

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2015)01-0014-04

栽培生理

‘定薯1号’马铃薯高产栽培技术

李德明^{1*}, 潘晓春¹, 张俊杰², 罗磊¹, 姚彦红¹, 王娟¹, 王瑞英¹, 汪仲敏¹, 李亚杰¹

(1. 定西市农业科学研究院, 甘肃 定西 743000; 2. 定西市农业局, 甘肃 定西 743000)

摘要: 为了研究种植密度、氮、磷、钾施用量及配比对‘定薯1号’品种产量、出苗率、单株薯重、商品薯率等的效应, 利用二次通用旋转组合设计及计算机模拟寻优的方法, 寻找‘定薯1号’适合种植在旱作农业生态区域的高产栽培技术方案。结果表明: 产量高于13 957 kg/hm²的高产农艺组合方案有61套, 各因子的取值范围分别为: 密度39 235.98~66 272.22 株/hm², 施N 96.41~236.22 kg/hm², P₂O₅ 38.60~94.46 kg/hm², K₂O 173.60~411.63 kg/hm², N:P₂O₅:K₂O约为2.4:1:4.9。

关键词: 定薯1号; 马铃薯; 旱作; 高产; 栽培技术

High-yielding Cultivation Technology for ‘Dingshu 1’

LI Deming^{1*}, PAN Xiaochun¹, ZHANG Junjie², LUO Lei¹, YAO Yanhong¹, WANG Juan¹,WANG Ruiying¹, WANG Zhongmin¹, LI Yajie¹

(1. Dingxi Academy of Agricultural Sciences, Dingxi, Gansu 743000, China; 2. Dingxi Agricultural Bureau, Dingxi, Gansu 743000, China)

Abstract: The Effects of plant density, N, P, and K applications were studied on tuber yield, emergence percentage, tuber weight per plant and marketable tuber percentage using the Quadratic General Rotary Unitized Design and Computer Simulation Optimization methods in order to identify high-yielding agronomic measures for the variety ‘Dingshu 1’ in arid farming region. Sixty-one technological schemes were found for ‘Dingshu 1’ when tuber yield was more than 13 957 kg/ha. The factor value range was, respectively, 39 235.98 - 66 272.22 plants/ha for plant density, 96.41- 236.22 kg/ha for N, 38.60-94.46 kg/ha for P₂O₅, and 173.60-411.63 kg/ha for K₂O, in which N:P₂O₅:K₂O was roughly 2.4:1:4.9.

Key Words: Dingshu 1; potato; arid farming; high yield; cultivation technology

‘定薯1号’是根据甘肃省中部干旱地区的气候特点和栽培条件, 有针对性的进行杂交选育而成的品种, 其抗旱性较强, 产量较高, 适合于淀粉和薯片加工, 并抗晚疫病, 对卷叶病毒病和花叶病毒病具有较好的田间抗性, 在干旱地区有较大的推广价值。该品种适宜在甘肃定西、天水、临夏、白银、兰州榆中及新疆、青海、宁夏固原等广大干旱地区种植, 在洮渭灌区、河西灌区及黄河灌区水肥条件较好的地块种植产量更高。本

研究利用二次通用旋转组合设计及计算机模拟寻优的方法, 探索适合‘定薯1号’在旱作农业生态区域高产栽培的最优技术方案, 为‘定薯1号’丰产栽培和大规模应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

参试品种为马铃薯‘定薯1号’。

氮肥选用尿素(含N 46%), 磷肥选用普通过磷

收稿日期: 2014-08-29

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-10); 国家科技支撑计划项目“马铃薯优质生产与产业升级技术研究与示范”(2012BAD06B00)。

作者简介: 李德明(1963-), 男, 高级农艺师, 主要从事马铃薯育种及栽培技术研究。

*通信作者(Corresponding author): 李德明, E-mail: dxlideming@163.com。

酸钙(含 $P_2O_5 \geq 12\%$), 钾肥选用硫酸钾(含 $K_2O \geq 50\%$)。

1.2 试验设计

试验设在定西市农业科学研究院试验地, 种

植时间为2013年5月, 前茬为小麦, 肥力中等。采用DPS软件进行二次通用旋转组合设计^[1-5], 以种植密度(X_1)、施N(X_2)、施 P_2O_5 (X_3)、施 K_2O (X_4)4个因子作为决策变量, 变量设计水平见表1。

表1 变量设计水平及编码
Table 1 Level and code designed for variables

变量水平 Variable level	密度(X_1) (株/hm ²) Density (plant/ha)	N (X_2) (kg/hm ²)	P_2O_5 (X_3) (kg/hm ²)	K_2O (X_4) (kg/hm ²)
2.000	77910	296.4	118.5	519.9
1	65205	230.7	92.25	401.7
0	52500	165.0	66.00	297.0
-1	39795	99.3	39.75	178.8
-2.000	27090	33.6	13.50	60.6
变化间距 Interval	12705	65.7	26.25	118.2

试验结果选择出苗率、产量、单株薯重, 商品薯(≥ 150 g)率4项指标作为目标函数进行系统分析。

试验设31个处理($mc = 16$, $2p = 8$, $m_0 = 7$), 小区面积3.5 m $\times$ 5.8 m, 行距70 cm, 每小区5行, 采用穴种平播法, 肥料全部用作基肥, 播种前结合整地每667m²均匀撒施有机肥3 000 kg。种薯及氮、磷、钾化肥依设计方案, 按小区分行准确计数或称量, 肥料全部用作基肥, 播种前开沟将化肥施入, 按设计密度点播薯块、覆土。成熟期分别于田间各小区随机取样10株, 测定不同组合对农艺性状的效应。收获时每小区两边各去掉1行, 两端各除去50 cm, 以实收面积计产, 这样就可以去除边行优势, 从而最大限度的减小误差。

2 结果与分析

2.1 试验组合对产量及主要农艺性状的效应

试验结构矩阵及产量结果见表2。

研究选择的回归数学模式:

$$Y = b_0 + \sum_{j=1}^p b_j x_j + \sum_{i < j} b_{ij} x_{ij} + \sum_{j=1}^p b_{jj} x_j^2 \pm SD$$

回归方程及偏回归系数的显著性检验均为F法。应用二次通用旋转组合设计相应分析程序, 通过计算机运算, 获得一组四元二次回归方程: $Y = f_n(X_i)$, 其中 $-2.000 \leq X_i \leq 2.000$, $i = 1、2、3、4$, $n = a、b、c、d$ 。数学模型的回归系数矩阵见表3, 参试因子(代码值)与产量的回归数学方程:

$$Ya = 17912.57 + 254.84 X_1 - 186.64 X_2 + 38.88 X_3 + 83.24 X_4 - 178.81 X_1 X_2 + 307.31 X_1 X_3 + 114.28 X_1 X_4 + 98.8 X_2 X_3 + 196.28 X_3 X_4 - 79.1 X_3 X_4 - 1629.72 X_1^2 - 915.32 X_2^2 - 1191.9 X_3^2 - 1136.1 X_4^2$$

经显著性检验, 产量方程的F检验值P值为0.0328(< 0.05), 失拟项检验不显著, 说明模型的预测值与实际值吻合较好, 可用于决策‘定薯1号’高产的密度和氮磷钾肥水平。

2.2 产量回归模型解析

2.2.1 产量模型的解析

当各因子固定在-2.000水平时, 氮因子效应最大, 钾效应次之。在保证钾肥施用量的前提下, 多施氮肥是获得‘定薯1号’高产的基础; 在0~2.000水平之间, 磷效应的影响上升, 其影响效应与氮因子、钾因子的效应相当, 因此, 在本区域内氮、磷、钾3因素均要重视; 4因子均以0水平为中心逐渐增大, 0水平处最大。

从产量回归方程得出, 4因素对产量的影响大小程度为: 密度效应 > 氮效应 > 钾效应 > 磷效应。

2.2.2 对产量构成因素的影响

产量构成的因子间存在着相互促进和相互制约的内在联系, 只有明确各因素与产量构成因子之间的关系, 才能调控它们协调发展, 获得较理想的农艺组合。选用出苗率、单株薯重和商品薯率的效应方程获得下列信息:

(1)施氮量与出苗率呈负效应。随着施用量的增加, 出苗率则降低。究其原因, 在旱农区农田生态条件下, 春季马铃薯播种期正值土壤含水率

表2 试验组合对产量及主要农艺性状的效应
Table 2 Effects of test combination on main agronomic characters

处理 Treatment	结构矩阵 Matrix				Ya产量 (kg/ hm ²)	Yb出苗率 (%)	Yc单株薯重 (g/ plant)	Yd商品薯率 (%)
	X ₁ (密度 Density)	X ₂ (N)	X ₃ (P ₂ O ₅)	X ₄ (K ₂ O)	Yield	Rate of emergence	Yield per plant	Rate of commodity
1	1	1	1	1	15180	70	333	72.3
2	1	1	1	-1	13845	68	312	66.8
3	1	1	-1	1	12645	93	209	35.5
4	1	1	-1	-1	12540	91	205	32.3
5	1	-1	1	1	13680	91	231	35.2
6	1	-1	1	-1	13515	90	230	45.1
7	1	-1	-1	1	15015	76	303	48.6
8	1	-1	-1	-1	12375	82	231	41.5
9	-1	1	1	1	13860	86	405	50.2
10	-1	1	1	-1	12390	75	415	55.0
11	-1	1	-1	1	14340	81	445	42.0
12	-1	1	-1	-1	12960	79	412	70.5
13	-1	-1	1	1	12810	88	366	68.8
14	-1	-1	1	-1	13230	89	374	46.0
15	-1	-1	-1	1	12225	86	357	64.3
16	-1	-1	-1	-1	11775	80	370	58.0
17	-2.000	0	0	0	11040	85	433	62.3
18	2.000	0	0	0	10680	70	203	20.5
19	0	-2.000	0	0	15045	82	349	31.2
20	0	2.000	0	0	11340	62	348	25.1
21	0	0	-2.000	0	12375	83	284	20.3
22	0	0	2.000	0	11295	85	253	30.0
23	0	0	0	-2.000	13290	70	362	41.0
24	0	0	0	2.000	11460	78	280	32.1
25	0	0	0	0	21345	80	508	72.3
26	0	0	0	0	16560	92	343	68.2
27	0	0	0	0	15090	72	399	62.8
28	0	0	0	0	16560	88	358	60.1
29	0	0	0	0	18045	85	404	68.2
30	0	0	0	0	18645	82	433	75.3
31	0	0	0	0	20175	83	463	78.5

较低时期, 当施N量过大时则发生烧苗现象, 导致出苗率降低。

(2)密度与单株薯重、商品薯率呈正效应。随着密度相对增大, 单株薯重有增加的现象, 这是由于本试验设计的密度极值不大, 仍在马铃薯适应范围之内, 较大的密度在干旱半干旱生态条件下, 有助于减少土壤水分蒸发, 为薯块膨大期的马铃薯生长保留了必要的水分。

(3)氮磷钾施用量与单株薯重、商品薯率呈正

向抛物线效应, 3种因素的峰值均在0水平处。

2.3 农艺方案寻优

在 $-2.000 \leq X_i \leq 2.000$ 的约束条件下及625套农艺组合方案中, 产量高于13 957 kg/ hm²的高产农艺组合有61套, 从频率分布结果可得出, ‘定薯1号’在半干旱生态条件下取得高产的关键在于氮磷钾施用适量, 配比合理, 苗期保证氮肥少量, 保证出苗, 合理密植。

最佳农艺组合方案: 密度39 235.98~66 272.22 株/

表3 数学模型的回归系数矩阵
Table 3 Regression coefficient matrix of mathematical models

项目 Item		回归系数 Regression coefficient			
		Y_a	Y_b	Y_c	Y_d
一次项 Monomial term	b_0	17912.57	83.55	408.65**	68.69*
	b_1	254.84	-1.45	-63.35	-6.52
	b_2	-186.64	-3.65*	6.60	0.18
	b_3	38.88	-0.25	1.27	2.42
	b_4	83.24	1.23	-0.04	-0.65
交互项 Interaction item	b_{12}	-178.81	0.11	-8.15	2.83
	b_{13}	307.31	-1.62	11.92	4.99
	b_{14}	114.28	-0.84	4.42	0.72
	b_{23}	98.80	-4.57*	15.00	5.03
	b_{24}	196.28	0.52	-2.17	-2.86
二次项 Quadratic item	b_{34}	-79.10	-0.14	-6.02	1.22
	b_{11}	-1629.72**	-0.50	-20.63*	-3.30
	b_{22}	-915.32**	-1.75	-8.91	-6.65*
	b_{33}	-1191.90**	1.58	-30.28**	-7.20**
	b_{44}	-1136.10**	-1.45	-19.84*	-4.74
检验值 Checkout value	$SS_{总}$	230258858.15	2040.47	204084.40	9184.65
	$SS_{残}$	55279949.47	805.47	46287.43	3490.91
	$SS_{回}$	170285844.81	1177.55	160292.10	6144.42
	F	3.25*	1.60	4.18**	1.95

注: *表示显著, **表示极显著。
Note: * denotes significance, ** denotes highly significance.

hm², 施N 96.41~236.22 kg/hm², P₂O₅ 38.60~94.46 kg/hm², K₂O 173.60~411.63 kg/hm², N:P₂O₅: K₂O 约为 2.4: 1: 4.9。

3 讨 论

应用二次通用旋转组合设计的设计方法, 并结合计算机模拟寻优, 研究了‘定薯1号’高产栽培的制约因素的各自效应及相互间的内在联系, 为‘定薯1号’高产栽培提供了科学依据, 同类生态区亦可用来确定投资水平及预测目标产量, 指导‘定薯1号’高产稳产实践。

其次, 一般认为马铃薯是稀植作物^[6, 7], 种植密度应小, 但本研究结果表明, 旱作农业生态区的马铃薯, 单位群体数量稍大些为好, 增加了地表覆盖, 有利于减少土壤水分蒸发, 从而产生增产效应。

[参 考 文 献]

[1] 张永成, 田丰. 马铃薯试验研究方法 [M]. 北京: 中国农业技术出版社, 2007.

[2] 侯建伟, 张广臣, 张晓明, 等. 三因素二次通用旋转组合设计统计分析微机程序 [J]. 吉林农业大学学报, 1989, 11(4): 86-92.

[3] 黄文涛, 杨成灿, 刘子政, 等. 蚕豆丰产栽培综合研究报告 [J]. 青海农林科技, 1986, 12(2): 1-11.

[4] 高聚林, 刘克礼, 张宝林, 等. 马铃薯高产优化栽培措施与产量关系模型的研究 [J]. 中国马铃薯, 2003, 16(3): 131-137.

[5] 苏年贵, 张学良, 冀秀梅. 晋西南山区马铃薯氮磷钾肥肥效及合理施用 [J]. 中国马铃薯, 2005, 19(3): 144-147.

[6] 郑宝玉, 张书良. 马铃薯不同密度规格栽培试验初报 [J]. 安徽农学通报, 2008, 14(20): 56-57.

[7] 杨玲, 刘均霞. 马铃薯密度试验初探 [J]. 吉林农业, 2010, 14(8): 69.