

中图分类号: S532; S318 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2010)03-0140-05

栽培生理

云南省宣威市马铃薯高垄栽培技术的优化

颀炜清¹, 展康², 郭华春^{1*}

(1. 云南农业大学薯类作物研究所, 云南 昆明 650201; 2. 云南省宣威市农业技术推广中心, 云南 宣威 655400)

摘要: 通过正交设计试验, 研究了云南省马铃薯主栽品种不同垄作模式、不同种植密度的配比组合下马铃薯主要生育性状、经济性状及产量效应。试验结果表明, 不同处理组合下对于马铃薯产量影响最大的因素是品种, 适宜宣威地区马铃薯生产的最佳栽培模式为大垄双行覆膜栽培, 该模式下的马铃薯产量高, 品质好。筛选出的最佳组合模式为云薯201, 大垄双行覆膜, 种植密度为 $60\,000\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

关键词: 马铃薯; 垄作; 栽培技术; 产量

Optimization of Large Ridge Cultivation in Xuanwei City of Yunnan Province

XIE Weiqing¹, ZHAN Kang², GUO Huachun¹

(1. Root & Tuber Crops Research Institute, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201, China;

2. Xuanwei Agricultural Technology Promotion Extension Center of Xuanwei City, Xuanwei, Yunnan 655400, China)

Abstract: By the orthogonal design, main growth characteristics, economic traits and yield of different ridge patterns and different densities of Yunnan potato cultivars were studied. The results showed that the variety had the most important impact on potato yield; large ridge planted in two rows with plastic film mulching was the best cultivation mode for Xuanwei city. Under this mode, the yield of potato was high and the quality was good. The variety Yunshu 201 planted at the planting density of $60\,000\cdot\text{ha}^{-1}$ in large ridge with plastic film mulching produced the best results.

Key Words: potato; ridge culture; cultivation technique; yield

马铃薯是茄科茄属多年生草本块茎植物, 是重要的粮食、饲料和蔬菜作物, 也是重要的山区特色作物。近年来, 由于云南独特的气候条件, 山地农业适宜马铃薯生产, 其投入低、效率高, 形成了大春、小春、冬作、早春作和秋作四季种植、周年收获的栽培制度, 使云南省马铃薯生产得到迅速发展。按照云南农业发展规划, 将把马铃薯发展为一较大产业, 计划到2010年发展到53.33万 hm^2 , 总产达到1500万吨^[1]。

宣威市是云南省马铃薯主产区, 2007年马铃薯种植面积约5.6万 hm^2 , 总产量114.5万t^[2]。近年来随着脱毒马铃薯推广, 良种选育、科学施肥、综合

防治病虫害等技术的应用, 马铃薯产量有了较大提高, 但与其它马铃薯高产地区相比, 产量水平还相对偏低。要进一步使该市马铃薯获得高产, 马铃薯配套技术集成应用非常关键。此次试验探讨不同因素对马铃薯生育性状及产量的影响, 旨在探寻云南省宣威市马铃薯主栽品种获得高产的配套栽培技术模式, 为生产上推广应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为云薯201、云薯301、宣薯2号、合作88, 种薯由宣威市农业技术推广中心提供。

收稿日期: 2010-04-21

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项(nycytx-15); 云南省科技攻关项目(2009BB010)。

作者简介: 颀炜清(1981-), 男, 硕士研究生, 主要从事马铃薯栽培生理研究。

*通信作者: 郭华春, 教授, 主要从事马铃薯栽培生理研究, E-mail: ynhc@126.com。

1.2 试验地概况

试验地选择在云南省宣威市板桥镇进行，该地属于宣威市农技中心科技示范园区核心样板点，位于东经 103°35′~104°40′，北纬 25°56′~26°44′，属高原季风气候；年降雨量 980 mm，平均气温 13.3℃，日照时数 2 068 h，无霜期 216 d，海拔 1 950 m 以上^[3]。土壤肥力中上，偏酸性红壤，土质疏松、平坦、向阳，整地精细。

1.3 试验设计

试验采用正交设计 $L_{16}(4^3)$ ，利用正交表^[4]确定试验方案(表1)，每个因素设有 4 个水平。试验设 16 个处理，共 16 个小区，每个小区面积为 13.44 m² (4.8 m × 2.8 m)，种植规格为 70 cm × 30 cm，净试验总面积 215 m²。

1.4 播种方法

2008 年春季将前茬作物收获后的试验地进行耕翻平整并清理，划好试验小区后起垄，垄高 35 cm。于 3 月 23 日播种，云薯 201、云薯 301、宣薯 2 号、合作 88 均选用小整薯，每粒种薯 60 g 左右。在播种垄的中间开深 20 cm 的沟，将底肥施入沟内，底肥每 667 m² 施农家肥 1 500 kg，马铃薯专用肥 50 kg，然后将种薯按设定的株距依次摆放于沟内，最后覆土起垄。覆膜的垄面整细填平，盖膜时紧贴垄面并铺平压实。在马铃薯苗顶膜时及时将苗上面的膜破开，薯块膨大期间除草 1 次，每窝按自然出苗数任其自由生长发育开花结果，生育期进行田间观察记录，于 8 月 24 日收获并取单株进行考种。

表 1 试验因素与水平

Table 1 Experiments factors and level

因素 Factors	栽培方式 Cultivation methods	品种 Varieties	播种密度(株·hm ⁻²) Planting densities
水平 Level	A	B	C
1	A ₁ (单垄)	B ₁ (云薯 201)	C ₁ (48000)
2	A ₂ (大垄双行)	B ₂ (云薯 301)	C ₂ (54000)
3	A ₃ (单垄覆膜)	B ₃ (宣薯 2 号)	C ₃ (60000)
4	A ₄ (大垄双行覆膜)	B ₄ (合作 88)	C ₄ (66000)

2 结果与分析

2.1 不同处理组合对马铃薯生育期的影响

不同处理组合下研究表明，马铃薯品种在不同的栽培方式和播种密度的交互作用下，出苗期、现蕾期、成熟期间存在一定的差异(表 2)。4 个品种在 A₄ 栽培方式下出苗期比 A₁ 栽培提早出苗 10~12 d，云薯 301 和宣薯 2 号在 A₄ 栽培方式下现蕾期比 A₁ 栽培提早 9 d，云薯 201 和合作 88 差异不明显，成熟期差异也不明显。4 个品种在覆地膜情况下出苗至现蕾、出苗至成熟经历的天数比不覆地膜晚 7 d 左右，而现蕾至成熟期所经历的天数不明显。

2.2 不同品种和栽培方式对马铃薯生育期的影响

不同品种和栽培方式对马铃薯生育性状影响的分析结果表明(表 3)，不同品种的株高表现出差异，合作 88 的株高极显著高于其它品种，云薯 301 的株高显著高于云薯 201 或宣薯 2 号。不同品种的主茎

存在差异，云薯 201 的主茎数显著多于合作 88，云薯 301 和宣薯 2 号的主茎数无显著差异。不同品种间播种至出苗经过的天数有差异，其中宣薯 2 号与其他 3 个品种间差异显著。不同品种间成熟天数存在差异，合作 88 或云薯 301 与宣薯 2 号和云薯 201 间差异极显著，宣薯 2 号与云薯 201 间差异不显著。不同栽培方式间出苗天数有一定差异，其中单垄栽培与单垄覆膜或双垄覆膜栽培出苗天数差异显著。

2.3 马铃薯品种商品性状

由表 4 可看出，不同马铃薯品种间，马铃薯单株薯重、商品率存在差异。宣薯 2 号和云薯 201 的单株薯重与云薯 301 或合作 88 有显著差异，宣薯 2 号和云薯 201 间差异不显著，云薯 301 和合作 88 间差异不显著。宣薯 2 号大中薯率显著高于合作 88，而云薯 201、云薯 301 和合作 88 间大中薯率无显著差异。

2.4 不同处理对马铃薯经济性状的影响

由表 5 马铃薯主要经济性状可看出，不同处理组合下的小区产量、平均单株薯重、大薯、中薯、

表 2 不同处理对马铃薯生育期的影响 (d)
Table 2 Effects of different treatments on potato growth and development

处理 Treatment	播种至出苗期 Days from planting to emergence	播种至现蕾期 Days from planting to flower bud formation	播种至成熟期 Days from planting to maturity	出苗至现蕾期 Days from emergence to flower bud formation	出苗至成熟期 Days from emergence to maturity	现蕾至成熟期 Days from flower bud formation to maturity
A ₁ B ₁ C ₁	54	80	125	27	72	47
A ₁ B ₂ C ₂	58	86	133	34	81	49
A ₁ B ₃ C ₃	68	86	126	19	59	41
A ₁ B ₄ C ₄	56	74	137	19	82	64
A ₂ B ₂ C ₁	53	84	132	32	80	50
A ₂ B ₁ C ₂	54	80	124	27	71	45
A ₂ B ₄ C ₃	56	74	136	19	81	63
A ₂ B ₃ C ₄	68	86	126	19	59	41
A ₃ B ₃ C ₁	58	80	123	22	66	45
A ₃ B ₄ C ₂	46	73	134	28	89	62
A ₃ B ₁ C ₃	45	77	121	33	78	45
A ₃ B ₂ C ₄	43	80	128	37	86	49
A ₄ B ₄ C ₁	46	72	134	27	89	63
A ₄ B ₃ C ₂	57	77	123	20	66	47
A ₄ B ₂ C ₃	42	77	128	37	86	52
A ₄ B ₁ C ₄	44	75	121	33	78	47

表 3 不同品种和栽培方式对马铃薯生育性状的显著性比较
Table 3 Significance analysis on potato growth characteristics of different varieties and cultivation modes

品种 Variety	株高 (cm) Plant height	主茎数 (No.) Number of main stem	播种至出苗 (d) Days from sowing to emergence	播种至成熟 (d) Days from sowing to maturity	不同栽培方式 Different Cultivation	播种至出苗 (d) Days from sowing to emergence
云薯 201	92.13 dC	3.75 a	49.50 bB	122.75 cC	单垄	59.00 a
云薯 301	108.12 bB	3.13 ab	47.75 bB	130.25 bB	大垄双行	57.75 ab
宣薯 2 号	95.75 cC	3.38 ab	62.75 aA	124.50 cC	单垄覆膜	48.00 b
合作 88	128.00 aA	2.50 b	51.00 bB	135.25 aA	大垄双行覆膜	47.25 b

注：表内平均数经邓肯氏多重极差测验 小写字母表示 5%水平 大写字母表示 1%水平 未用大写字母表示的是在 1%水平下没有显著差异。
Note: Means in each column were separated by Duncan's multiple test. Small letter stands for 5% significant level; capital letter stands for 1% significant level. Means followed by only small letters mean no significant difference was found at 1% significant level.

表 4 马铃薯品种商品性状
Table 4 Tuber characteristics of various varieties

品种 Variety	单株薯重(g) Tuber weight per hill	商品薯率(%) Marketable tuber percentage
宣薯 2 号	0.49 a	81.91 a
云薯 201	0.43 a	73.08 ab
云薯 301	0.33 b	71.62 ab
合作 88	0.31 b	58.99 b

表 5 马铃薯主要经济性状
Table 5 Main economic characteristics of potatoes

处理 Treatment	小区产量 (kg) Plot yield	单株薯重 (kg) Yield per hill	公顷产量 (kg) Yield per hectare	块茎重分级(%) Tuber distribution expressed in tuber weight				块茎数分级(%) Tuber distribution expressed in tuber number			
				大 (>100 g) Large tuber	中 (50~99 g) Medium tuber	小 (<50 g) Small tuber	烂薯(g) Rotten tuber	大 (>100 g) Large tuber	中 (50~99 g) Medium tube	小 (<50 g) Small tuber	烂薯(g) Rotten tuber
A ₁ B ₁ C ₁	35.1	0.566	26325	45.01	34.19	19.94	0.85	20.85	27.49	50.95	0.71
A ₁ B ₂ C ₂	27.5	0.387	20625	44.36	25.82	27.64	2.18	14.36	19.40	65.49	0.76
A ₁ B ₃ C ₃	23.5	0.293	17580	46.91	35.82	12.37	5.12	24.45	37.99	34.06	3.49
A ₁ B ₄ C ₄	18.3	0.215	13725	22.95	19.13	29.51	28.40	8.96	15.30	50.37	25.40
A ₂ B ₂ C ₁	30.8	0.481	23100	36.36	32.47	24.03	7.14	13.92	20.25	63.29	2.53
A ₂ B ₁ C ₂	20.0	0.282	15000	22.00	36.00	28.50	13.50	8.36	23.88	56.72	11.00
A ₂ B ₄ C ₃	24.2	0.306	18150	32.23	28.93	26.45	12.40	15.17	25.17	53.45	6.21
A ₂ B ₃ C ₄	24.0	0.276	18000	50.00	31.67	15.83	2.50	30.54	34.98	32.02	2.46
A ₃ B ₃ C ₁	18.1	0.287	13545	34.35	42.11	21.05	2.77	17.05	38.25	43.32	1.38
A ₃ B ₄ C ₂	22.0	0.314	16500	31.82	28.18	36.36	3.64	10.92	19.05	67.51	2.52
A ₃ B ₁ C ₃	34.3	0.434	25725	52.48	25.36	22.16	0	21.15	19.84	59.01	0
A ₃ B ₂ C ₄	21.0	0.241	15750	37.14	39.05	23.81	0	13.50	36.71	49.79	0
A ₄ B ₄ C ₁	28.6	0.461	21450	50.35	22.38	21.33	5.94	17.67	19.87	58.36	4.10
A ₄ B ₃ C ₂	19.8	0.279	14865	55.50	31.28	13.12	0	26.49	34.05	39.46	0
A ₄ B ₂ C ₃	34.1	0.437	25575	47.51	23.75	28.74	0	15.79	18.42	65.79	0
A ₄ B ₁ C ₄	39.6	0.466	29700	41.41	35.86	22.73	0	16.00	33.00	51.00	0

烂薯及小薯产量存在一定差异。平均单株薯重以处理组合 A₁B₁C₁ 最高，达 0.566 kg，以处理组合 A₁B₄C₄ 最低，达 0.215 kg。马铃薯产量以云薯 201 在组合 A₄C₄ 下最高，达 29 700 kg·hm⁻²，以宣薯 2 号重组合 A₃C₁ 下最低，达 13 545 kg·hm⁻²。不同栽培方式和密度达交互作用下对马铃薯品种的主要经济性状影响很明显。云薯 201 组合 A₂C₂ 下商品薯率最低，其他组合下不明显，在组合 A₃C₃ 和 A₄C₄ 下没有出现烂薯；云薯 301 商品薯率在相应组合下差异不明显，在组合 A₄C₃ 下没有烂薯；宣薯 2 号商品薯率在相应组合下差异不明显，在组合 A₄C₂ 下没有出现烂薯；合作 88 组合 A₁C₄ 下商品薯率最低，烂薯率最高，在组合 A₃C₂ 下烂薯率最低，其他相应组合下都出现烂薯。

马铃薯的产量结果如表 6 所示，根据正交试验设计的直观分析原理，K_i 表示任一系列水平号为 i (本试验中 i = 1, 2, 3, 或 4) 时所对应的试验结果之和的平均值。如在 A 因素中，第 1, 2, 3, 4 号试验中 A 取 A₁ 水平，所以 K₁ 为第 1, 2, 3, 4 号试验结果之和的平均值，即 K₁ = (35.10 + 27.50 + 23.45 + 18.30) / 4 = 26.09；同理可算出其他列的 K_i。

表 6 正交试验结果
Table 6 Results of orthogonal experiments

试验号 Number	A (栽培方式) Cultivation	B (品种) Variety	C (密度) Density	小区产量 (kg) Plot yield
1	1	1	1	35.10
2	1	2	2	27.50
3	1	3	3	23.45
4	1	4	4	18.30
5	2	2	1	30.80
6	2	1	2	20.00
7	2	4	3	24.20
8	2	3	4	24.00
9	3	3	1	18.05
10	3	4	2	22.00
11	3	1	3	34.30
12	3	2	4	21.00
13	4	4	1	28.60
14	4	3	2	19.82
15	4	2	3	34.10
16	4	1	4	39.60
K ₁	26.09	32.25	28.14	
K ₂	24.75	28.35	22.33	
K ₃	23.84	21.33	29.01	
K ₄	30.53	23.28	25.73	
R	6.69	10.92	5.81	

极差 R 值为任一列上 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 中最大值减去最小值所得结果。按照极差值的大小得出各因素对试验结果从主到次的影响顺序为: B (品种), A (栽培方式), C (密度)。由此可见, 对于马铃薯产量来讲, 马铃薯品种(因素 B)最为重要, 其次是栽培模式(因素 A), 最后为种植密度(因素 C)。考虑各因素内不同水平对试验结果的影响大小, 选择各因素的最佳水平, 如 A 因素列均值 $K_4 > K_1 > K_2 > K_3$, 即水平 4 的均值最大, 故选 A_4 , 同理得出 B 因素选 B_1 , C 因素选 C_3 。综合上述试验结果本试验的最优方案为 $A_4B_1C_3$, 即马铃薯品种为云薯 201, 栽培为大垄双行覆膜, 种植密度每公顷为 60 000 株时产量最高。

3 讨 论

应用大垄双行地膜覆盖, 使土壤的温度和湿度增高, 土壤性状改善, 土壤养分供应状况和肥料利用率提高, 光照条件改善, 有利于早生快发, 促进了植株的生长发育^[5-6]。本次试验通过对不同组合下马铃薯生育性状的分析看出, 应用高垄地膜覆盖促进了植株的生长发育, 减轻了病虫害, 提高了产量。王如平等^[7]以马铃薯郑薯 6 号为材料, 探讨在江苏扬州地区不同栽培方式对其生长、产量及品质的影响, 结果表明: 垄栽覆盖地膜方式下马铃薯的出苗率最高, 齐苗期、现蕾期、成熟期最早, 植株最高, 分枝数最多。本试验结果也表明, 采用地膜覆盖可显著缩短出苗天数、现蕾及成熟天数, 而封行期推迟。

本次试验结果中马铃薯主要经济性状能客观普遍的反映该地的基本生产水平, 如果在较好的田间管理下马铃薯的经济性状会表现的更好^[8]。从马铃薯主要经济性状的分析得出, 不同因素的处理组合对马铃薯主要经济性状的影响有一定差异。从不同栽培模式下马铃薯产量的分析初步得出, 云薯 201、云薯 301、合作 88 用大垄双行覆膜栽培的产量最高, 商品薯多, 宣薯 2 号用大垄双行栽培的产量最高, 商品薯多, 而其它模式下对马铃薯产量没有规律性的结论。郑有才等^[9]探讨旱作马铃薯最佳栽培模式的研究中得出, 覆膜栽培出苗、现蕾早, 长势较好, 土壤含水量最高, 产量明显提高。一般认为马铃薯大垄栽培优于单垄栽培^[10], 但因品种特性及其差异, 一些优良品种可因地制宜选用适宜的栽培方式以获得高产。本次试验经分析可得出, 双垄覆膜栽

培或双垄栽培能明显提高马铃薯的产量。

试验根据宣威地区主栽品种的栽培方式, 通过合理密植, 利用正交试验设计, 研究了不同栽培方式、品种及密度 3 因素交互作用对马铃薯产量的影响效应。优化筛选出在宣威地区马铃薯获得高产的最优组合为 $A_4B_1C_3$ (云薯 201、双垄覆膜栽培、种植密度为每公顷 60 000 株), 但这一搭配条件是试验中没有做过的, 故需要与 16 号处理的搭配条件 $A_4B_1C_4$ 做验证试验, 以确定最优方案。隋启君等^[11]选育的云薯 201 每 667m² 种植密度 3 500~4 500 株, 本次试验确定的最佳方案中云薯 201 播种密度为 4 000 株, 处在云薯 201 适宜的种植密度范围之内。因此, 本试验得出的结论在宣威地区马铃薯生产技术上具有较科学的指导依据。不同试验因素的搭配组合对马铃薯的产量有重要的影响, 通过各因素合理搭配, 马铃薯的产量可实现高产, 因此寻找出最佳组合极其重要, 这需要研究者进行若干次的反复试验, 经对比分析以确定高产的最优方案。

一般在正交试验中采用部分试验方案, 而试验分析得到的最佳水平组合在试验实施方案中未必会出现, 所以这种情况下需要将在试验中出现的最佳水平组合在来年安排若干次对比试验再做结论^[12]。

[参 考 文 献]

- [1] 郭华春. 云南薯类作物生产现状与产业化前景分析[J]. 西南农业学报, 2004, 17(5): 384-387.
- [2] 谢世清, 李宗正, 李正跃, 等. 云南马铃薯生产中存在的问题及提高产量和品质的途径[J]. 中国马铃薯, 2004, 18(2): 119-121.
- [3] 方玉玲. 加强引导合理规划加速宣威马铃薯产业发展[J]. 云南农业科技, 2003(12): 45-47.
- [4] 荣延昭, 李晚忱, 吴渝生, 等. 田间试验与统计分析[M]. 四川大学出版社, 2001: 150-150.
- [5] 武秀英. 玉米大垄双行地膜覆盖栽培应用与推广应需注意的几个技术问题[J]. 中国科学信息, 2006(6): 114-115.
- [6] 蔡道容. 不同栽培方式对马铃薯生长发育及产量构成的影响[J]. 现代农业科技, 2007(16): 27-27.
- [7] 王如平, 张军, 万靛军, 等. 栽培方式对马铃薯产量和品质的影响[J]. 中国蔬菜, 2008(11): 30-32.
- [8] 张东兴, 郭君海. 马铃薯田间管理与收获机械化技术[J]. 农业科技推广, 2006(1): 19-20.
- [9] 郑有才, 杨祈峰. 不同覆盖模式对旱作马铃薯生育期及土壤含水量的影响[J]. 安徽农业科学, 2008(20): 8462-8464.
- [10] 陈伊里, 石瑛, 秦昕. 北方一作区马铃薯大垄栽培模式的应用现状及推广前景[J]. 中国马铃薯, 2007, 21(5): 296-299.
- [11] 隋启君, 杨万林, 李先平. 高淀粉马铃薯新品种—云薯 201[J]. 中国马铃薯, 2007, 21(4): 255-255.
- [12] 李景杰, 陶靖轩. 正交分析研究大别山区板栗结实量与品种及种植条件关系[J]. 数学的认识与实践, 1995(3): 10-15.