

马铃薯新品种兴佳 2 号优化施肥研究

陈孝赏, 陈伟强, 张中熙, 蔡东升 (台州市农业科学研究院, 浙江临海 317000)

摘要 研究兴佳 2 号的需肥规律, 为合理施肥、减少和避免不合理施肥所造成的浪费和环境污染提供理论依据。采用“3414”最优回归设计, 研究氮、磷、钾施用量对马铃薯块茎产量的影响, 建立相应的肥料效应函数模型。对于马铃薯高产栽培种, 钾肥用量对产量的影响最大, 其次是磷肥用量和氮肥用量。由此可见, 增钾、控氮、适磷的施肥措施是马铃薯获得高产的有效措施。产量高于 25.0 t/hm² 和利润大于 2.0 万元/hm² 的优化施肥方案为氮肥用量 116.42~156.13 kg/hm², 磷肥用量 85.45~119.75 kg/hm², 钾肥用量 229.69~318.25 kg/hm²。为了高产不能片面增加肥料用量, 需要将氮肥、磷肥、钾肥配施, 同时应做好土壤培肥工作。马铃薯栽培中的优化施肥技术研究可采用“3414”最优回归设计。

关键词 马铃薯; 肥料效应; 最佳用量; 兴佳 2 号; “3414”最优设计

中图分类号 S532 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)07-0176-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.07.050



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on Fertilization Optimization in Potato (cv. Xingjia No. 2)

CHEN Xiao-shang, CHEN Wei-qiang, ZHANG Zhong-xi et al (Taizhou Academy of Agricultural Sciences, Linhai, Zhejiang 317000)

Abstract To provide a scientific basis for rational fertilization, as well as to avoid and reduce the waste pollution caused by irrational fertilization, the nutrient requirement law of potato (cv. Xingjia No. 2) was studied. The effect of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizer supplies on potato tuber yield was tested by employing “3414” optimum regression design method. Corresponding mathematical models were established. In high-yielding cultivation of potato, the application amount of K fertilizer had the greatest effect on potato yield, while N and P fertilizer had a minor effect. Thus, to control N, increase K and properly use P fertilizer was the effective measure to obtain high yield in potato. The optimum fertilizer combination for potato yield more than 25.0 t/hm² and profits more than 20 000 yuan/hm² was nitrogen 116.42-156.13 kg/hm², phosphorus 85.45-119.75 kg/hm², potassium 229.69-318.25 kg/hm². Overuse of fertilizer to increase yield was not desirable. Instead, NPK fertilizers should be combined and soil fertility should be well managed. The “3414” optimum regression design could be applied to optimization techniques in potato cultivation.

Key words Potato; Fertilizer effect; Optimum amount; Xingjia No. 2; “3414” optimum design

马铃薯(*Solanum tuberosum*)是世界上四大主要作物之一, 其种植面积广泛、适应性强、产量高且营养丰富, 是一种粮蔬兼用及工业原料等多用途的作物。2013 年浙江省《关于加快发展早粮生产的意见》出台和 2015 年国家马铃薯主粮化战略启动^[1], 浙江省马铃薯的种植面积不断扩大。马铃薯品种良种化和先进适用栽培技术也逐渐得到重视。农户耕作粗放, 片面追求产量而大量施用化肥, 导致环境污染, 且经济效益不高。

“3414”最优回归设计是目前国内应用比较广泛的肥料效应田间试验方案^[2]。一些学者应用“3414”试验设计对马铃薯、玉米(*Zea mays*)、棉花(*Gossypium spp*)、大豆(*Glycine max*)、芋(*Colocasia esculenta*)、水稻(*Oryza sativa*)、大麦(*Hordeum vulgare*)、花生(*Arachis hypogaea*)、茄子(*Solanum melongena*)和甘薯(*Dioscorea esculenta*)等作物进行肥料效应试验, 建立氮磷钾与产量的肥料效应函数模型, 求得最佳施肥方案^[3-18]。笔者开展了马铃薯“3414”肥料试验, 提出最佳施肥方案, 这对提高肥料利用率、降低生产成本具有十分重要的现实意义。

1 材料与与方法

1.1 试验材料 供试材料为黑龙江省大兴安岭地区农业林业科学研究院选育的马铃薯新品种“兴佳 2 号”, 系脱毒种薯, 由仙居县种子公司提供。

供试肥料均选用单质肥料, 氮素为 46% 的尿素, 磷素为 12% 的过磷酸钙, 钾素为 51% 硫酸钾。

1.2 试验地概况 试验地设在仙居县白塔镇下崔上宅村, 地势平坦, 地力均衡, 排灌条件较好。前茬作物为水稻, 土壤为砂泥田。翻耕前多点取样风干化验, 土壤测试值: 有机质 33.4 g/kg、碱解氮 240.0 mg/kg、速效磷 24.0 mg/kg、速效钾 225.0 mg/kg、pH 5.81。

1.3 试验方法 采用“3414”最优回归设计, 设氮、磷和钾 3 个因素, 4 个水平, 14 个处理, 3 个因素及其设计水平列于表 1。采用随机区组排列, 3 次重复, 共 42 个小区, 小区面积 20 m²。除处理因素外, 其他栽培措施与大田生产相同。

1.4 数据分析 试验数据采用 DPS 软件^[19] 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同肥料处理的产量分析 把肥料处理①~⑭试验小区的产量折算成 1 hm² 产量, 列于表 2。从表 2 可以看出, 处理⑥的产量最高, 为 26.35 t/hm², 其次为处理③, 处理①的产量最低, 仅为处理⑥的 31.2%。同时处理⑥的利润最高, 达 21 985 元/hm², 其次为处理③, 处理①的利润为 -10 533 元/hm²。方差分析结果表明, 处理间的 $P = 0 < 0.01$, 差异达极显著水平, 说明不同处理间的产量差异达极显著水平。

2.2 土壤缺素分析 试验方案中处理①(N₀P₀K₀) 为空白区, 处理②(N₀P₂K₂) 为缺氮区, 处理④(N₂P₀K₂) 为缺磷区, 处理⑧(N₂P₂K₀) 为缺钾区, 处理⑥(N₂P₂K₂) 施肥区。缺素

基金项目 台州市科技计划项目(15ny08)。

作者简介 陈孝赏(1976—), 男, 浙江天台人, 高级农艺师, 农业推广硕士, 从事农作物高产栽培技术及新品种推广工作。

收稿日期 2019-10-08

表 1 马铃薯“3414”试验设计

Table 1 Experimental design of potato “3414”

试验编号 No.	处理 Treatment	“3414”设计编码值 “3414” design coded values			试验因子实际取值 Actual value of test factor/kg/hm ²		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
①	N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0	0	0	0
②	N ₀ P ₂ K ₂	0	2	2	0	90	270
③	N ₁ P ₂ K ₂	1	2	2	90	90	270
④	N ₂ P ₀ K ₂	2	0	2	180	0	270
⑤	N ₂ P ₁ K ₂	2	1	2	180	45	270
⑥	N ₂ P ₂ K ₂	2	2	2	180	90	270
⑦	N ₂ P ₃ K ₂	2	3	2	180	135	270
⑧	N ₂ P ₂ K ₀	2	2	0	180	90	0
⑨	N ₂ P ₂ K ₁	2	2	1	180	90	135
⑩	N ₂ P ₂ K ₃	2	2	3	180	90	405
⑪	N ₃ P ₂ K ₂	3	2	2	270	90	270
⑫	N ₁ P ₁ K ₂	1	1	2	90	45	270
⑬	N ₁ P ₂ K ₁	1	2	1	90	90	135
⑭	N ₂ P ₁ K ₁	2	1	1	180	45	135

表 2 不同施肥处理的马铃薯产量

Table 2 Potato yield under different fertilization treatments

编号 No.	处理 Treatment	试验因子 Factor/kg/hm ²			折合产量 Conversion output t/hm ²	产值 Output value//元/hm ²	肥料成本 Cost of fertilizer 元/hm ²	其他成本 Other costs 元/hm ²	净产值 Net output 元/hm ²
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O					
①	N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0	8.23 il	16 467	0	27 000	-10 533
②	N ₀ P ₂ K ₂	0	90	270	20.54 fF	41 080	2 736	27 000	11 344
③	N ₁ P ₂ K ₂	90	90	270	25.60 aA	51 207	3 222	27 000	20 985
④	N ₂ P ₀ K ₂	180	0	270	19.11 gG	38 220	3 186	27 000	8 034
⑤	N ₂ P ₁ K ₂	180	45	270	24.43 bB	48 853	3 447	27 000	18 406
⑥	N ₂ P ₂ K ₂	180	90	270	26.35 aA	52 693	3 708	27 000	21 985
⑦	N ₂ P ₃ K ₂	180	135	270	24.46 bB	48 913	3 969	27 000	17 944
⑧	N ₂ P ₂ K ₀	180	90	0	17.56 hH	35 127	1 494	27 000	6 633
⑨	N ₂ P ₂ K ₁	180	90	135	24.45 bB	48 907	2 601	27 000	19 306
⑩	N ₂ P ₂ K ₃	180	90	405	24.40 bBC	48 807	4 815	27 000	16 992
⑪	N ₃ P ₂ K ₂	270	90	270	22.33 deDE	44 653	4 194	27 000	13 459
⑫	N ₁ P ₁ K ₂	90	45	270	21.52 eEF	43 033	2 961	27 000	13 072
⑬	N ₁ P ₂ K ₁	90	90	135	23.31 cCD	46 613	2 115	27 000	17 498
⑭	N ₂ P ₁ K ₁	180	45	135	23.13 cdD	46 267	2 340	27 000	16 927

注:马铃薯的价格 2 000 元/t, N 5.4 元/kg, P₂O₅ 5.8 元/kg, K₂O 8.2 元/kg

Note: The price of potato is 2 000 yuan /t, N is 5.4 yuan /kg, P₂O₅ is 5.8 yuan /kg, K₂O is 8.2 yuan /kg

表 3 缺素分析

Table 3 Analysis of element deficiency

处理编号 Treatment No.	水平 Level	产量 Yield t/hm ²	相对产量 Relative yield//%	贡献率 Contribution//%	肥力等级 Fertility level
①	N ₀ P ₀ K ₀	8.23	31.2	68.8	
②	N ₀ P ₂ K ₂	20.54	78.0	22.0	中
④	N ₂ P ₀ K ₂	19.11	72.5	27.5	低
⑧	N ₂ P ₂ K ₀	17.56	66.6	33.4	低
⑥	N ₂ P ₂ K ₂	26.35	100	0	

2.4 二元二次肥料效应函数模型的建立 以处理②、③、④、⑤、⑥、⑦、⑩、⑫进行 NP 肥料效应拟合,以处理②、③、⑥、⑧、⑨、⑩、⑪、⑬对 NK 肥料效应进行拟合,以处理④、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨、⑩、⑭进行 PK 肥料效应拟合,得出 3 个一元肥料效应函数模型:

$$Y=3.986 8+12.076 5N+11.847 7P-2.260 8N^2-1.789 6P^2-$$

区的相对产量采用缺素区产量占施肥区产量的百分比^[2]。经统计,马铃薯的基础肥力产量 8.23 t/hm²,其相对产量 31.2%,也就是马铃薯产量对土壤的依存率为 31.2%。缺氮、缺磷和缺钾的相对产量分别为 78.0%、72.5%和 66.6%,即氮、磷、钾对马铃薯产量的贡献率为 22.0%、27.5%和 33.4%,说明 3 种肥料对产量的影响大小为钾>磷>氮(表 3)。

2.3 一元二次肥料效应函数模型的建立 以处理②、③、⑥、⑩进行 N 肥料效应拟合,以处理④、⑤、⑥、⑦对 P 肥料效应进行拟合,;以处理⑥、⑧、⑨、⑩进行 K 肥料效应拟合,得出 3 个一元肥料效应函数模型:

$$Y=-2.270 8N^2+7.422 8N+20.517 8 \quad R^2=0.980 5 \quad (1)$$

$$Y=-1.801 7P^2+7.201 0P+19.089 3 \quad R^2=0.987 5 \quad (2)$$

$$Y=-2.208 3K^2+8.866 3K+17.621 3 \quad R^2=0.990 8 \quad (3)$$

通过求导法得出最大施肥量和最佳施肥量(表 4)。

$$2.343 9NP \quad R^2=0.982 6^{**} \quad (4)$$

$$Y=10.687 0+8.150 3N+9.222 1K-2.334 8N^2-2.162 9K^2-0.255 1NK \quad R^2=0.984 2^{**} \quad (5)$$

$$Y=13.293 1+5.907 2P+7.207 8K-1.865 0P^2-2.164 4K^2+0.754 5PK \quad R^2=0.989 0^{**} \quad (6)$$

通过边际效益分析得出最大施肥量和最佳施肥量(表 4)。

2.5 三元二次肥料效应函数模型的建立 通过二次多项式回归分析,得到氮、磷、钾与马铃薯产量的三元二次肥料效应函数方程:

$$Y=8.127 3+8.779 5N+6.527 7P+3.443 5K-2.108 2N^2-1.637 0P^2-1.936 4K^2-1.536 5NP+0.655 9NK+1.667 5PK \quad R=0.989 9^{**} \quad F=445.336 3^{**} \quad (7)$$

此方程中 R²、F 反映出该三元二次肥料效应函数方程拟合成功,说明模型真实可靠,能较准确地反映客观实际,可用建

立的数学模型进行各项指标的分析。通过边际效益分析得出,当N、P₂O₅、K₂O为1.557、2.370、2.173时,马铃薯的产量达到最大,为26.437 t/hm²,其相对的农艺措施为140.09、106.65、

293.38 kg/hm²,N:P₂O₅:K₂O≈1:0.7:2。当N、P₂O₅、K₂O为1.512、2.248、1.970时,马铃薯的最佳经济产量为26.368 t/hm²,其相对的农艺措施为136.08、101.15、265.96 kg/hm²(表4)。

表4 不同肥料效应模型求得的最大施肥量和最佳施肥量

Table 4 Maximum and optimal fertilizer application rates obtained by different fertilizer effect models

函数模型 Function model	试验因子编码值 Test factor encoding value						试验因子实际取值 Actual value of test factor/kg/hm ²					
	最大施肥量 Maximum fertilizer application rate			最佳施肥量 Optimum fertilizer application rate			最大施肥量 Maximum fertilizer application rate			最佳施肥量 Optimum fertilizer application rate		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
一元二次 Unitary quadratic	1.635			1.581			147.15			142.29		
		1.998			1.962			89.91			88.29	
			2.008			1.882			271.08			254.07
二元二次 Binary quadratic	1.446	2.364		1.393	2.362		130.11	106.36		125.36	106.27	
	1.634		2.036	1.589		1.910	147.08		274.79	143.01		257.88
		1.991	2.012		1.928	1.873		89.58	271.63		86.75	252.88
三元二次 Ternary quadratic	1.557	2.370	2.173	1.512	2.248	1.970	140.09	106.65	293.38	136.08	101.15	265.96

2.6 频数统计分析 各因素在马铃薯产量大于25.0 t/hm²和利润大于2.0万元/hm²时的取值频率分布见表5。

表5 取值频率分布

Table 5 Frequency distribution of values

因子水平 Factor level	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	0	0	0
0.3	0	0	0
0.6	0	0	0
0.9	10	0	0
1.2	20	0	0
1.5	23	8	15
1.8	20	14	22
2.1	12	17	23
2.4	0	20	18
2.7	0	17	7
3.0	0	9	0
频数合计 Total frequency	85	85	85
加权均数 Weighted average	1.514 1	2.280 0	2.029 4
标准误 Standard error	0.132 9	0.229 6	0.197 6
95%置信区间 95% confidence interval	1.29~1.73	1.90~2.66	1.70~2.36
相应农艺措施 Agronomic measures/kg/hm ²	116.42~156.13	85.45~119.75	229.69~318.25

设定氮、磷、钾的水平步长为0.3,水平值为0、0.3、0.6、0.9、1.2、1.5、1.8、2.1、2.4、2.7和3.0这11级,3个参试因素11个处理水平共有1331套方案。通过计算机模拟寻优,得到表5。马铃薯的产量高于25.0 t/hm²和利润大于2.0万元/hm²的施肥方案有85套,占有组合方案的6.39%,其中氮、磷和钾的高产频数峰值分别集中在1.2~1.8、2.1~2.7和1.8~2.4。统计分析得出,产量高于25.0 t/hm²和利润大于2.0万元/hm²的农艺措施优化组合方案为氮肥用量116.42~156.13 kg/hm²,磷肥用量85.45~119.75 kg/hm²,钾肥用量229.69~318.25 kg/hm²,3因素的平均取值分别为136.28、102.60和273.97 kg/hm²,N:P₂O₅:K₂O≈1.0:0.75:

2.0。

3 结论

“3414”最优回归设计是目前国内应用比较广泛的肥料效应田间试验方案。该方案除能构建1个三元二次肥料效应函数模型外,也可以构建3个二元二次肥料效应函数模型和3个一元一次肥料效应函数模型^[20]。该试验构建的7个肥料效应函数模型中的理论值与实测值之间的相关系数R²达极显著水平,说明该数学模型具有较强的实用性,可用来指导试验和应用于农业生产。

研究表明,氮、磷、钾对马铃薯产量的贡献率为22.0%、27.5%和33.4%,说明3种肥料对产量的影响为钾>磷>氮。通过频数统计分析,得出产量高于25.0 t/hm²和利润大于2.0万元/hm²的优化施肥方案为氮肥用量116.42~156.13 kg/hm²,磷肥用量85.45~119.75 kg/hm²,钾肥用量229.69~318.25 kg/hm²。该方案包含了7个肥料效应函数模型,得到最大施肥量和最佳施肥量,说明该方案是可行的。

吴艳秋等^[21]指出,“3414”最优回归设计能够通过模拟寻优找到目标产量以上的所有方案,得出各因子的取值区间、平均值和频数分布,特别是频数分布,能检验水平2设置的准确性。该试验中氮、磷和钾的高产频数峰值分别集中在1.2~1.8、2.1~2.7和1.8~2.4,说明该试验水平2中氮肥施用量偏高,磷肥施用量偏低,钾肥施用量比较恰当。该试验虽然成功构建了三元二次肥料效应函数模型,但只有一年一点的数据,代表性有所欠缺,有待在实际生产中进一步验证。

参考文献

- [1] 谷悦. 马铃薯主粮化为国家粮食安全战略重要一步——农业部公开解答关于马铃薯主粮化的问题[J]. 中国食品,2015(3):36-39.
- [2] 陈新平,张福锁. 通过“3414”试验建立测土配方施肥技术指标体系[J]. 中国农技推广,2006,22(4):36-39.
- [3] 戴树荣. 应用“3414”试验设计建立二次肥料效应函数寻求马铃薯氮磷钾适宜施肥量的研究[J]. 中国农学通报,2010,26(12):154-159.
- [4] 彭华. “3414”配方施肥对马铃薯经济性状和产量的影响[J]. 安徽农业科学,2015,43(9):73-74.

组糖尿病小鼠肝细胞边界模糊,索排列紊乱,有大量脂肪空泡,说明肝细胞脂肪发生了变性。经过灌喂可溶性小麦麸膳食纤维 28 d 后,S4 组小鼠肝细胞形态基本恢复正常,肝小叶结构有部分改善,肝细胞索排列有所恢复。

图 5 反映了 5 组小鼠胰腺和肝脏脏器指数的变化。从图中可知,灌喂可溶性小麦麸膳食纤维 28 d 后,糖尿病小鼠的胰腺和肝脏指数均有所降低,表明糖尿病小鼠胰腺和肝脏肿大得到了一定程度的缓解。

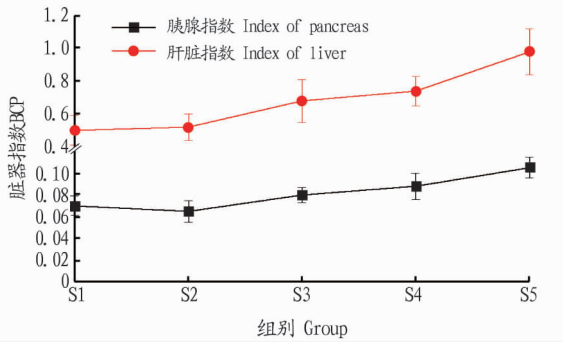


图 5 小鼠脏器指数
Fig. 5 BCP of mice

3 结论

在该试验条件下灌喂可溶性小麦麸膳食纤维 28 d 后,糖尿病小鼠的空腹血糖显著降低,糖化血清蛋白和葡萄糖耐量水平也有明显改善,表明可溶性小麦麸膳食纤维对糖尿病小鼠血糖的控制起到一定作用。此外,可溶性小麦麸膳食纤维还能缓解糖尿病小鼠胰腺和肝脏肿大症状,对胰腺和肝脏病理变化也有缓解作用。

(上接第 178 页)

- [5] 毕生斌,张国云,杨平芬,等.“3414”试验对山地玉米产量影响及推荐施肥探索[J]. 热带农业科学,2015,35(3):7-11.
- [6] 赵树琪,闫振华,张华崇,等.基于“3414”模型的‘冈杂棉 0623’肥料效应研究[J]. 中国农学通报,2019,35(16):15-20.
- [7] 何志华,夏燕,李清超,等.主成分分析在大豆“3414”最佳施肥配比试验中的应用[J]. 湖北农业科学,2016,55(17):4447-4450.
- [8] 何志华,夏燕,李清超,等.聚类分析在大豆“3414”试验设计中的应用[J]. 中国农学通报,2015,31(30):96-100.
- [9] 黄立强,王必武,吴惠生,等.羊“3414”肥效试验与配方施肥推荐研究初报[J]. 湖北农业科学,2017,56(16):3034-3036.
- [10] 董作珍,吴良欢,柴婕,等.不同氮磷钾处理对中浙优 1 号水稻产量、品质、养分吸收利用及经济效益的影响[J]. 中国水稻科学,2015,29(4):399-407.
- [11] 刘巧珍,孙克增,刘金波.中熟中粳水稻品种阳光 800 肥料效应研究[J]. 安徽农业科学,2018,46(36):128-130.
- [12] 韩峰,高雪,彭志良,等.贵州水稻 3414 肥料试验模型拟合探讨[J]. 贵州农业科学,2009,37(6):235-238.

参考文献

- [1] 曾华斌. 膳食纤维的研究现状与展望[J]. 南方农业,2012,6(5):81-83.
- [2] 吴晓缺,孙静. 糖尿病患者自我管理现状及影响因素分析[J]. 现代医药卫生,2018(2):283-285.
- [3] 唐绍微,黎茜茜,莫金秋,等. 芒果苷及其衍生物对糖尿病小鼠的降糖作用[J]. 医药导报,2018,37(4):441-444.
- [4] 吴俊男,马森,张弛,等. 小麦麸皮膳食纤维的微波-酶法改性研究[J]. 食品科技,2017,42(2):175-180.
- [5] 姬玉梅. 小麦麸皮膳食纤维提取方法研究与组分分析[J]. 粮食问题研究,2017(5):21-25.
- [6] 李鹏飞,王健,任志远. 麦麸膳食纤维改性研究[J]. 粮油食品科技,2009,17(6):3-5.
- [7] 陶颜娟. 小麦麸皮膳食纤维的改性及应用研究[D]. 无锡:江南大学,2008.
- [8] 徐苗均. 小麦麸皮可溶性膳食纤维的制备及其性质研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2012.
- [9] REN B, QIN W W, WU F H, et al. Apigenin and naringenin regulate glucose and lipid metabolism, and ameliorate vascular dysfunction in type 2 diabetic rats[J]. European journal of pharmacology, 2016, 773:13-23.
- [10] 陆世广. 超细大豆皮膳食纤维性质的研究[D]. 武汉:武汉工业学院,2008.
- [11] 李耀冬. 海藻膳食纤维复方辅助降血糖作用研究[D]. 泉州:华侨大学,2014.
- [12] 苏静静,王雪青,宋文军,等. 普洱茶对小鼠血糖的干预作用[J]. 食品科学,2014,35(9):260-263.
- [13] 刘子珺,周梦舟. 高膳食纤维营养复合剂对 2 型糖尿病小鼠血糖和血脂的影响[J]. 粮食与饲料工业,2017(5):24-27.
- [14] SARAVANAN S, PARI L. Role of thymol on hyperglycemia and hyperlipidemia in high fat diet-induced type 2 diabetic C57BL/6J mice[J]. European journal of pharmacology, 2015, 761:279-287.
- [15] 安向莲. 人工虫草对 STZ 诱导的糖尿病大鼠肝脏保护作用及机制研究[D]. 天津:天津医科大学,2013.
- [16] 蓝萍,柳明,李盼盼,等. 芒果苷及其衍生物对糖尿病小鼠的降糖作用[J]. 中国动物保健,2010,12(6):21-22.
- [17] 杨玉玲,张贵留,杨凡锐. 糖化血清蛋白和血糖测定的关系分析[J]. 临床医药文献电子杂志,2017,4(63):12347,12350.
- [18] 张凤丽,何立娟,崔清华,等. 血清胎球蛋白 A 水平对糖耐量减低的预测价值[J]. 疑难病杂志,2018(5):464-467.
- [13] 鲁泽刚,周龙,杨丽梅. 不同施肥水平对大麦产量的影响及肥料效应[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2018,49(5):744-749.
- [14] 栾波波,赵波,赵凯,等. 安丘生姜施用微量元素肥料试验初探[J]. 中国农学通报,2018,34(6):65-69.
- [15] 朱炫,高贵林,提布,等. 滇南冬播亚麻氮磷钾肥料效应研究[J]. 中国农学通报,2018,34(23):92-98.
- [16] 张燕燕,唐懋华,缪其松,等. 不同施肥处理对秋植茄子生长及产量的影响[J]. 中国土壤与肥料,2015(1):33-37.
- [17] 王红军,张静,皇甫自起,等. 豫东平原高产花生施用氮磷钾肥增产效应研究[J]. 中国农学通报,2017,33(13):1-5.
- [18] 陈锋. 新昌本地甘薯“3414”肥效试验初报[J]. 浙江农业科学,2016,57(4):474-475.
- [19] 唐吉义,冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京:科学出版社,2007.
- [20] 朱涛,张中原,李金凤,等. 应用二次回归肥料试验“3414”设计配置多种肥料效应函数功能的研究[J]. 沈阳农业大学学报,2004,35(3):211-215.
- [21] 吴艳秋,罗家传.“3414”肥料试验分析方法探讨[J]. 山东农业科学,2010(8):90-94.