垄深翻使

土壤透气性好、湿度大, 利于好气性微生物的活动, 促进了土壤中有机质的矿化而向植物可吸收利用的速效养分形式转化^[4]。

表 3 不同处理土壤日均温度的纵向变化及方差分析

处理	5 cm)	10 cm)	15 cm)	20 cm)	25 cm)
大垄	24.39	22.16	20.50	19.90	19.43
小垄	25.58	24.70	23.64	22.74	21.46
F 值	1.45	5.53	10.66	11.44	8.96

注: 表中数据为苗期后的生育期中各旬土壤温度测定结果的平均值($F_{0.05}=4.45$, $F_{0.01}=8.41$)。

表 4 土壤基础肥力

项目	有机质 (%)	pH 值	缓效 K (%)	全 N (%)	全 P (%)	速效 K (mg·kg ⁻¹)	速效 N (mg·kg ⁻¹)	速效 P (mg·kg ⁻¹)
肥力	3.26	6.82	1428.42	0.18	0.072	483.20	182.30	38.64

表 5 不同耕作方式土壤中速效养分含量的动态变化

处理	变化	速效 K (mg·kg ⁻¹)	速效 N (mg·kg ⁻¹)	速效 P (mg·kg ⁻¹)	有机质 (%)
大垄	收获后	362.8	98.52	35.80	3.04
	一年后	-120.4	-83.78	-2.84	-0.22
小垄	收获后	312.3	89.61	30.18	3.09
	一年后	-170.9	-92.69	-8.46	-0.17

2.5 土壤中环境因子改变对苗期性状的影响

大垄栽培区植株出苗时间稍晚于小垄栽培区, 但从茎粗和植株干物重等指标来看, 大垄形成了壮苗, 提高了保苗率, 为获得高产提供了物质保证。同时, 大垄栽培还促进了苗期根系的生长, 根长、根容量和根数均有一定程度的增加(表 6)。

表 6 苗期性状

处理	出苗所需天数 d)	保苗率 (%)	单株干物质 g)	茎粗 (mm)	根长 (cm)	根容量 (mL)	根数 (条)
大垄	28	98.1	8.76	8.72	26.33	14.0	19.5
小垄	25	95.3	5.32	7.83	20.53	10.2	17.2

2.6 土壤中环境因子改变对产量有关性状的影响

大垄栽培使植株生长旺盛, 使植株干物重有所增加, 且提高了干物质在块茎中的分配率, 有利于提高产量(表 7)。

大垄栽培使单株结薯数增加, 大中薯率增加, 平均薯块重增加, 提高了炸条合格的商品薯产量(表 8)。

与小垄栽培区相比, 大垄栽培区的总产量增加

了 24.31%, 商品薯产量增加更大, 达 61.74%。两种栽培方式下马铃薯总产量和商品薯产量的差异均达极显著水平(表 9)。

表 7 产量农艺性状

处理	株高 (m)	茎粗 (cm)	最大叶面积指数	主茎数	单株干物重 g)	块茎与地上干物重之比
大垄	1.62	2.41	4.63	2.77	264.15	2.38
小垄	1.21	2.12	4.20	2.35	195.62	2.14

表 8 不同处理的产量性状

处理	单株产量 g)	单株结薯数	单株大薯数	平均薯块重 g)	大中薯率 (%)	商品薯产量 g)	商品薯率 (%)
大垄	619.74	6.84	2.78	90.61	93.80	571.64	92.24
小垄	497.25	6.20	1.98	80.20	85.28	352.17	70.82

表 9 产量方差分析

处理	总产量 (t·hm ⁻²)	显著水平		商品薯产量 (t·hm ⁻²)	显著水平	
		0.05	0.01		0.05	0.01
大垄	31.7	a	A	29.24	a	A
小垄	25.5	b	B	18.06	b	B

3 讨论

土壤容重直接反映了土壤的松紧程度和孔隙状况, 土壤容重值在 1.0~1.2 g·cm⁻³ 之间较为适宜, 数值越小表明土壤越疏松, 超过 1.45 g·cm⁻³ 就可

能影响作物根系的正常生长。不同作物对土壤容重的要求有所不同, 马铃薯块茎形成于土壤中, 块茎发育要求疏松的土质。大垄栽培方式下降低了结薯区的土壤容重, 有利于块茎在土壤中的膨大。

马铃薯块茎的含水量高达 70% 以上, 植株生长发育期间也需要大量的水分, 在马铃薯块茎形成期应维持田间最大持水量的 70%~80%; 块茎膨大期应使土壤始终保持田间最大持水量的 80%~85%。块茎形成期到膨大期, 充足的水分可加速叶面积扩展的进程, 提前达到最适叶面积, 促进早熟。大垄栽培提高了根区的土壤含水量, 为提高产量创造了良好的条件。

苗前和幼苗期土壤温度高有利于发根和植株生长, 块茎形成期则以土温 16~18 对块茎的形成和增长最为有利, 当土温超过 25 时块茎几乎停止生长, 土温达到 29 以上时茎叶生长也严重受阻, 光合强度降低、叶片皱缩、甚至灼烧死亡, 造成大幅度减产。播后苗前大垄栽培方式下的土壤温度低于小垄栽培方式, 对提早出苗将造成一定的影响。而在块茎形成期以后大垄土壤结薯区 (15~25 cm) 较低的土壤温度, 有利于营养向块茎转移, 为块茎提早形成、促进块茎的膨大创造了有利条件。

马铃薯是高产作物, 因而对肥料要求较高, 吸收最多的矿质养分为 N, P, K。疏松的土壤质地、较高的土壤温度和土壤湿度利于微生物的活动, 从而促进土壤中有机质的分解并释放速效养

分。试验结果表明, 大垄栽培促进了土壤环境中养分的释放。

大垄栽培形成了良好的土壤生态环境, 提高了马铃薯的产量。对于一贯采用小垄栽培种植马铃薯的地区来说, 通过改变栽培方式来提高马铃薯的产量具有重要的现实意义。尤其是随着大量的国外食品加工型品种在中国的广泛种植, 加工产品对原料薯的特殊需求, 都迫切需要马铃薯种植者改变原有的传统栽培模式, 针对品种的特殊要求采用大垄栽培方式。产量的提高可以给种植者带来效益, 同时也能为加工企业提供更充足且高质量的原料薯。大垄栽培方式的广泛应用, 必将给作为马铃薯主产区之一的黑龙江省的马铃薯生产带来一场深刻又卓有成效的变革, 大幅度地提高马铃薯的产量和加工品质。

[参 考 文 献]

- [1] 屈冬玉, 谢开石, 金黎平, 等. 中国马铃薯产业入世后面临的挑战与应对策略 [M]// 陈伊里. 高新技术与马铃薯产业. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2002: 173-184.
- [2] 陈震, 吴俊兰. 土壤肥料理化性质简易测定法 [M]. 北京: 农业出版社, 1981: 25-27.
- [3] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995, 74: 309.
- [4] 孟英. 三江平原低湿地大豆“高垄平台”增产机理初探 [D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2000: 24-29.

Effects of Big Ridge on Soil Environments and Potato Yield

Han Xiufeng, Liang Chunbo, Shi Ying, Su Feifei, Chen Yili

(Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China)

Abstract: Differences in soil environments and tuber yield under two cultivation systems, big ridge and small ridge, were investigated. When potatoes were cultivated under big ridge system, the soil ecological environments in the zone of tuber formation were improved. The bulk density of soil and temperature of soil at the depth of 10-25 cm after emergence were decreased, while soil moisture content at 20-30 cm increased. Big ridge was in favor of release of nutrients. Total and marketable tuber yields were highly significantly higher under big ridge than small ridge condition. Compared with small ridge, big ridge increased total yield and marketable yield by 24.31% and 61.74%, respectively. These data suggest that big ridge cultivation system could be adopted for potato production in Heilongjiang province.

Key Words: potato; big ridge; small ridge; soil ecological environment; yield