

## 花椰菜高产配方施肥参数研究

陈海平<sup>1</sup>, 董荷玲<sup>2</sup>, 赵永彬<sup>1</sup>, 王骄阳<sup>1</sup>

(1. 浙江省台州市农业科学研究院, 浙江临海 317000; 2. 浙江省台州市农业技术推广总站, 浙江椒江 318000)

**摘要** [目的]建立台州市花椰菜主产区的施肥模式。[方法]对台州市花椰菜主产区土壤进行检测,分析土壤营养成分,结合当地的施肥习惯,调整施肥量,进行配方施肥试验。[结果]依据蔬菜配方肥料用量的养分平衡法获得参数之间的函数关系。[结论]台州市花椰菜主产区对氮肥需求量大,对磷钾肥需求量小。

**关键词** 花椰菜;测土;配方施肥;参数;施肥模式

**中图分类号** S635.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)34-0037-03

## Study on Fertilization Parameters of High Yield Formula for Cauliflower

CHEN Hai-ping<sup>1</sup>, DONG He-ling<sup>2</sup>, ZHAO Yong-bin<sup>1</sup> et al (1. Taizhou Agricultural Research Academy of Zhejiang Province, Linhai, Zhejiang 317000; 2. Taizhou Agricultural Technology Extension Station of Zhejiang Province, Jiaojiang, Zhejiang 318000)

**Abstract** [Objective] To set up a fertilization model for cauliflower producing areas in Taizhou City. [Method] Based on testing the soil of cauliflower producing areas in Taizhou City, to analyze soil nutrients in combination with local fertilization habit and adjust fertilizing amount to conduct formula fertilization test. [Result] According to nutrient balance method of vegetable formula fertilization, to work out relevant parameters and functional relationships among them. [Conclusion] At cauliflower producing areas in Taizhou City, the demand to nitrogen fertilizer was big, but the phosphorus and potash fertilizer were small.

**Key words** Cauliflower; Soil test; Formula fertilization; Parameters; Fertilization model

花椰菜又名菜花、花菜,是十字花科芸薹属甘蓝种的一个变种,是一种世界性的蔬菜。100多年前传入我国,种植面积已由1961年的3.6万hm<sup>2</sup>发展到2003年的35.3万hm<sup>2</sup>,占世界花椰菜总种植面积的37.51%。花椰菜是台州市的优势农业产业,目前生产面积已经超过4000hm<sup>2</sup>,产品销往全国各地,也出口到日本、欧盟和东南亚等地。随着花椰菜产业的壮大,经年累月的种植,加上种植户随意施用化肥,造成土壤、植物养分平衡失调,对花椰菜的产量与品质造成了影响,更重要的是作物吸收后所残留的肥料随着灌溉或降水而产生径流、淋溶或侧渗,其积累效应对土壤和地下水造成污

染<sup>[1-2]</sup>,使土地的理化性质发生改变,病虫害开始流行,产业的可持续发展遭遇瓶颈。为此,通过开展测土配方试验,拟建立一套可行性强、具有实际参考价值的施肥模型,以寻求最佳经济施肥量<sup>[3-4]</sup>。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验安排在浙江临海上盘镇花椰菜主栽区内进行,采集0~30cm厚土壤样本进行理化性质检测,土壤理化性质的测定采用《土壤分析技术规范》<sup>[5]</sup>,结果见表1。

表1 各土壤养分含量  
Table 1 Soil nutrient content

土壤编号 Soil number	碱解氮 Available nitrogen mg/kg	有效磷 Available phosphorus mg/kg	速效钾 Available potash mg/kg	有机质 Organic matter g/kg	pH	全盐 Total salt g/kg
1	99.6	9.83	190	26.8	6.12	0.50
2	174.0	35.80	205	27.8	6.06	0.45
3	162.0	49.50	215	30.3	5.98	0.47
4	135.2	25.30	198	26.8	6.25	0.53

**1.2 材料** 供试肥料为单质肥料:含N46%的尿素、含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>12%的过磷酸钙、含K<sub>2</sub>O3%的硫酸钾;供试种子为当地主栽中晚熟品种雪王120天。

**1.3 试验设计** 选用“3414”部分实施方案设计方法<sup>[6]</sup>,试验设5个处理(表2):无肥区(CK)、无氮区(PK)、无磷区(NK)、无钾区(NP)、氮磷钾区(NPK),记为处理①~⑤,随机排列,每处理3次重复,小区面积30.6m<sup>2</sup>,每小区96株,

小区之间设置保护行,施肥量以当地种植户的施肥习惯为参考。根据采集的土壤养分检测结果及土壤有效养分丰缺状况的分级指标显示,土壤中碱解氮缺乏,有效磷严重缺乏,速效钾较适宜。氮肥按试验总量的30%作底肥;磷在土壤中流失较慢,具有储备性,故大部分磷肥(80%)作为基肥施入;钾肥在花椰菜后期需肥量大,在追肥中施用。

**1.4 计算方法** 花椰菜花球的采收标准:(17.5~18.5)cm×(11.5~12.5)cm。

土壤养分利用系数(%) = 缺素区蔬菜地上部分吸收该元素量(kg/hm<sup>2</sup>) / [该元素土壤养分测定值(mg/kg) × 2.25]

(1)

肥料利用率(%) = [施肥区蔬菜作物吸收养分量 (kg/hm<sup>2</sup>) - 缺素区蔬菜作物吸收养分量 (kg/hm<sup>2</sup>)] / [肥料施用量 (kg/hm<sup>2</sup>) × 肥料中养分含量] (2)

表2 花椰菜肥料试验方案

Table 2 Plan for the fertilizer test of cauliflower kg/区

处理 Treatment	氮肥 Nitrogen fertilizer	磷肥 Phosphorus fertilizer	钾肥 Potash fertilizer
①	0	0	0
②	0	4.08	1.26
③	3.45	0	1.26
④	3.45	4.08	0
⑤	3.45	4.08	1.26

表3 不同土壤各个处理产量

Table 3 Yield of different treatments in soil

kg/hm<sup>2</sup>

处理 Treatment	土壤编号 Soil number			
	1	2	3	4
①	11 230.5	12 739.5	11 758.5	11 697.0
②	17 533.5	25 393.5	23 676.0	20 958.0
③	29 853.0	40 095.0	40 111.5	38 383.5
④	36 400.5	45 481.5	43 212.0	39 574.5
⑤	42 352.5	47 236.5	44 439.0	43 336.5
平均 Mean	34 189.5 aA	32 638.5 abA	30 790.5 bAB	27 204.0 cB

注:同行数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ );同行数据后不同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ )

Note: Different lowercase letters within the same line indicate significant differences ( $P < 0.05$ ), different capital letters within the same line indicate extremely significant differences ( $P < 0.01$ )

样3、4之间的产量表现无显著差异,土样2、4之间,土样4、1之间的产量存在显著差异;在0.01水平下,土样2、3、4之间,土样4、1之间的产量无显著差异,土样2、3与1的产量存在显著差异。由此表明,土样2的综合肥力水平最高,土样1的综合肥力水平最低,土样3和4不存在显著差异。

## 2.2 施肥参数研究

### 2.2.1 目标产量的确定。各土壤取无肥区的产量为空白产

配方肥料用量的计算采用养分平衡法;在目标产量确定后,采用土壤有效养分校正系数法计算各配方参数<sup>[5]</sup>。

某养分元素的施用量(kg/hm<sup>2</sup>) = (作物单位产量吸收量 × 目标产量 - 土壤供肥量) / 肥料当年利用率 (3)

土壤供应量(kg/hm<sup>2</sup>) = 土壤养分测定值(mg/kg) × 2.25 × 土壤养分利用系数 (4)

## 2 结果与分析

**2.1 各处理对花椰菜产量的影响** 将每小区产量换算成公顷产量,各处理取3次重复的平均值。由表3可知,处理③、④、⑤和处理①、②产量表现差异明显,表明同一土样氮肥施用对花椰菜产量有着极大的影响。

经过多重比较(表3),在0.05水平下,土样2、3之间,土

量(x),其余处理中以产量最高的作为目标产量(Y)。各个土壤空白产量与对应的目标产量见表4。对空白产量和实测目标产量进行回归分析,得到一函数关系式,即确定花椰菜目标产量的经验公式,将其他地块的无肥区的产量代入该公式,就能得到该地块的理论目标产量。

**2.2.2 花椰菜生产单位产量的养分吸收量。**每生产1 000 kg花椰菜吸收氮、磷、钾的量分别是13.40、3.90、9.59 kg<sup>[5]</sup>。

表4 各土壤的空白产量与目标产量

Table 4 The blank and target yield of each soil

kg/hm<sup>2</sup>

参数 Parameter	土壤编号 Soil number			
	1	2	3	4
空白产量(x) Blank production	11 230.5	12 739.5	11 758.5	11 697.0
实测产量 Measure production	42 352.5	47 236.5	44 439.0	43 336.5
目标产量理论值 Theoretical value of target yield	41 356.5	47 523.0	43 603.5	43 347.0
回归方程 Regression equation	$Y = 3\ 260.8 \ln x - 18\ 824.0$			

**2.2.3 土壤养分利用系数。**根据式(1)计算出各土壤中氮、磷、钾的速效养分利用系数(表5)。对表中的测定值(x)和养分利用系数(y)进行统计分析,得出它们的函数关系式,碱解氮测定值N(x<sub>1</sub>)、有效磷测定值P(x<sub>2</sub>)、速效钾测定值K(x<sub>3</sub>)与其利用系数y函数关系式分别为: $y = -1.260\ 3 \ln x_1 + 6.877\ 4$ ;  $y = -3.482\ 1 \ln x_2 + 15.183\ 0$ ;  $y = -2.225\ 9 \ln x_3 + 12.863\ 0$ 。从这3个函数关系式可看出,在4地块当前土壤营养状态下,养分测定值和养分利用系数存在负相关。

**2.2.4 肥料利用率。**从表6可看出,花椰菜对氮肥的利用率比较高,氮肥的丰缺对花椰菜的生长发育有较大的影响;

花椰菜对磷钾肥的敏感性不高,且土壤中磷肥流失慢,具有储备性,因此不宜过量施入磷肥;供试地块土壤的钾含量比较合适,但是土样2、3钾含量高于土样1、4,田间试验表现出肥料利用率存在差异,说明花椰菜对钾肥的多寡是比较敏感的。

**2.2.5 施肥量的确定。**以上试验已经获得4块地的施肥参数,通过式(3)、(4)可以求出这4块地的施肥模型(表7)。由此可知,只要对试验地其他地块的无肥产量和土壤养分测定值进行了解,就可以根据该试验结果初步得到该地块种植花椰菜的氮、磷、钾施肥模型。

### 3 结论

通过测定台州市花椰菜主产区土壤中的氮、磷、钾含量,对其肥力现状有所了解:碱解氮缺乏,有效磷严重缺乏,速效钾较适宜;花椰菜商品球对氮肥的需求量大,试验中施入氮

肥的处理比未施氮肥的处理产量高且商品性佳;在该土壤情况下,钾肥、磷肥对花椰菜的商品性影响不大。根据试验确定了台州市主产区花椰菜的施肥参数,获得了该地区花椰菜主产区的施肥模型。

表 5 各土壤元素测定值及其养分利用系数

Table 5 Determination of soil elements and their nutrient utilization coefficient

土壤编号 Soil number	碱解氮 Available nitrogen mg/kg	有效磷 Available phosphorus mg/kg	速效钾 Available potash mg/kg	碱解氮利用系数 Utilization coefficient of available nitrogen//%	有效磷利用系数 Utilization coefficient of available phosphorus//%	速效钾利用系数 Utilization coefficient of available potash %
1	99.6	9.8	190.0	1.048	5.264	0.817
2	174.0	35.8	205.0	0.869	2.274	0.977
3	162.0	49.5	215.0	0.870	1.404	0.857
4	135.2	25.3	197.8	0.923	2.630	0.853

表 6 各土壤当年肥料利用率

Table 6 Fertilizer utilization rate of each soil in current-year %

土壤编号 Soil number	氮肥 Nitrogen fertilizer	磷肥 Phosphorus fertilizer	钾肥 Potash fertilizer
1	64.1	30.4	26.6
2	56.4	17.4	7.9
3	53.6	10.5	5.5
4	57.8	12.1	16.8

但科学施肥是一项综合农业技术,目前还很难达到施肥技术的精确化,而测土配方施肥是科学施肥的一种措施,是一项应用性很强的农业科学技术。以上试验运用的养分平衡法是目前国内外施肥中最基本和最重要的方法之一,却也存在一些问题。由于外力因素和土壤本身理化性质存在的差异性,施肥参数会发生相应的改变,每年的肥料利用率处于不稳定状态,施肥的用量很难控制好,因此,在应用上更应该注重土壤养分利用系数和土壤养分测定值的确定。

表 7 各土样施肥模型

Table 7 Fertilization model of soil sample

土壤编号 Soil number	目标产量 Target yield	施氮量 Nitrogen amount	施磷量 Phosphorus amount	施钾量 Potash amount
1	41 356.5	495	150	180
2	47 523.0	525	165	240
3	43 603.5	495	135	75
4	43 347.0	510	165	210

### 参考文献

- [1] 马朝红,方建坤. 蔬菜土壤养分积累状况与环境风险[J]. 长江蔬菜, 2000(12):43-45.
- [2] 全为民,严力蛟. 农业面源污染对水体富营养化的影响及其防治措施[J]. 生态学报,2002,22(3):291-293.
- [3] 蔡开地. 结球甘蓝平衡施用氮磷钾肥效应研究[J]. 植物营养与肥料学报,2004,10(1):73-77.

- [4] 陈玉山,吴志珍. 结球甘蓝施用氮、磷、钾肥料效应分析[J]. 福建热作科技,2012(3):15-17.
- [5] 农业部全国土壤肥料总站. 土壤分析技术规范[M]. 北京:中国农业出版社,1993:34-63.
- [6] 劳秀荣,杨守祥,王宜伦. 菜园测土配方施肥技术百问百答[M]. 北京:中国农业出版社,2009:9-20.

(上接第 21 页)

### 3 结论

试验表明,SHZR-158、SHZR-091、SHZR-162 的色、香、味、甜度、柔嫩性、品质和爽口性较好,是大众喜爱的品种。金糯 262、粤甜 28、彩糯 10、天贵糯 932、晋甜加糯 1 号的产量依次为 14 310、13 920、13 920、10 880、13 440 kg/hm<sup>2</sup>,具有一定的产量优势。通过对比,A 组的粤甜 28 产量比对照粤甜 16 号高出 4.4%,出籽率达 73.6%,并且在田间表现出很强的抗大、小斑病,抗纹枯病,抗茎腐病等特性,整体性状表现较好;而 SHZR-158、SHZR-091、SHZR-162 在品质和口感上表现出很强的稚嫩性和高甜度,可以推荐给黄山市农家乐、休闲农庄作为旅游产品进行开发。B 组的金糯 262、彩糯 10、天贵糯 932、晋甜加糯 1 号在产量方面均有较好的表

现,其产量均超过对照凤糯 2146,增产幅度依次为 16.1%、12.9%、12.7%、9.0%,尤其是金糯 262 以 14 310 kg/hm<sup>2</sup> 的产量和 84 分的品质评分为 B 组最佳。

### 参考文献

- [1] 邹成林,吴永升,黄开健. 广西鲜食玉米品种对比试验研究[J]. 农业与技术,2015(3):1-3.
- [2] 王新玲,翟晶,刘劭琨,等. 不同品种糯玉米对比试验研究初探[J]. 农业科技通讯,2017(3):43-46.
- [3] 赛力克·阿旦别克,沙吾列·沙比汗. 青贮玉米品种对比试验研究[J]. 现代农业科技,2016(16):235-236.
- [4] 席小利,孙德文. 玉米新品种陕单 618、陕单 609 对比试验研究[J]. 陕西农业科学,2016,62(3):59-61.
- [5] 寇娇岚,王欢凤,雷菊霞. 2012 年玉米新品种试验报告[J]. 农民致富之友,2013(2):67-68.
- [6] 唐崇智. 三原县玉米新品种引种试验研究[J]. 宁夏农林科技,2016,57(10):8-9.