

西兰花高产高效栽培中主要栽培因子与其生育期和产量关系的数学模型研究

刘伟明¹, 汪恩国²

(1. 台州科技职业学院, 浙江 黄岩 318020; 2. 临海市植物保护站, 浙江 临海 317000)

摘要:为实施西兰花的高产高效栽培,以西兰花“绿雄 90”为试材,选择定植苗龄、种植密度、氮肥用量 3 个主要栽培因子布置田间试验,测定有关参数,建立西兰花生产中的主要栽培因子与生育期和产量的数学模型。结果表明:定植苗龄(x_1)、种植密度(x_2)、氮肥用量(x_3)对其生育期(y_1)和产量(y_2)影响的数学模型为 $y_1 = 75.1322 + 1.6361x_1 - 0.0001x_2 + 0.0014x_3$ ($r = 0.8888^{**}$), $y_2 = 14\,999.1852 + 404.0006x_1 - 0.1986x_2 + 3.6196x_3$ ($r = 0.6058^{**}$)。利用模型组创西兰花标准化栽培技术,对开展西兰花生产决策和调控具有良好的指导和参考作用。

关键词:西兰花;定植苗龄;种植密度;氮肥用量;生育期;产量;数学模型

中图分类号:S 635.9 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2012)08-0048-03

浙江省台州市是全国最大的冬春西兰花生产基地,近年来随着西兰花产业的发展和提升,形成了“合作社+企业+基地+农户”的生产、收购、加工、运销的基本模式,进入了从外销为主向内外销并举转变的发展阶段。为了提升西兰花产品品质和效益,适应国内外市场消费需求,提高安全优质栽培水平,加强定植苗龄、种植密度、氮肥用量研究是重要的基础。以往涉及到西兰花定植苗龄、种植密度、氮肥用量的栽培研究虽有报道^[1-10],但综合研究定植苗龄、种植密度、氮肥用量等对西兰花生育期和产量的影响,组建诸主要栽培因子对西兰花生育期和产量影响的数学模型方面却尚未见报道。

第一作者简介:刘伟明(1959-),男,浙江温岭人,硕士,农业推广研究员,教授,现主要从事农学和园艺专业的相关研究与技术推广工作。E-mail:lwmm4567878@163.com。

基金项目:台州市科技计划资助项目(071TG04)。

收稿日期:2012-01-09

为更好地进行西兰花生产技术的科学决策和调控,实现西兰花生产的安全优质高产高效,特开展该试验。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2005 年 8 月至 2006 年 3 月在临海市西兰花出口生产基地内实施,前作为空闲地,土壤类型为沿海沉积土,肥力中等。

1.2 试验方法

西兰花品种为“绿雄 90”。苗龄试验设 6 个处理,分别为 25、30、35、40、45、50 d,3 次重复,随机区组排列,小区面积 12 m²;密度试验设 7 个处理,分别为 24 000、27 750、30 000、33 000、36 750、42 000、48 000 株/hm²,其行距为 0.6 m,株距分别为 0.70、0.60、0.55、0.50、0.45、0.40、0.35 m,小区面积 18 m²,3 次重复,随机区组排列;氮肥用量试验设 4 个处理,分别为纯 N 150、375、600、825 kg/hm²,具体施肥方法见表 1,3 次重复,随机区组排列,小区面积 15 m²。

Effect of Iron Application on Yield and Quality in Pea Sprouts

LU Feng-gang

(Baoding Vocational and Technical College, Baoding, Hebei 071051)

Abstract: Taking the pea sprouts as test materials, the effect of different source of iron with 0~120 mg/L FeSO₄ concentration on yield, vitamin C, soluble sugar, amino acid and active iron were studied. The results showed that the yield, vitamin C, soluble sugar, amino acid and active iron were improved with different concentrations of FeSO₄. According to comprehensive measure index of yield and quality, the suitable content of FeSO₄ was 60~80 mg/L.

Key words: pea sprouts; FeSO₄; soaked seeds; yield; nutritional quality

表 1 西兰花大田氮素营养供给和施肥方法试验设计

处理	施肥量/kg·hm ⁻²					合计
	第 1 次追肥 (10 月 22 日)	第 2 次追肥 (11 月 8 日)	花芽分化肥 (11 月 27 日)	现蕾肥 (12 月 13 日)	结球肥 (12 月 21 日)	
1	15.0	30	30	45.0	30	150
2	37.5	75	75	112.5	75	375
3	60.0	120	120	180.0	120	600
4	82.5	165	165	247.5	165	825

1.3 模型的建立与应用

把试验测得的各项组合参数,经 DPS 软件^[11]进行多元回归分析,建立定植苗龄、种植密度、氮肥用量对生育期和产量影响的多元回归数学模型,利用建立的模型,对西兰花生产技术进行科学决策和调控,组建标准化栽培技术体系。

表 2 西兰花不同苗龄处理与生育期、产量关系

苗龄/d	生育期调查/月-日				生育天数测定/d			商品花球	
	播种期	定植期	现蕾期	采收期	营养生长期	花球生育期	全生育期	合格率/%	产量/kg·hm ⁻²
25	8-20	9-14	11-8	12-11	80	33	113	78	20 955
30	8-20	9-19	11-14	12-18	86	34	120	85	24 596
35	8-20	9-24	11-21	12-26	93	35	128	93	26 597
40	8-20	9-29	11-28	1-5	100	38	138	89	28 709
45	8-20	10-4	12-7	1-14	109	38	147	84	25 290
50	8-20	10-9	12-16	1-26	118	41	159	73	21 927
平均	8-20	9-26	11-25	12-18	97.7	36.5	134.2	84	24 679

2.2 不同种植密度处理的结果分析

通过不同种植密度处理与生育期的关系测定结果(表 3)表明,随着种植密度的提高,株高降低,植株开展度下降,单株叶片数减少,现蕾期提早,全生育期减少。经统计分析,种植密度(x_2)与定植至现蕾期天数(f)、全生育期(y_1)存在极显著的线性关系,其回归数学模型分别为: $f = 73.867 - 0.0005x_2$ ($r = -0.9662^{**}$), $y_1 = 153.71 - 0.0006x_2$ ($r = -0.9663^{**}$)。在不同种植密度处理中,以 36 750 株/hm² 处理的产量最高,达到 32 622.0 kg/hm²,然后依次为 33 000、42 000、30 000、48 000、27 750 和 24 000 株/hm² 处理,产量分别为 32 127.0、30 088.5、29 232.0、28 153.5、28 101.0、25 357.5 kg/hm²。统计分析表明,种植密度(x_2)与花球产量(y_2)存在极显著的二项式曲线关系,其回归数学模型为: $y_2 = -0.00004x_2^2 + 2.8151x_2 - 21 740$ ($r = 0.9571^{**}$)。

表 3 西兰花不同种植密度植株主要性状数值测定

密度 /株·hm ⁻²	株高 /cm	开展度 /cm	叶片数 /张·株 ⁻¹	现蕾期 /月-日	定植至现 蕾/d	全生育 期/d	产量 /kg·hm ²
24 000	63.3	83.8	20.0	12-1	64	142	25 357.5
27 750	67.2	80.0	19.6	11-27	60	137	28 101.0
30 000	63.4	73.3	19.4	11-25	58	135	29 232.0
33 000	61.7	69.2	19.2	11-24	57	133	32 127.0
36 750	57.9	64.0	18.7	11-22	55	131	32 622.0
42 000	53.3	61.9	18.4	11-21	54	130	30 088.5
48 000	52.4	59.8	17.5	11-18	51	126	28 153.5

2.3 氮肥用量与花球主要性状变化关系分析

由表 4 可知,当氮素营养为 600 kg/hm² 水平时,花

2 结果与分析

2.1 不同苗龄处理的结果分析

通过西兰花不同苗龄定植处理对生育期变化的测定(表 2)表明,西兰花不同苗龄定植的全生育期存在较大差异,其幅度为 113~159 d。总体随定植苗龄增加,其定植至现蕾天数、大田营养生长期、花球生育期、定植至采收天数、全生育期随之拉长。通过对定植苗龄(x_1)与生育期(y_1)关系的统计分析可知,二者存在极显著的线性关系,其回归数学模型为: $y_1 = 1.8343x_1 + 65.381$ ($r = 0.9963^{**}$)。随定植苗龄的增加,其花球蕾粒密度、商品花球合格率、花球产量呈“低-高-低”曲线变化,其定植苗龄(x_1)与花球产量(y_2)的回归数学模型为: $y_2 = -40.497x_1^2 + 3 089x_1 - 31 257$ ($r = 0.9721^{**}$)。

球直径、花球单重和产量最大,各为 13.3 cm、476.85 g 和 21 611 kg/hm²,此后,随着施氮量的增加,花球直径、单重甚至产量都有一定的下降。花球蕾粒粗细是随着氮肥用量的增加,花球蕾粒变细,施氮量多的花球蕾粒明显要比施氮量少的处理细。就商品花球合格率而言,以氮肥用量 375 kg/hm² 处理的为最高,达到 89.6%,此后,随着氮肥用量的增加或减少,商品花球合格率均呈下降趋势,以施氮量 150 kg/hm² 处理的商品花球合格率最低,为 76.2%。经统计分析表明,随氮肥用量(x_3)水平的提高,其花球产量(y_2)呈二项式曲线变化,其回归数学模型分别为: $y_2 = -0.03x_3^2 + 32.986x_3 + 12 999$ ($r = 0.9870^{**}$)。

表 4 西兰花不同氮素用量对花球商品性状的影响

氮肥用量 /kg·hm ⁻²	球径 /cm	球重 /g	花蕾粗细 /粒·cm ⁻²	花球合格率 /%	产量 /kg·hm ⁻²
150	12.5	421.35	76	76.2	17 142
375	13.2	450.60	87	89.6	21 545
600	13.3	476.85	102	83.8	21 611
825	12.8	469.95	116	79.4	19 944

2.4 多元决策调控数学模型及其应用

2.4.1 多元决策调控数学模型的建立 综合定植苗龄、种植密度、氮肥用量 3 个因素与生育期、产量关系的研究结果,经逐步回归,形成全生育期(y_1)与定植苗龄(x_1)、种植密度(x_2)、氮肥用量(x_3)多元回归数学模型: $y_1 = 75.1322 + 1.6361x_1 - 0.0001x_2 + 0.0014x_3$ ($r =$

0.8888^{**});产量(y_2)与定植苗龄(x_1)、种植密度(x_2)、氮肥用量(x_3)多元回归数学模型: $y_2 = 14\ 999.1852 + 404.0006x_1 - 0.1986x_2 + 3.6196x_3$ ($r=0.6058^{**}$)。

2.4.2 多元决策调控数学模型的应用 应用多元决策调控数学模型,可开展决策和调控应用,也可按市场需求和期望目标为生产设计、决策和调控提供参考。例如,若期望全生育期调控 130~140 d,产量目标 24 000~26 000 kg/hm²,则密度、苗龄和施氮肥(纯 N)组合可采取苗龄 35~40 d、密度 33 000~36 750 株/hm²、施纯氮量为 375~600 kg/hm²。众所周知,西兰花安全生产追逐的是效益,在一定程度上效益不在于产量,重要的是在于市场价格。对此也可按照此模型,依据市场预期和价格变动规律进行布局安排。

3 结论与讨论

试验结果表明,西兰花不同苗龄或密度处理的全生育期存在较大差异,不同苗龄定植的生育期幅度为 113~159 d,总体随定植苗龄增加,其定植至现蕾天数、大田营养生长期、花球生育期、定植至采收天数、全生育期随之拉长,并存在极显著的线性关系。同样,不同种植密度的生育期变幅为 126~142 d,随种植密度的增加,西兰花现蕾期提早,全生育期缩短。这对西兰花安全生产决策具有重要意义。

试验结果表明,随着定植苗龄、种植密度和氮肥用量的增加,花球产量表现为非线性变化趋势,即呈“低-高-低”变化态势,西兰花花球产量与定植苗龄、种植密度和氮肥用量呈二项式曲线关系。对此,生产中必须十分

注意定植苗龄、种植密度和氮肥用量等农艺方案的合理组合。

通过定植苗龄、种植密度、氮肥用量对生育期和产量变化关系的研究,组建了相应的多元决策调控数学模型。应用多元决策调控数学模型,可开展决策和调控应用,也可按市场需求和期望目标进行生产设计、决策和调控,对开展西兰花生产设计具有良好的指导意义。

参考文献

- [1] 诸海焘,吕卫光,余廷园.不同氮肥用量对青花菜品质和产量的影响[J].北方园艺,2006(1):6-7.
- [2] 张朝轩,谢祝捷,陈澍棠,等.阶段施用氮肥量对青花菜产量和品质的影响[J].上海农业学报,2008,24(2):78-80.
- [3] 应泉盛,朱祝军,李伟龙,等.氮、钙营养对青花菜花球品质的影响[J].浙江农业科学,2005(5):346-348.
- [4] 陈春秋.秋种青花菜的播期和密度试验[J].中国蔬菜,1998(3):35.
- [5] 张青,高春梅,白志荣,等.青花菜的栽培密度与施肥研究[J].内蒙古农业科技,2005(6):41-42,53.
- [6] 刘伟明,何道根,何贤彪.种植密度和氮肥对绿雄 90 西兰花产量与商品性的影响[J].浙江农学报,2011,23(6):545-551.
- [7] 秦勇,林成.品种、密度及氮肥对夏播青花菜产量的影响[J].蔬菜,2001(9):27-28.
- [8] 刘伟明,林俊,汪恩国.主要栽培技术对西兰花产量与品质的影响[J].中国农学通报,2010,26(15):274-280.
- [9] 飞兴文,张翠萍,王树明,等.西兰花对氮磷钾的需求特性及施肥效益分析[J].农业科技通讯,2010(10):75-76.
- [10] 何道根,刘伟明,何晓彪.西兰花穴盘育苗技术研究[J].中国农学通报,2010,26(2):171-175.
- [11] 唐启义.实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002.

Research on the Mathematical Models Between the Main Cultivation Factor and Reproductive Stage and Yield of Broccoli

LIU Wei-ming¹, WANG En-guo²

(1. Taizhou Vocational Institute of Technology, Huangyan, Zhejiang 318020; 2. Plant Protection Station of Linhai City of Zhejiang, Linhai, Zhejiang 317000)

Abstract: In order to strengthen the competitiveness of broccoli industry, a set of mathematical models between the plantation seedling (x_1), the planting density (x_2), the usage of nitrogenous fertilizer (x_3) and the reproductive stage (y_1) and yield (y_2) by the comprehensive research on these factors were constructed which regulated the reproductive stage and yield. The results showed that $y_1 = 75.1322 + 1.6361x_1 - 0.0001x_2 + 0.0014x_3$ ($r = 0.8888^{**}$), $y_2 = 14\ 999.1852 + 404.0006x_1 - 0.1986x_2 + 3.6196x_3$ ($r = 0.6058^{**}$). The rational use of the mathematical models made an important direction and referential value on safe allocation of production and standard cultural techniques in broccoli.

Key words: broccoli; plantation seedling age; plantation density; usage of nitrogenous fertilizer; reproductive stage; yield; mathematical models