

压砂地西瓜水肥耦合模型及优化组合方案

郭 松, 刘 声 峰, 于 蓉, 王 志 强, 田 梅, 董 瑞

(宁夏农林科学院 种质资源研究所, 宁夏 银川 750002)

摘 要:针对宁夏压砂西瓜产业发展的需要,以“宁农科1号”西瓜为试材,采用3因素5水平二次回归通用旋转组合设计方法,在压砂地条件下,研究了不同补水量、高效有机肥施用量、油渣施用量及其水肥耦合对西瓜产量的影响,并进行了主因素效应、单因素效应和交互作用分析。结果表明:主因素效应分析对产量的影响大小为补水量 X_1 (正效应) > 高效有机肥量 X_2 (正效应) > 油渣量 X_3 (正效应);各因子间交互效应对产量影响大小顺序为:补水量×高效有机肥量(正效应) > 补水量×油渣量(负效应) > 高效有机肥量×油渣量(负效应)。产量大于 2 000 kg/667m² (≥ 1.68179) 以上的最佳农艺措施为,补水量 3.51~4.24 kg/(株·次)、施高效有机肥量 339.2~425.2 kg/667m²、施油渣量 21.0~25.7 g/(株·次)。

关键词:压砂地;西瓜;水肥耦合;数学模型;优化方案

中图分类号:S 651 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)17-0008-04

针对宁夏压砂西瓜产业发展的需要,为解决干旱缺水、土壤肥力低下等压砂地绿色 A 级食品西瓜生产力提高的主要限制因素,利用水肥之间的相互作用、以肥调水、以水促肥和提高补灌水分利用效率等方法是提高宁夏中部干旱带压砂地西瓜产量以及降低生产成本的重要手段。该试验以压砂地绿色 A 级食品西瓜为研究对象,分析其在水肥耦合条件下的产量效应,在建立该地区压砂地绿色 A 级食品西瓜产量数学模型的基础上,寻求高产高效水肥优化方案,以期提高水肥利用效率,为实现宁夏地区压砂地绿色 A 级食品西瓜节水高产、高效栽培提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于宁夏中卫市香山乡红圈子三合村,北纬 36°56',东经 105°15',海拔 1 697.8 m。土壤全盐 0.46 g/kg,全氮 0.46 g/kg,全磷 0.48 g/kg,速效氮 10.6 mg/kg,速效磷 8.7 mg/kg,速效钾 98.4 mg/kg,有机质 11.7 g/kg,pH 8.68^[4]。

1.2 试验材料

供试西瓜品种“宁农林科学 1 号”由宁夏农林科学

院种质资源研究所提供。

1.3 试验方法

采用田间随机排列方法,每个小区长 35 m,宽 2 m,面积为 70 m²。于 2012 年 4 月上旬抄砂播入高效有机肥,4 月 25 日播种,6 月 5 日、7 月 10 日、7 月 20 日按照设计方案补水、打孔追施油渣。其它管理与当地常规生产相同。采用 3 因素 5 水平二次回归通用旋转组合设计[R320RGC],以王亚军等^[5]对压砂地水肥配比量的研究为参考,研究压砂西瓜补水覆膜条件下,不同补水量、高效有机肥施用量、油渣施用量及其水肥耦合对西瓜生长发育、生理及产量的影响,以提出不同产量下的水、高效有机肥、油渣优化组合方案,因素水平编码见表 1。

表 1 3 因素水平编码值

Table 1 Code of factor and level

	X_1 补水定额	X_2 667 m ² 施高效有机肥量	X_3 施油渣量	
水平	Irrigation amount	Organic fertilizer amount	Oil scrap	
Level	/kg · 株 ⁻¹ · 次 ⁻¹	per 667 m ² /kg	fertilizer amount per plant/g · 株 ⁻¹	
	+γ	5.52	552.3	36.82
编码变量	+ 1	4.5	450.0	30.0
xi 设计水平	0	3.0	300.0	20.0
r=1.68179	-1	1.5	150.0	10.0
	-γ	0.48	47.7	3.18
变化间距(△)	1.5	150	10	
Span changes				
零水平(0) Level 0	3	300	20	

2 结果与分析

2.1 压砂地西瓜水肥耦合数学模型的建立

水肥耦合模型,可以用二次回归旋转模型表示,即

第一作者简介:郭松(1984-),男,宁夏银川人,硕士,研究实习员,现主要从事西甜瓜新品种引进及栽培技术等研究工作。E-mail: 2001929@163.com.

责任作者:刘声峰(1968-),男,宁夏中卫人,本科,研究员,现主要从事压砂西甜瓜育种及栽培技术等研究工作。E-mail: shengfeng.liu@163.com.

收稿日期:2013-04-10

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^m b_j x_j + \sum_{i < j} b_{ij} x_i x_j + \sum_{j=1}^m b_{ij} x_j^2。$$

根据试验产量结果,以产量为目标函数(y),以补水量(X_1)、施高效有机肥量(X_2)、施油渣量(X_3)3个因素为

表2 压砂西瓜补水量、高效有机肥量、油渣量3个因子的667 m²产量预测值

Table 2 Production forecast per 667 m² under 3 factors of irrigation amount, organic fertilizer and oil scrape fertilizer amount

水平	X_1 补水量对产量的预测	X_2 高效有机肥量对产量的预测	X_3 油渣量对产量的预测
Level	Production forecast under irrigation amount/kg	Production forecast under organic fertilizer amount/kg	Production forecast under oil scrape fertilizer amount
\bar{x}	1 987.856	2 042.105	2 041.413
S	107.988	59.443	44.136
CV	0.054	0.029	0.022

2.2 补水量、施高效有机肥量和施油渣量对压砂西瓜产量的交互效应分析

2.2.1 补水量与施高效有机肥量对压砂西瓜产量的交互效应 由图1可知,补水量与施高效有机肥量对压砂西瓜产量的交互效应表现为,随着灌补水量和施高效有机肥量的增加,压砂西瓜产量均呈现先增加后减小的趋势,当补水量5 kg/(株·次)、高效有机肥施用量为500 kg/667m²时,压砂西瓜产量最高,为2 095.6 kg/667m²。

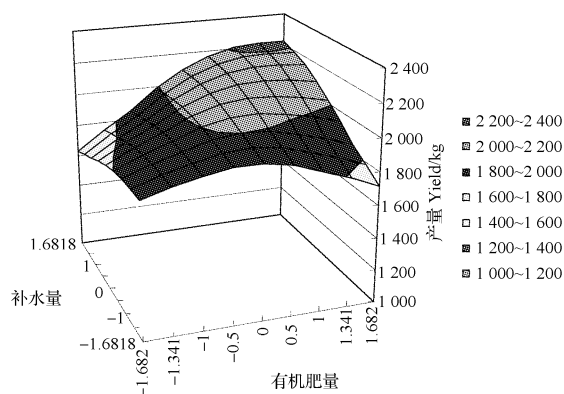


图1 补水量与施高效有机肥量对压砂西瓜产量的交互效应

Fig. 1 Interaction effect of irrigation amount and organic fertilizer amount on yield of sand watermelon

2.2.2 补水量与施油渣量对压砂西瓜产量的交互效应 由图2可知,补水量和施油渣量对压砂西瓜产量的交互效应表现为随着补水量和施油渣量的增加,压砂西瓜产量均呈现先增加后逐渐减小的趋势,当补水量为5 kg/(株·次)、施油渣量30 g/(株·次)时,压砂西瓜产量最高为2 537.1 kg/667m²。

2.2.3 施高效有机肥量与施油渣量对压砂西瓜产量的交互效应 由图3可知,施高效有机肥量和施油渣量对压砂西瓜产量的交互效应表现为随着施高效有机肥量和施油渣量的增加,压砂西瓜产量均呈现先增加后减小的趋势,当施高效有机肥量为500 kg/667m²、施油渣量为30 g/(株·次)时,压砂西瓜产量最高,为2 079.6 kg/667m²。

控制变量,对数据进行计算处理,求得压砂地西瓜水肥耦合回归数学模型。

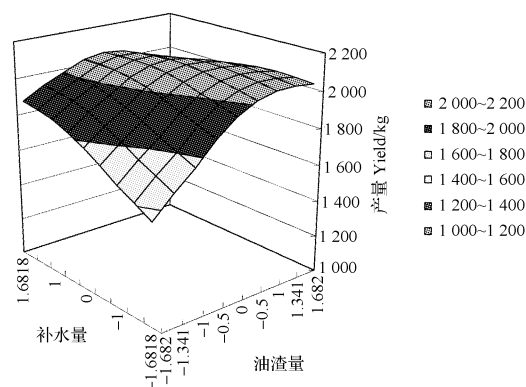


图2 补水量与施油渣量对压砂西瓜产量的交互效应

Fig. 2 Interaction effect of irrigation amount and oil scrape fertilizer amount on yield of sand watermelon

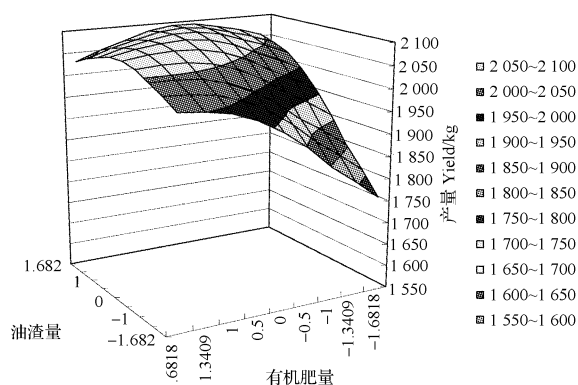


图3 施高效有机肥量与施油渣量对压砂西瓜产量的交互作用

Fig. 3 Interaction effect of organic fertilizer amount and oil scrape fertilizer amount on yield of sand watermelon

2.2.4 优化组合及推荐指标 根据已建立的压砂地水肥耦合优化数学模型,编制计算程序,在-1.68179~+1.68179之间取7个水平(-1.68179、-1、-0.5、0、+0.5、+1、+1.68179),进行不同目标下的最优组合方案模拟。构成7³=343个生产因素组合,通过模拟求得产量在1 500~1 800 kg/667m²有97个组合,在1 800~2 000 kg/667m²有194个组合,在2 000~

2 300 kg/667m² 有 52 个组合,其中最主要能代表产量区间的最优组合方案见表 3。在试验 -1.68179 ≤ x_i ≤ 1.68179 的约束条件下,采用频率分析法,对产量模型进行模拟,产量大于 2 000 kg/667m² 的方案中最佳农艺措施为:补水量 3.51~4.24 kg/(株·次)、施高效有机肥量 339.2~425.2 kg/667m²、施油渣量 21.0~25.7 g/(株·次)。因此,跟据不同产量水平下的因素最优组合方案为:①压砂西瓜产量 1 200~1 500 kg/667m²,补水定额 3 kg/(次·穴),施高效有机肥 300 kg/667m²,施油渣量 15 g/(株·次);②压砂西瓜产量 1 600~1 900 kg/667m²,补水定额 4 kg/(次·穴),施高效有机肥 400 kg/667m²,施油渣量 20 g/(株·次);③压砂西瓜产量 2 000~2 300 kg/667m²,补水定额 4.5 kg/(次·穴),施高效有机肥 468 kg/667m²,施油渣量 26 g/(株·次)。最高值的各因素组合为 $X_1(1.68179) + X_2(1.68179) + X_3(-1.68179) = Y_{\max}(2\ 294.02\ \text{kg}/667\text{m}^2)$ 。3 个因素对产量影响的频率 \bar{x} 系数的大小顺序为:补水量的频率系数 0.58 > 高效有机肥的频率系数 0.548 > 油渣量的频率系数 0.233。同时,从回归子模型方程的一次项对产量影响大小顺序亦同样如此。所以,3 个因素对压砂西瓜产量主效应影响大小顺序为:补水量 > 施高效有机肥量 > 施油渣量。

表 3 最优组合 52 个方案中各变量取值的频率分布

Table 3 Frequency distribution of each variable values in optimal combination of 52 scheme

水平 Level	X ₁		X ₂		X ₃	
	次数 Times	频率 Frequency	次数 Times	频率 Frequency	次数 Times	频率 Frequency
-1.68179	1	0.01923	4	0.07692	8	0.15385
-1	5	0.09615	5	0.09615	9	0.17308
0	18	0.34615	13	0.25	10	0.19231
1	15	0.28846	15	0.28846	11	0.21154
1.68179	13	0.25	15	0.28846	14	0.26923
合计次数 Total	52	1	52	1	52	1
均数 Mean	0.58		0.548		0.233	
标准误 Se	0.125		0.147		0.171	
Sample standard deviation						
95%置信区间 Confidence interval	0.336~0.825		0.261~0.835		-0.103~0.568	
最优农艺措施 Range of apply fertilizer	3.51~4.24 kg		339.2~425.2 kg		21.0~25.7 g	

3 结论

由试验模拟及计算频数分析,结合 3 个因素对压砂西瓜产量单因素和交互作用,表现出补水量和施高效有机肥量对压砂西瓜产量总体表现为正效应,施油渣量表现为负效应。3 个因素对压砂西瓜产量的交互效应表现为,随着灌水量和高效有机肥量的增加,压砂西瓜产量均呈现先增加后减小的趋势,且当补水量为 5 kg/(株·次)、高效有机肥量为 500 kg/667m² 时,压砂西瓜产量最高。补水量和施油渣量对压砂西瓜产量的交互效应表现为随着补水量和施油渣量的增加,压砂西瓜产量均呈现先增加后逐渐减小的趋势,当补水量为 5 kg/(株·次)、施油渣量 30 g/(株·次)时,压砂西瓜产量最高。随着施高效有机肥量和施油渣量的增加,压砂西瓜产量均呈现先增加后减小的趋势,且当施高效有机肥量为 500 kg/667m²、施油渣量为 30 g/(株·次)时,压砂西瓜产量最高。

在试验的约束条件下采用频率分析法,对产量模型进行模拟,适合压砂西瓜产量 2 000 kg/667m² 以上的最佳农艺措施为:补水量 3.51~4.24 kg/(株·次)、施高效有机肥量 339.2~425.2 kg/667m²、施油渣量 21.0~25.7 g/(株·次)。

参考文献

- [1] 韩丙芳,田军仓.膜侧灌甜菜水肥耦合产量效应研究[J].中国农村水利水电,2008(3):39-43.
- [2] 陈修斌,邹志荣,姚静.日光温室西葫芦水肥耦合效应量化指标研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2004,32(3):49-51.
- [3] 姚静,邹志荣,杨猛.日光温室水肥耦合对甜瓜产量影响研究初探[J].西北植物学报,2004,24(5):890-894.
- [4] 田军仓,韩丙芳,李应海,等.膜上灌玉米水肥耦合模型及其最佳组合方案研究[J].沈阳农业大学学报,2004,35(5/6):396-398.
- [5] 王亚军,谢忠奎.甘肃砂田西瓜覆膜补灌效应研究[J].中国沙漠,2003,23(3):300-305.
- [6] 扬德.试验设计与分析[M].北京:中国农业出版社,2002.
- [7] 马逢时,何良材,余明书,等.应用概率统计(上册)[M].北京:高等教育出版社,1989.
- [8] 王海艺,韩烈保,黄明勇.干旱条件下水肥耦合作用机理和效应[J].中国农学通报,2006,22(6):124-125.
- [9] 王同朝,魏国庆,吴克宁,等.水资源亏缺水肥耦合对作物的影响[J].河南农业科学,1999(10):10-11.
- [10] 马艳丽,王鹏.植物在干旱中的适应机制研究进展[J].河北林果研究,2010(4):359-361.
- [11] 王智琦,马忠明,张立勤.水肥耦合对作物生长的影响研究综述[J].甘肃农业科技,2011(5):44-48.

Optimized Combination Scheme and Water-Fertilizer Coupling Model on Watermelon in Sand Field

GUO Song, LIU Sheng-feng, YU Rong, WANG Zhi-qiang, TIAN Mei, DONG Rui

(Institute of Germplasm Resources, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002)

抗寒无核葡萄胚挽救影响因素的研究

赵 凯, 刘 巧, 张剑侠, 牛茹萱, 李桂荣, 王跃进

(西北农林科技大学 园艺学院, 农业部西北园艺植物种质资源利用重点开放实验室, 旱区作物逆境生物学重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以 7 个种子败育型无核葡萄作母本, 2 个抗寒欧山杂种为父本进行杂交, 将杂交胚珠接种于培养基上进行胚挽救, 研究了不同培养基配方、不同种类氨基酸、亲本基因型对胚发育率和成苗率的影响。结果表明:在 3 种胚珠培养的培养基中, 以 ER+水解络蛋白(CH)500 mg/L+GA₃ 0.5 mg/L+IAA 1.5 mg/L 培养基获得了最高的胚发育率和成苗率, 但 CH 和 GA₃+IAA 的添加对胚发育率及成苗率无显著影响;添加不同种类氨基酸对‘波尔莱特’×‘北醇’组合胚的发育率及成苗率有不同影响, 以 1 mmol/L 丝氨酸的促进效果明显, 烟酸的添加对胚发育率和成苗率有一定的抑制作用。在以欧山杂种(‘玫瑰香’×‘黑龙江实生’)‘00-1-5’作父本的 6 个杂交组合中, 以‘京大晶’作母本获得了最高胚发育率和成苗率, 分别为 36.66%和 4.16%;在以欧山杂种‘北醇’作父本的 2 个杂交组合中, 分别以‘皇家秋天’和‘红无籽露’作母本, 胚的发育率和成苗率无差异;以‘北醇’作父本比‘00-1-5’作父本胚的发育率和出苗率有所提高, 但结果不显著。通过该研究共获得了抗寒无核葡萄胚挽救新种质 39 个株系。

关键词:无核葡萄;抗寒性;种质;胚挽救

中图分类号:S 663.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)17-0011-05

无核葡萄育种是国内外葡萄育种的重要课题。无核葡萄分为单性结实和假单性结实 2 类, 假单性结实是指经过授粉受精, 但胚和胚乳发育一段时间后便停止, 从而导致种子败育, 最终只留下种痕, 无法获得具有萌发能力的种子^[1], 育种上主要是利用这一类型的无核葡萄。

第一作者简介:赵凯(1986-), 男, 硕士研究生, 现主要从事葡萄种质资源与生物技术育种研究工作。E-mail: zhaokai2005zjj@163.com.

责任作者:张剑侠(1964-), 男, 博士, 副教授, 硕士生导师, 现主要从事果树育种的科学与科研工作。E-mail: zhangjx666@126.com.

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项基金资助项目(CARS-30-yz-7);陕西省科技攻关资助项目(2011K02-10)。

收稿日期:2013-04-09

传统的无核育种是以有核葡萄为母本与无核葡萄进行杂交, 如新品种‘瑞香无核’、‘无核脆宝’, 即以这种方法选育获得, 但该方法杂交后代中无核率较低, 一般为 0~15.9%^[2]。1982 年, Ramming 等^[3]首次以无核葡萄作母本, 通过对胚珠进行体外培养获得了后代, 创建了无核葡萄胚挽救技术;该技术的应用不仅使采用假单性结实的无核葡萄品种作母本成为现实, 而且可使杂交后代的无核率达到 82%, 且缩短育种年限 4~5 a, 目前胚挽救技术已成为国内外无核葡萄育种的重要方法而被广泛应用^[4-7]。无核葡萄品质优良, 但抗寒性差, 限制了其在寒冷地区的发展。中国野生葡萄资源丰富, 其中的山葡萄抗寒性最强, 能耐-40℃的低温, 是十分重要的抗寒种质资源^[8-10]。因此将山葡萄的抗寒性与无核葡萄的无核及优质的特性相结合是抗寒无核葡萄育种的

Abstract: To satisfy the need of sand watermelon industry in Ningxia, taking ‘Ningnongke No. 1’ watermelon as material, using three factors and five levels of quadratic regression general rotation design, under the conditions of the sand, the effect of different irrigation amount, different organic fertilizer amount, different oil scrap fertilizer amount and water-fertilizer coupling on the yield of sand watermelon were studied, and the main factors effect, single factor effect and interaction of them were analyzed. The results showed that effect of main factors on the yield were Irrigation amount X_1 (positive effect) > Organic fertilizer X_2 (positive effect) > Oil scrap fertilizer X_3 (positive effect); interaction between factors on the yield were: Irrigation amount × Organic fertilizer (positive effect) > Irrigation amount × Oil scrap fertilizer (negative effect) > Organic fertilizer × Oil scrap fertilizer (negative effect). Agronomic measures of yield greater than 2 000 kg/667m² were irrigation amount 3.51~4.24 kg per plant everytime, organic fertilizer 339.2~425.2 kg/667m², oil scrap fertilizer 21.0~25.7 g per plant everytime.

Key words: sand field; watermelon; water-fertilizer coupling; mathematical model; optimized scheme