

DOI:10.11937/bfyy.201602044

## 氮肥对辣椒品质的影响

吴春燕, 宋廷宇, 韩玉珠, 刘爽, 程艳, 张晓明

(吉林农业大学 园艺学院, 吉林 长春 130118)

**摘要:**为探讨氮肥与盆栽辣椒品质的关系,以辣椒品种“津福35”和“豫艺7”为试材,研究了不同施氮水平(每盆尿素施用量分别为0.76、1.52、2.28 g)对温室盆栽辣椒果实中硝态氮、可溶性糖、可溶性固形物、可溶性蛋白质含量的影响。结果表明:不同施氮水平对辣椒的品质有不同的影响,硝态氮、可溶性固形物、可溶性蛋白质含量均随着氮肥的施入量增加先降低后升高;可溶性糖含量呈增长趋势,以期辣椒设施栽培提供一定的理论依据。

**关键词:**辣椒;氮肥;品质

**中图分类号:**S 641.306<sup>+</sup>.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)02-0162-04

我国从明代开始种植辣椒,至今约有300年<sup>[1]</sup>。近年来人们生活质量得到很大改善,开始追求生活品质,逐渐将目光投向了阳台园艺,特别是都市农业、观光农业的出现,使盆栽辣椒给人们留下深刻的印象<sup>[2]</sup>。氮作为植物体内多种物质的组成元素,在植物的生长发育过程中起着重要作用<sup>[3]</sup>。研究表明,蔬菜生产过程中氮肥在纯氮135~270 kg/hm<sup>2</sup>水平用量下,不但可以提

高蔬菜的品质和产量,且对其它各项生理指标没有不良影响<sup>[4]</sup>。很多研究发现,氮素供应水平对蔬菜品质方面会起到一定的影响作用,康云艳等<sup>[5]</sup>在对出口国外的青花菜品质和产量研究时发现,维生素C在花球内的含量会随氮肥施入量的增加而降低,但叶绿素、超氧化物歧化酶(SOD)活性含量会随施氮水平增加而不断积累。但当氮素的供应不能满足植物生长所需时,会影响到果实内各物质的合成与转化,严重时会导致果实畸形、果实着色不均匀等其它影响。如茄子缺氮引起的短花柱,花瓣颜色变淡,夏天落果,冬天石茄等<sup>[6]</sup>。

氮肥用量过高会影响到蔬菜的产量和品质,有时还会使其降低。张文波等<sup>[7]</sup>发现氮肥用量过多不仅不会提高蔬菜的品质和产量,反而还会抑制蔬菜的生长和发

**第一作者简介:**吴春燕(1978-),女,博士,讲师,现主要从事设施蔬菜栽培与育种等研究工作。E-mail:cywu315@163.com.

**责任作者:**张晓明(1962-),男,硕士,教授,硕士生导师,现主要从事蔬菜栽培生理等研究工作。E-mail:xiaomingzh@126.com.

**基金项目:**吉林省省级粮食生产发展专项资金资助项目。

**收稿日期:**2015-10-13

## Biocontrol Effect of Bio-fertilizer ‘Nanjing Shield’ on Strawberry

GUAN Wenfang<sup>1</sup>, DAI Xiangqun<sup>1</sup>, HU Qiang<sup>1</sup>, XIE Yuesheng<sup>2</sup>, GAO Yanlin<sup>1</sup>, GUO Jianhua<sup>2,3</sup>

(1. College of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095; 2. Engineering Center of Bioresource Pesticide in Jiangsu Province, Nanjing, Jiangsu 210095; 3. Key Laboratory of Monitoring and Management of Crop Diseases and Pest Insects, Ministry of Agriculture, Nanjing, Jiangsu 210095)

**Abstract:** Taking strawberry as test material, the effect of bio-fertilizer ‘Nanjing Shield’ on the growth of strawberry and the bio-control of strawberry diseases were studied, by inoculation while strawberry was transplanted. The results showed that the number of flowers of ‘Nanjing Shield’ treatment was 4.8 per plant and was increased by 3.3 per plant, compared with control 43 days after inoculation. And the average weight of fruit was also raised by 8.8 g per fruit in mature period. Meanwhile, the contents of soluble protein, vitamin C, and soluble sugar of fruit of ‘Nanjing Shield’ treatment were significantly higher than control. The bio-control effect of ‘Nanjing Shield’ on strawberry blight and anthracnose reached 74.46% and 72.18%.

**Keywords:** bio-fertilizer; strawberry; ‘Nanjing Shield’; biocontrol and growth-promoting

育。孙治强等<sup>[8]</sup>研究也指出,过量的施用氮肥会使蔬菜体内硝酸盐含量累积,在对生菜研究中发现二者呈显著的正相关,李俊良等<sup>[9]</sup>也获得了蔬菜体内硝酸盐含量的研究及在土壤-作物系统中的氮素表现损失率,氮施入水平增加会使硝酸盐含量在蔬菜体内积累,且氮肥施用对蔬菜的产量、品质以及环境之间的关系不能达到平衡。该试验以“津福 35”和“豫艺 7”为试验材料,研究了不同氮肥水平对盆栽辣椒的品质影响,旨在为人们提供一种简单、方便的施肥管理技术,且对生产出优质蔬菜具有一定指导意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试辣椒品种为“津福 35”和“豫艺 7”,供试基质为园土和草炭,体积比为园土:草炭=3:1。容器采用塑料桶,规格为高 20.5 cm、上口内周长 74 cm、外周长 84 cm、底部周长 64 cm。

### 1.2 试验方法

辣椒品种“津福 35”、“豫艺 7”分别设为  $A_1$ 、 $A_2$ 。氮肥为尿素,共 3 个水平,每盆施用量分别为 0.76、1.52、2.28 g,分别设为  $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$ 。共 6 个处理,每处理 5 盆,重复 3 次,共 90 盆,采用随机区组设计。2014 年 3 月 31 日播种育苗,4 月 19 日进行分苗,5 月 30 日定植于塑料桶中。6 月 10 日开始施肥,施肥采用一次性施入的方法,施肥结束后对水分进行定量管理,每隔 3~5 d 浇 1 次水,每盆浇完水后要使重量相等,以此来减少水分对

表 1

不同品种间辣椒品质的表现

Table 1

Performance of pepper quality in different cultivars

处理 Treatment	硝态氮含量 Nitrate nitrogen content/( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ )	可溶性固形物含量 Soluble solids content/%	可溶性糖含量 Soluble sugar content/%	可溶性蛋白质含量 Soluble protein content/( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ )
$A_1$	78.26bB	4.62bB	0.67bB	2.66aA
$A_2$	80.46aA	5.46aA	0.78aA	2.54bB

表 2

不同施肥水平间辣椒品质的表现

Table 2

Performance of pepper quality in different application rate

处理 Treatment	硝态氮含量 Nitrate nitrogen content/( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ )	可溶性固形物含量 Soluble solids content/%	可溶性糖含量 Soluble sugar content/%	可溶性蛋白质含量 Soluble protein content/( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ )
$B_1$	84.55aA	4.85bB	0.66cC	2.72aA
$B_2$	71.32cC	4.50cC	0.73bB	2.52cC
$B_3$	82.20bB	5.77aA	0.79aA	2.57bB

### 2.2 氮肥对辣椒果实可溶性糖含量的影响

辣椒的营养品质可以用可溶性糖含量来表示,由表 1 可以看出,可溶性糖含量在品种间差异极显著, $A_1$  极显著低于  $A_2$  品种,含量为 0.67%。由表 2 可知,不同施肥水平辣椒果实中可溶性糖含量差异极显著,其中  $B_3$  水平可溶性糖含量最高,含量为 0.79%,极显著高于  $B_1$ 、 $B_2$ ;  $B_1$  水平最低,为 0.66%。由图 2 所示, $A_1B_2$  与  $A_2B_2$  差异不显著, $A_2B_3$  极显著高于其它处理, $A_1B_3$  显著低于

盆栽辣椒的影响。8 月 31 日果实成熟进行采收,并对果实进行品质测定。

### 1.3 项目测定

采集成熟度一致的辣椒果实进行品质测定,每盆采集 3 个果实,进行硝态氮、可溶性糖、可溶性固形物、可溶性蛋白质含量的测定。 $\text{H}_2\text{SO}_4$ -水杨酸法测定硝态氮含量,蒽酮法测定可溶性糖含量,手持折光仪测定可溶性固形物含量,考马斯亮蓝 G-250 染色法测定可溶性蛋白质含量<sup>[10]</sup>。

### 1.4 数据分析

试验数据采用 DPS 7.05 软件进行方差分析和显著性检验,采用 Microsoft Excel 2003 软件进行数据分析和图表制作。

## 2 结果与分析

### 2.1 氮肥对辣椒果实硝态氮含量的影响

蔬菜体内硝酸盐的积累是由于过多的施入氮肥引起的。过量的施入氮肥不但不会使蔬菜的产量增加,反而会使产量降低<sup>[11]</sup>。表 1 表明,品种间硝态氮含量差异极显著, $A_2$  品种极显著高于  $A_1$  品种,为 80.46  $\mu\text{g/g}$ 。由表 2 可知,不同施肥水平硝态氮含量差异极显著, $B_1$  水平极显著高于  $B_2$ 、 $B_3$  水平,为 84.55  $\mu\text{g/g}$ 。 $B_2$ 、 $B_3$  水平差异极显著, $B_2$  水平最低,为 71.32  $\mu\text{g/g}$ 。从图 1 可以看出, $A_2B_3$  硝态氮含量最高,极显著高于其它处理; $A_2B_2$  硝态氮含量最低,极显著低于其它处理。

其它处理。

### 2.3 氮肥对辣椒果实可溶性固形物含量的影响

可溶性固形物作为评定蔬菜风味和品质的最重要要素,辣椒品种好坏,除从农艺方面判断外,可溶性固形物在果实中占的比例也是首要的判定标准<sup>[12]</sup>。表 1 表明,不同品种的辣椒可溶性固形物含量不同, $A_2$  品种中可溶性固形物含量极显著高于  $A_1$  品种,含量为 5.46%。表 2 表明,不同施肥水平辣椒果实中可溶性固形物含量差

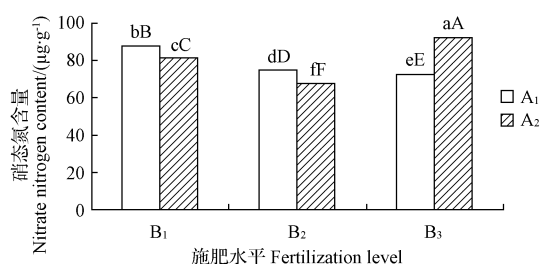


图1 氮肥对辣椒果实硝态氮含量的影响

Fig. 1 Effect of nitrogen fertilizer on nitrate content in pepper fruit

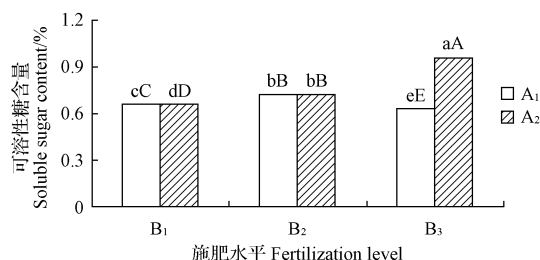


图2 氮肥对辣椒果实可溶性糖含量的影响

Fig. 2 Effect of nitrogen fertilizer on the content of soluble sugar in pepper fruit

异极显著, B<sub>3</sub> 水平极显著高于其它 2 个水平, 为 5.77%; B<sub>1</sub> 水平次之, B<sub>2</sub> 水平含量最低。图 3 表明, A<sub>2</sub>B<sub>3</sub> 处理下可溶性固形物含量最高, 极显著高于其它施肥水平处理; A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> 和 A<sub>1</sub>B<sub>3</sub> 差异显著; A<sub>1</sub>B<sub>2</sub> 处理含量最低, 极显著的低于其它处理。

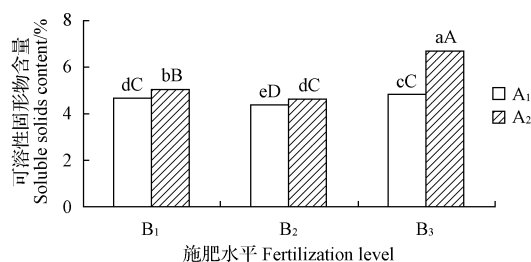


图3 氮肥对辣椒果实可溶性固形物含量的影响

Fig. 3 Effect of nitrogen fertilizer on soluble solids content in pepper fruit

#### 2.4 氮肥对辣椒果实可溶性蛋白质含量的影响

蛋白质作为生物生存的必需物质, 在细胞的分裂、新细胞的形成及植物的生长发育过程中有重要作用。氨基酸含量对蔬菜的贮存加工品质及食用味觉有着重要影响, 也是衡量蔬菜营养水平重要指标<sup>[13]</sup>。表 1 表明, 可溶性蛋白质含量在不同辣椒品种间差异极显著, A<sub>1</sub> 品种含量为 2.66 mg/g, 极显著的高于 A<sub>2</sub> 品种。从表 2 可以看出, 各施肥水平间差异极显著, 其中 B<sub>1</sub> 含量最高, B<sub>3</sub> 次之, B<sub>2</sub> 中可溶性蛋白质含量最低, 各处理中

可溶性蛋白质含量分别为 2.72、2.57、2.52 mg/g。图 4 表明, A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> 处理可溶性蛋白质含量最高, 极显著高于其它处理; A<sub>2</sub>B<sub>3</sub> 次之; A<sub>1</sub>B<sub>3</sub> 处理可溶性蛋白质含量最低, 极显著低于其它处理。

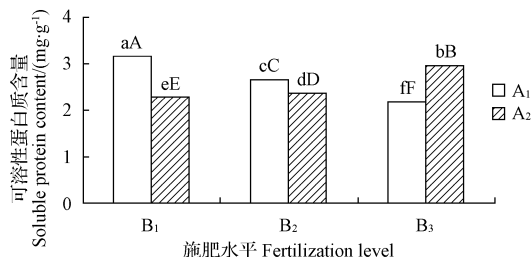


图4 氮肥对辣椒果实可溶性蛋白质含量的影响

Fig. 4 Effect of nitrogen fertilizer on the content of soluble protein in pepper fruit

### 3 讨论与结论

在一定的施肥范围内增加氮肥的施入量可提高蔬菜产量和品质, 但过量施入不但不会提高蔬菜的产量和品质, 反而是一种资源的浪费, 更加严重时还会造成土壤结构的破坏。国内外许多研究表明, 土壤中的氮素在经过一系列的物理化学变化过程后, 其中只有 20%~30% 被作物有效利用, 而大多数是以硝化、反硝化、氨挥发、淋洗等方式流失<sup>[14]</sup>。菜地本身具有轮作周期短、耕地次数多、耕层较浅、灌水量大等特点, 造成氮肥的大量浪费, 更加严重的是导致地下水和蔬菜中硝酸盐的积累, 进而威胁到人体健康。因此要严格对待氮肥的施肥管理体系。

有关氮肥施用对蔬菜可溶性蛋白质、可溶性糖、可溶性固形物等营养指标含量影响的研究较多, 一般得出, 适量施用氮肥可显著提高蔬菜中可溶性固形物、可溶性蛋白质以及可溶性糖等的含量, 但为了追求高产而过度施用氮肥会使各含量降低。该试验采用盆栽试验研究不同氮肥用量对辣椒中硝态氮含量、可溶性糖含量、可溶性固形物、可溶性蛋白质含量的影响, 旨在揭示它们之间的关系, 为蔬菜合理施用氮肥提供理论依据。

蔬菜中硝酸盐含量占的比例受到人们广泛的关注, 王朝辉等<sup>[15]</sup>研究也表明, 过多的施入氮肥, 蔬菜生长受到抑制; 但硝酸盐含量会在蔬菜体内不断积累, 二者之间呈明显正相关。该试验得出, 随着施氮量的增加硝态氮含量也随之增加, 但总体变化不大, 或成降低趋势。这可能是钾肥与氮肥一起配施引起的, 钾可以降低蔬菜中硝酸盐含量、提高硝酸还原酶活性、促进蛋白质和氨基酸的合成。

可溶性糖是植物光合作用的重要产物, 是碳水化合物短暂储存和代谢的主要方式, 在植物体物质代谢中有着重要作用<sup>[16]</sup>。所以, 研究辣椒果实中可溶性糖含量的

简单变化,对了解不同施氮量对辣椒果实糖分积累有重要意义,为辣椒的高产生理研究提供参考依据<sup>[17]</sup>。蔬菜体内可溶性糖含量随施氮量水平增加而升高,但过量施入氮肥时,糖分含量反而会降低<sup>[18]</sup>。该试验中,随氮肥施入量的增加,辣椒果实中可溶性糖含量逐渐升高,这与之之前人们得到的研究成果基本保持一致。

可溶性固形物含量决定了鲜食辣椒品质的好坏,是由糖和酸等多种成分组成的混合物,其中,有机酸达54%,可溶性糖与可溶性固形物的相关性达到72%<sup>[19]</sup>。该研究表明,随着氮肥施入水平的增加,果实中可溶性固形物逐渐增加。这与前人研究的结果一致。

氮是构成氨基酸的基本物质,而氨基酸通过合成转化为蛋白质,蛋白质的存在是生命存在的标志。大量研究表明,蛋白质含量随氮肥用量的增加而增加,但达到某一固定值时再随氮肥用量增加则可能出现下降趋势<sup>[18]</sup>。该试验研究表明,蛋白质含量随氮肥施入量增加而降低。“豫艺7”辣椒果实的品质优于“津福35”果实的品质。对于相同的品种在不同的施肥水平条件下,以B<sub>2</sub>施肥量辣椒果实品质表现最佳,每盆推荐尿素施用量为1.52 g。

#### 参考文献

- [1] 赵福康.不同施肥模式对盆栽辣椒产量及营养元素含量的影响[J].安徽农业科学,2012,40(33):16077-16078.
- [2] 杨瑞怡.辣椒盆栽技术[J].长江蔬菜,2014(5):32-33.
- [3] 韩桂琪.蔬菜专用缓释肥对辣椒、茄子产量与品质的要求[D].重庆:西南大学,2013.
- [4] 王庆,赫崇岩,王丽,等.过量氮肥对不同蔬菜中硝酸盐累积的影响及调控措施研究[J].农业环境保护,2000,19(1):46-49.
- [5] 康云艳,张春兰,张雷,等.不同施肥处理对出口青花菜产量与品质的影响[J].华北农学报,2005,20(6):63-67.
- [6] 陆智明,黄彪,张屹东,等.氮的吸收及其在农业生产中作用[J].上海农业科技,2008(6):23-24.
- [7] 张文波.氮肥对生菜产量、品质和土壤环境效应影响研究[D].郑州:河南农业大学,2004.
- [8] 孙治强,张楠,赵卫星,等.氮肥施用量对生菜产量、硝酸盐累积及土壤EC值、pH值的影响[J].江西农业学报,2007(4):44-45,48.
- [9] 李俊良,陈新平,李晓林,等.大白菜氮肥施用的产量效应、品质效应和环境效应[J].土壤学报,2003,40(2):261-266.
- [10] 张治安,陈展宇.植物生理学实验技术[M].长春:吉林大学出版社,2008.
- [11] 郑龙.不同氮肥形态和用量对小白菜硝酸盐含量的影响[J].现代农业,2006(10):24-25.
- [12] 周永健,徐和金.番茄果实可溶性固形物含量的遗传研究初报[J].园艺学报,1984,11(1):34-36.
- [13] 杜小凤,文廷刚,江雨晴,等.不同肥料处理对辣椒产量和品质的影响[J].西南农业学报,2013,25(3):30-32.
- [14] 孙志梅,薛世川,彭正萍,等.影响土壤NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:N淋失的因素及预防措施[J].河北农业大学学报,2001,24(3):95-99.
- [15] 王朝辉,李生秀,田霄鸿.不同氮肥用量对蔬菜硝态氮累积的影响[J].植物营养与肥料学报,1998,4(1):22-28.
- [16] 左文博,吴静利,杨奇,等.干旱胁迫对小麦根系活力和可溶性糖含量的影响[J].华北农学报,2010,25(6):191-193.
- [17] 赵英明,范文丽.光照强度对蒲公英叶片可溶性糖含量的影响[J].辽宁农业科学,2010(1):55-56.
- [18] 贺方云,李会合.氮和钾对蔬菜营养品质效应的研究进展[J].重庆文理学院学报(自然科学版),2007,26(1):31-34.
- [19] 王天奎.番茄高可溶性固形物代谢途径中相关基因的克隆和分析[D].杨凌:西北农林科技大学,2007.

## Effect of Nitrogen Fertilizer on Quality of Pepper

WU Chunyan, SONG Tingyu, HAN Yuzhu, LIU Shuang, CHENG Yan, ZHANG Xiaoming  
(Department of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118)

**Abstract:** To explore the relationship between nitrogen application rate and pepper quality, using ‘Jinfu 35’ and ‘Yuyi 7’ cultivars as materials, the effect of nitrogen fertilizer (0.76 g, 1.52 g, 2.28 g urea per pot respectively) on the contents of nitrate nitrogen, soluble sugar, soluble solids and soluble protein of pepper cultivated in greenhouse were researched. The results showed that with the application amount of nitrogen fertilizer increased the contents of nitrate nitrogen, soluble solids and soluble protein decreased at first and then increased, while the content of soluble sugar always increased, that could provide theoretical basis for protected cultivation of pepper.

**Keywords:** pepper; nitrogen fertilizer; quality



# 新疆种植业专业化格局及其影响因素研究

赵向豪, 姚娟, 马静

(新疆农业大学 经济与贸易学院, 新疆 乌鲁木齐 830052)

**摘 要:**采用改进的专业化指数,运用新疆 14 个地州(市)种植业的产量数据,对 8 类作物的专业化分布格局进行分析,并揭示了其影响因素,以期新疆形成具有区域特色的优势农产品专业化格局提供理论依据。

**关键词:**种植业;专业化格局;影响因素

**中图分类号:**F 061.5(245) **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)02-0166-03

新疆地处西北内陆,是一个多民族聚居的农业大省,自改革开放以来,农业取得了长足的发展。随着新疆农业结构的调整和市场经济的不断深入发展,新疆种植业打破传统的生产格局,从以偏重粮食生产为主,逐渐转变为以粮、棉、果、畜并重发展的新思路,并形成了独具地域特色的规模化、专业化新格局。但如何探索新疆种植业专业化格局的演进规律,找出存在的问题,并提出优化路径,对增加农民收入、造福新疆各族人民具有十分重要的现实意义。

## 1 改进的专业化指数

为了考察种植业的专业化分布,一些学者通常采用区位商(LQ)来计算某地区农作物的专业化指数。区位商由于没有考虑区域内产业的绝对规模,可能会造成某个区域产业规模很小,区位商却很大。他们为了克服这一缺点,按产量大小列出排在前 5 位的地区,与按区位商从大到小顺序排列的前 5 位地区结合对比,找出二者共同的地区,但这种方法并不能很好的量化区域内产业的专业化程度<sup>[1-4]</sup>。为此,该文拟引入资源禀赋系数与区位商共同构建新的专业化指数(该文称为“改进的专业化指数(ESI)”,公式定义为区位商与资源禀赋系数的几何平均数)来克服这个缺点,同时也可以克服某个区域产业规模很大而区位商相对偏小的问题。其中,资源禀赋系数是区位商概念衍生出的一种指标,能够反映出

一个地区某种资源的稀缺程度,它与区位商的几何平均,在一定程度上考虑到了区域内产业的绝对规模<sup>[5]</sup>。最后,再按农作物产量大小列出排在前 5 位的地区,与改进的专业化指数从大到小排列的前 5 位地区结合对比,找出二者的共同地区(需满足  $ESI > 1$ )。

区位商的计算公式如下:  $LQ_j = \frac{E_j/E_t}{A_j/A_t}$  (1)。式中:

$LQ_j$  为某地区农作物  $j$  的区位商;  $E_j$  为该地区农作物  $j$  的产量,  $E_t$  为该地区种植业总产量;  $A_j$  为新疆农作物  $j$  的总产量,  $A_t$  为新疆种植业总产量。资源禀赋系数的

计算公式如下:  $EF_j = \frac{V_j/V_t}{Y_j/Y_t}$  (2)。式中:  $EF_j$  为某地区农作物  $j$  的禀赋系数;  $V_j$  为该地区农作物  $j$  的产量,  $V_t$  为新疆农作物  $j$  的总产量;  $Y_j$  为该地区生产总值,  $Y_t$  为新疆(地方)生产总值。

改进的专业化指数  $ESI$  为区位商  $LQ$  与资源禀赋系数  $EF$  的几何平均数,由公式(1)和(2)得出其计算公式:

$ESI_j = \sqrt{LQ_j \cdot EF_j}$  (3)。如果  $ESI_j > 1$ , 表明农作物  $j$  在该地区专业化程度高于全疆平均水平;如果  $ESI_j = 1$ , 表明农作物  $j$  在该地区专业化程度与全疆平均水平持平;如果  $ESI_j < 1$ , 表明农作物  $j$  在该地区专业化程度低于全疆平均水平。如果高值  $ESI_j$  集中于少数几个地区,该作物是相对集聚并专业化的;如果各地州(市)  $ESI_j$  差距不大,该作物种植分布是广域的。

## 2 结果与分析

从表 1 和表 2 的各种指标可以看出,油料、水果、果用瓜、薯类、甜菜的  $ESI$  前 5 位均值、极差、标准差和变异系数相对较大,说明这几类作物在各地州(市)的分布差距较大,专业化水平较高,原因在于这些作物大多属于经济作物(薯类除外),其地域性强、经济价值高、技术要求高、商品率高,适合进行集中的专业化生产。此外,粮

**第一作者简介:**赵向豪(1986-),男,硕士研究生,研究方向为区域经济发展与政策。E-mail:709007878@qq.com.

**责任作者:**姚娟(1970-),女,博士,教授,硕士生导师,研究方向为生态旅游与林业经济管理。E-mail:409454654@qq.com.

**基金项目:**新疆人文社科重点研究基地干旱区农村发展研究中心课题资助项目(XJEDU030114Y09);2015 年新疆农业大学研究生科研创新资助项目(XJAGUGRI2015023)。

**收稿日期:**2015-09-24

食、棉花和蔬菜的 *ISI* 前 5 位均值、极差、标准差和变异系数相对较小,说明这 3 类作物在各地州(市)的生产差距较小,专业化程度相对不高。同时,以上作物生产的专业化水平也和自然、人文与社会环境有一定的相关性。具体分析如下。

表 1 新疆各地州(市)种植业改进的  
专业化指数(*ISI*)统计

Table 1 Statistic on improved specialization index planting  
industry of prefectures in Xinjiang

产区	粮食	薯类	棉花	油料	甜菜	蔬菜	果用瓜	水果
乌鲁木齐市	0.13	1.58	0.01	0.28	0.02	0.78	0.01	0.02
克拉玛依市	0.06	0.00	0.35	0.07	0.22	0.21	0.35	—
吐鲁番市	0.07	0.01	0.46	0.09	—	0.63	2.04	5.03
哈密地区	0.38	1.72	0.73	0.17	—	0.46	1.76	1.01
昌吉州	1.13	2.29	0.89	1.70	2.02	1.43	0.62	0.21
伊犁州直	2.00	0.93	0.03	2.25	3.27	0.73	0.19	0.55
塔城地区	2.09	0.51	1.65	0.91	1.01	1.17	0.07	0.07
阿勒泰地区	1.55	4.00	—	16.30	0.41	0.17	0.93	0.01
博州	1.97	0.12	2.93	0.70	0.85	0.14	0.08	0.05
巴州	0.27	0.18	1.76	0.13	1.43	2.01	0.21	0.89
阿克苏地区	1.06	0.61	2.64	0.22	1.75	0.78	0.94	2.87
克州	1.84	0.05	0.45	0.21	—	0.31	0.66	3.17
喀什地区	1.41	1.92	1.34	0.20	—	1.84	4.72	1.79
和田地区	2.29	0.43	0.57	0.77	—	1.04	1.05	2.41

注:①数据来源:根据 2013 年《新疆统计年鉴》相关数据计算整理;②行政区划调整:2015 年 4 月,吐鲁番地区改为地级吐鲁番市,原县级吐鲁番市改为高昌区。③昌吉州为昌吉回族自治州的简称;伊犁州直为伊犁州直属县(市)的简称;博州为博尔塔拉蒙古自治州的简称;巴州为巴音郭楞蒙古自治州的简称;克州为克孜勒苏柯尔克孜自治州的简称。

表 2 新疆各类作物专业化集聚地区统计

Table 2 Statistic on specialized agglomeration areas of  
various crops in Xinjiang

农作物	<i>ISI</i> 前 5 位均值	标准差	变异系数	专业化集聚地区
粮食	2.04	2.23	0.83	0.72 塔城地区、伊犁州直
薯类	2.30	4.00	1.16	1.13 阿勒泰地区、昌吉州、喀什地区、乌鲁木齐市
棉花	2.07	2.93	0.95	0.96 阿克苏地区、巴州、塔城地区、喀什地区*
油料	4.38	16.24	4.25	2.48 阿勒泰地区、伊犁州直、昌吉州
甜菜	1.90	3.27	1.01	1.29 伊犁州直、昌吉州、阿克苏地区、巴州、塔城地区*
蔬菜	1.50	1.86	0.60	0.72 巴州、喀什地区、昌吉州、塔城地区*
果用瓜	2.10	4.71	1.24	1.28 喀什地区、吐鲁番市、哈密地区
水果	3.06	5.03	1.56	1.21 吐鲁番市、阿克苏地区、和田地区、喀什地区*

注:①根据表 1 数据统计;②\* 为采用 *ISI* 指数比采用 *LQ* 指数增加的地区。

## 2.1 油料、甜菜和薯类生产的专业化格局

油料、甜菜和薯类作物生产的专业化集聚地区偏重于北疆地区,南疆地区也有分布。原因在于这 3 类作物均属于喜凉作物,对热量和土壤的要求不高,适应性强,而北疆气候偏凉,南疆温差较大,其气候、土壤等自然因素恰好适合油料、甜菜和薯类作物的生长。其中,2013 年阿勒泰地区的油料产量占全疆比重达 38%,其 *ISI* 指数高达 16.30,无疑成为新疆油料生产专业化最强的地区;北疆伊犁州直、昌吉州和塔城地区的甜菜产量占全疆比重之和为 63%,南疆的阿克苏地区和巴州的甜菜产

量占全疆比重之和为 34%,二者甜菜产量比重总和高达 97%,无疑成为了甜菜生产的专业化垄断地区;北疆的阿勒泰地区、昌吉州和乌鲁木齐市的薯类产量占全疆比重高达 61%,南疆的喀什地区薯类产量占全疆比重为 12%,二者薯类产量比重总和达 73%,因此,北疆东北部和南疆西部成为薯类生产的专业化集聚地区。

## 2.2 水果和果用瓜生产的专业化格局

水果和果用瓜生产的专业化集聚地区大多位于东疆和南疆,原因在于这些地区丰富的水土光热资源、劳动力资源和悠久的种植瓜果的文化传统为发展瓜果产业提供了便利的条件。其中,东疆吐哈盆地的吐鲁番市,南疆环塔盆地的阿克苏地区、和田地区和喀什地区的水果总产量占全疆水果产量比重高达 76%,它们的 *ISI* 指数也都较高;喀什地区、吐鲁番市和哈密市的果用瓜产量总和占全疆果用瓜产量比重高达 72%,它们的 *ISI* 指数也较高,因此使得环塔盆地和吐哈盆地成为水果和果用瓜专业化最强的地区。

## 2.3 粮食、蔬菜和棉花生产的专业化格局

粮食生产的专业化集聚地区位于北疆的塔城地区 and 伊犁州直,原因在于伊犁河谷和塔额盆地丰富的水土资源为粮食的生产创造了便利的条件,其粮食产量占全疆比重为 35%;蔬菜生产的专业化集聚地区偏重于南疆,北疆也有分布,南疆的巴州和喀什地区蔬菜产量占全疆比重为 46%,北疆的昌吉州和塔城地区的蔬菜产量占全疆比重为 26%,二者蔬菜产量比重高达 72%。棉花生产的专业化集聚地区偏重于南疆,北疆也有分布,其中南疆的阿克苏地区、巴州、喀什地区棉花产量和占全疆比重为 64%,北疆塔城地区棉花产量比重 13%,二者棉花产量比重高达 77%,因此南疆北部、北疆塔额盆地成为棉花的专业化集聚地区。且这 3 类作物的 *ISI* 指数前 5 名均值在 8 类作物中较低,其专业化程度相对低于其它作物。综上所述,油料、水果、果用瓜、薯类和甜菜在新疆是相对集聚并专业化的,粮食、棉花和蔬菜在新疆的分布是广域的,属于普遍栽培作物,在全疆的种植具有普遍特征。

## 3 改进的专业化指数与专业化指数的比较分析

值得注意的是,为了验证改进的专业化指数的优越性,该研究还用公式(1)计算出了新疆农作物的区位商 *LQ*,并找出了相对应的专业化集聚地区。通过对比发现,*ISI* 专业化集聚地区与 *LQ* 专业化集聚地区在数量和专业化指数位次上均发生了一些变化。在数量变化上,除了粮食、薯类、油料和果用瓜,其它 4 类作物的专业化集聚地区均有一定变动。其中,在棉花和水果作物中,*ISI* 专业化集聚地区比 *LQ* 专业化集聚地区均增加了喀什地区(表 2),原因在于喀什地区棉花和水果产量占全疆同类作物产量比重分别为 17%和 23%,排名分别

为第1、2名,较高的规模比较优势引致资源禀赋系数对改进的专业化指数的贡献率较大,导致喀什地区的棉花和水果无缘LQ专业化集聚地区,而挤进了ISI专业化集聚地区中;在甜菜和蔬菜作物中,ISI专业化集聚地区比LQ专业化集聚地区均增加了塔城地区(表2),原因棉花和水果作物中的喀什地区类似,不作赘述。

大多数作物在前后2种方法统计出的专业化指数位次上都发生了一些变化,其中原因在于各地州(市)在各类作物上的规模比较优势引致ISI指数发生一定变动,致使其位次发生调整。综上分析,以上农作物专业化集聚程度变动的原因在于,区位商忽略了农作物的绝对规模,而改进的专业化指数在一定程度上考虑到农作物的绝对规模优势,较为客观地衡量了其专业化集聚程度。

#### 4 新疆种植业专业化格局形成的影响因素

##### 4.1 自然资源禀赋是影响种植业专业化格局形成的内生因素

与其它产业不同,种植业对自然资源的依赖程度较高,气候、土壤和水资源的差异决定了农作物专业化格局的优劣<sup>[6-7]</sup>。棉花和瓜果等特色农作物之所以在南疆形成较强的专业化水平,是因为南疆环塔里木盆地得天独厚的水土光热资源为作物的生长提供了优越的条件<sup>[8]</sup>。但新疆地处干旱半干旱地区,脆弱的生态环境决定了其发展种植业的同时必须保护好生态环境,尤其要保护植被、合理开垦土地、科学利用水资源和预防土壤盐碱化。

##### 4.2 技术环境是影响种植业专业化格局形成的动力因素

演化经济地理学认为,技术创新是产业地理集聚的源动力。农业技术和农业信息技术的研发与推广提高了农作物的地域适应性,加速了生产要素向种植业优势产区流动与集聚,对种植业的专业化格局可起到促进作用<sup>[9]</sup>。

##### 4.3 产业环境是影响种植业专业化格局形成的关键因素

新疆种植业面临的产业环境主要是指农村劳动力成本和交通运输条件等。新疆充裕而廉价的劳动力资源为发展种植业提供了条件,全疆各地四通八达的航空网、铁路网和公路网也为农产品的运输提供了便捷的通道。

##### 4.4 制度环境是影响种植业专业化格局形成的催化因素

新疆种植业专业化格局的形成与各项农业制度密不可分。如新疆维吾尔自治区政府制定的发展区域特色农作物的兴农战略,对鼓励农作物向各自的优势产区、生态适宜区集聚起到重要的促进作用,对形成各自的专业化产区起到强化作用。

##### 4.5 城镇化是影响种植业专业化格局形成的重要因素

随着城镇化水平的不断提高及城镇人口的密度增加,城镇居民对农产品的需求增加,而且更加多元化,进而引导农业经营者调整种植结构,从而强化其专业化分布格局<sup>[10]</sup>。

#### 5 结论

以上对新疆种植业的专业化格局及其影响因素进行的分析,为新疆种植业结构调整,进一步增强农作物的专业化水平提供了可能的借鉴。新疆在今后的种植业结构调整中,要因地制宜,以科技创新为先导,科学合理利用产业环境和制度环境所提供的有利条件,把握好经济动态,做到各种作物的生产达到专业化最优水平,防止农产品产能过剩。

#### 参考文献

- [1] 李二玲,朱纪广,李小建. 2008年中国种植业地理集聚与专业化格局[J]. 地理科学进展, 2012, 31(8): 1063-1070.
- [2] 李二玲,庞安超,朱纪广. 中国农业地理集聚格局演化及其机制[J]. 地理研究, 2012, 31(5): 885-898.
- [3] 陈太政,李二玲,李琬. 1989—2009年河南省农作物地理集聚及其演化机制[J]. 地理科学进展, 2013, 32(8): 1237-1245.
- [4] 邓宗兵,封永刚,张俊亮,等. 中国种植业地理集聚的时空特征、演进趋势及效应分析[J]. 中国农业科学, 2013, 46(22): 4816-4828.
- [5] 冯利民,曹晔,刘红梅. 秦皇岛市农业产业结构调整:资源禀赋系数法的一个实证分析[J]. 河北科技师范学院学报, 2004(3): 50-52, 69.
- [6] 张宏升. 我国农业产业集聚影响因素分析[J]. 价格月刊, 2007(9): 19-21.
- [7] 宋玉兰,陈彤. 农业产业集群的形成机制探析[J]. 新疆农业科学, 2005(9): 205-208.
- [8] 孙慧. 新疆特色农业产业集聚与区域经济发展[J]. 生态经济(学术版), 2007(2): 231-235.
- [9] 王伟新,向云,祁春节. 中国水果产业地理集聚研究:时空特征与影响因素[J]. 经济地理, 2013, 33(8): 97-103.
- [10] 肖卫东. 中国种植业地理集聚:时空特征、变化趋势及影响因素[J]. 中国农村经济, 2012(5): 19-31.

## Study on Specialization Pattern of Planting Industry and Its Affecting Factors in Xinjiang

ZHAO Xianghao, YAO Juan, MA Jing

(Economics and Business College, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052)

**Abstract:** Improved specialization index was used, and yield data of planting industry of 14 prefectures was applied in Xinjiang, and specialized distribution pattern of 8 crops was analyzed, its affecting factors was revealed, providing a theoretical basis for forming specialization pattern of top-quality farm produce with Xinjiang regional specialties.

**Keywords:** planting industry; specialization pattern; affecting factors



# 新疆兵团蔬菜瓜果种植现状与发展对策

张鑫<sup>1</sup>, 丁俊杰<sup>1</sup>, 花东来<sup>2</sup>, 王国栋<sup>3</sup>, 梁飞<sup>3,4</sup>

(1. 新疆农垦科学院 科研管理处, 新疆 石河子 832000; 2. 新疆农垦科学院 林园研究所, 新疆 石河子 832000;  
3. 新疆农垦科学院 农田水利与土壤肥料研究所, 新疆 石河子 832000; 4. 长安大学 环境科学与工程学院, 陕西 西安 710064)

**摘要:**新疆生产建设兵团长期以来肩负屯垦戍边的使命,但特殊的地理分布特征使得兵团种植结构存在地区分割及行政分割现象。1980 年以来,兵团蔬菜瓜果的产量水平和总产量均呈单峰趋势;播种总面积均呈现先降低后增加至稳定趋势。兵团的瓜果蔬菜种植主要分布在位于天山北坡核心带六、七、八师和巴州的二师;位于南疆四地州的一师、三师和十四师的蔬菜瓜果播种面积和总产量均低于兵团平均水平;北疆蔬菜种植水平普遍高于南疆,瓜果种植水平北疆大部分师也高于南疆和东疆。蔬菜产业结构不够合理、南北疆单位面积产能差异较大、蔬菜产量波动较大等因素制约着兵团果蔬业发展。因此,建议通过优化区域布局、加大新技术推广力度、加大品牌建设、加快基础设施与物流体系建设等途径助力兵团果蔬产业资源优势的发挥。

**关键词:**新疆兵团;瓜果;蔬菜;制约因素;对策

**中图分类号:**S 307.13(245) **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)02-0169-04

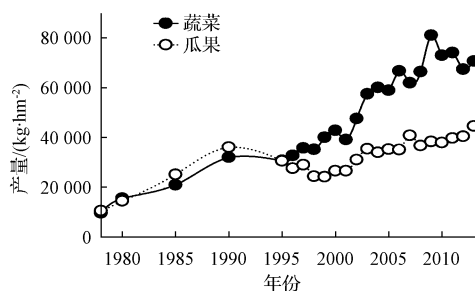
新疆生产建设兵团地处我国西北地区,是特殊的地理分布特征与党政军企合一的组织<sup>[1]</sup>,耕地面积 105.71 万  $\text{hm}^2$ ,东西和南北相距各 1 500 km。由 14 个师(13 个农业师)、175 农牧团场组成,分布在天山南北的塔克拉玛干、古尔班通古特两大沙漠边缘和自然环境恶劣的边境沿线。长期以来兵团肩负屯垦戍边的使命,在巩固边防、稳定边疆、促进民族团结和发展地方经济中,发挥着不可替代的作用<sup>[2]</sup>。总体来讲,在新疆阿尔泰山、昆仑山的山地中,点缀着兵团 10 个农牧团场;在天山山谷盆地中分布着 54 个农牧团场,在天山南北的洪积、冲击平原上分布着 90 个团场;在北疆的风蚀地貌上有 20 个农牧团场。这一特殊的地理分布特征<sup>[3-4]</sup>,以及兵、地政府之间相对独立的“诸侯割据”局面,使得兵团种植发展和结构调整过程中存在着地区分割、行政分割现象,在一定程度上制约着兵团农产品产业资源优势的发挥<sup>[5]</sup>。蔬菜和瓜果是人们日常生活的主要副食品之一,是人民日常生活中必需的基本农产品,也是保质期短、价格变化快、种植技术高的鲜活农产品。城镇化是兵团发展的必然趋势,城镇化前团场职工日常生活所需的蔬

菜都是自产自销的方式,基本可以满足们生活对蔬菜产品的需求;随着城镇化不断的发展,兵团城镇化后蔬菜安全问题亟待解决。因此,在兵团加快农业发展方式转变,加快推进城镇化、新型工业化和农业现代化的进程中,推进“三大基地”建设的大背景下,研究新疆蔬菜瓜果的种植现状,对推动农业产业结构调整、推进农业产业化发展,促进团场经济健康发展有重要的现实意义。

## 1 新疆兵团蔬菜瓜果种植结构演变过程

### 1.1 蔬菜瓜果产量演变状况

由图 1 可知,1978 年以来,新疆兵团蔬菜和瓜果的产量水平均呈单峰趋势。蔬菜单产 35 年间翻了 8 倍多,蔬菜产量从 1978 年的 9 544  $\text{kg}/\text{hm}^2$  增加到 2013 年的 70 664  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ,其中 2009 年突破 81 092  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ,但 2005—2013 年增幅较小;蔬菜产量从 1980 年的



注:数据来源于兵团统计年鉴和各师农业局调查资料,下同。

图 1 近 35 年新疆兵团蔬菜瓜果产量

**第一作者简介:**张鑫(1984-),男,硕士研究生,助理研究员,现主要从事科研信息管理及项目规划等工作。E-mail:zhangx0322@126.com.

**责任作者:**梁飞(1984-),男,博士研究生,助理研究员,现主要从事农业资源高效利用等研究工作。E-mail:liangfei3326@126.com.

**收稿日期:**2015-10-08



2 625 kg/hm<sup>2</sup>增加到 2013 年的 9 230 kg/hm<sup>2</sup>,翻了 3.5 倍,1985—1990 年蔬菜产量出现了较大的提升。1978—1990 年瓜果产量增幅比较快,十几年间翻了 3 倍;1990 年以后瓜果产量趋于稳定,但 1996—2001 年瓜果产量出现了小幅度下滑,2005 年后趋于稳定,恒定在 35 000 kg/hm<sup>2</sup>左右。表明近 35 年新疆兵团的剩菜种植水平和能力逐年提升;瓜果的产量 1995 年前增幅较快,1995 年以后单产增加进入缓慢期。

### 1.2 蔬菜瓜果播种面积演变状况

由图 2 可知,1978 年以来,新疆兵团蔬菜和瓜果的播种面积均呈现先降低后增加至稳定趋势。蔬菜和瓜果的播种总面积从 1978 年的 3.8 万 hm<sup>2</sup> 降到 1990 年前后的 2.3 万 hm<sup>2</sup>,后增加到 2013 年的 8.7 万 hm<sup>2</sup>,较最低点播种面积净增 6.3 万 hm<sup>2</sup>,增长率达 261%。蔬菜播种面积变化趋势与总播种面积基本上趋于一致,1990 年降到最低点 1.4 万 hm<sup>2</sup>,仅有 1978 年的 57.7%;2008 年以后恢复到 6 万 hm<sup>2</sup> 以上,较 1990 年增加了 3 倍。自 1978 年瓜果播种面积一直保持相对稳定,但个别年有较大波动,平均保持在 1.2 万 hm<sup>2</sup> 左右,最高年能够达到 1.7 万 hm<sup>2</sup>,最低年仅为 0.8 万 hm<sup>2</sup>。表明近 35 年新疆兵团的蔬菜种植面积和规模逐年提升,近年趋于稳定;但瓜果播种面积和规模基本上趋于稳定,但年际间波动较大。

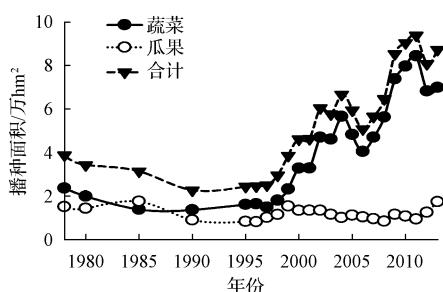


图2 近35年新疆兵团蔬菜瓜果播种面积

### 1.3 蔬菜瓜果总产量演变状况

从图3可以看出,1978年以来,蔬菜瓜果总产量呈现单峰增加趋势,但2005—2007年有较大波动,蔬菜和瓜果的总产量从1978年的38.5万t,逐年增加到2013

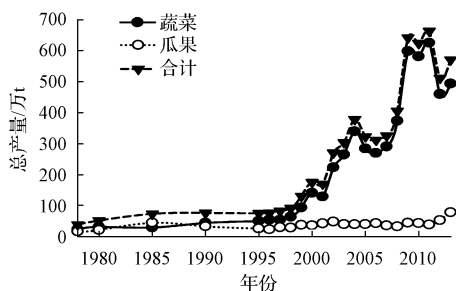


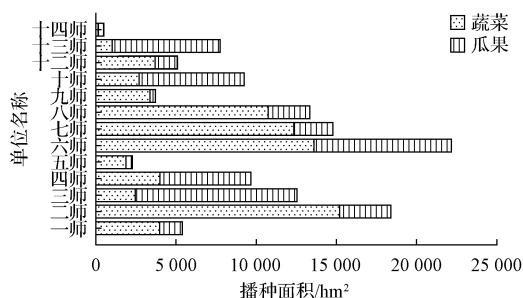
图3 近35年新疆兵团蔬菜瓜果总产量

年的571.6万t,增长了近15倍。蔬菜总产量呈现平台加几何型增长趋势,1997年兵团蔬菜总产量增长速度较缓,1997年以后兵团蔬菜总产量进入几何型增长长期,15年间蔬菜总产量增加了近8倍。瓜果总产量一直呈现波动型增长趋势,由1978年的15.9万t增长到2013年的77.6万t。表明近35年新疆兵团的蔬菜的供应能力逐年提升,但近年趋于稳定;但瓜果产量和供应能力基本上趋于稳定,但年际间波动较大。

## 2 新疆兵团各师蔬菜瓜果种植现状分析

### 2.1 新疆兵团各师蔬菜瓜果种植面积

近5年各师蔬菜瓜果的总种植面积中位于昌吉地区的六师居首位,分别占到全兵团的18.11%和17.36%;但是蔬菜的种植面积位于巴州的二师居首位,面积达到1.5万hm<sup>2</sup>,约为全兵团的20.27%。六、七、八师(位于天山北坡核心带)和二师的蔬菜种植总面积占到全兵团的69%以上;而南疆和田地区的十四师仅为0.14%,东疆哈密地区的十三师仅为1.34%,南疆喀什地区的种植面积仅为3.32%。整体上讲,兵团蔬菜种植区域分布不均衡,难以满足兵团从“屯垦戍边”向“建城戍边”转变的需求。兵团的瓜果种植面积南疆、北疆、东疆分别为30.15%、56.34%和13.51%,从总体上讲南北疆区域分布比较合理;地处喀什地区的三师无霜期长,昼夜温差大,适宜于瓜果栽培,区域的巴旦木、葡萄、无花果、核桃、甜瓜等质地优良、含糖量高,因此三师的瓜果种植面积占到全兵团的20.15%;十师地处新疆最北部,虽然无霜期短,但是日照时间长,光照资源充足;打瓜、哈密瓜的种植条件得天独厚,全师瓜果种植面积已超过兵团的13%且保持较快的增长速度,见图4。



注:数据均为2009—2013年平均数据,下同。

图4 新疆兵团各师蔬菜瓜果种植面积

### 2.2 新疆兵团各师蔬菜瓜果产量水平

目前,兵团各师蔬菜瓜果种植水平区域差异比较大,北疆蔬菜种植水平普遍高于南疆;瓜果种植水平北疆大部分师也高于南疆和东疆。从图5可以看出,五、六、七、八、九师的蔬菜产量普遍高于80 000 kg/hm<sup>2</sup>,其中五师的产量超过95 000 kg/hm<sup>2</sup>约为最低师的3.7倍;位于南疆四地州的一师、三师和十四师的蔬菜产量分

别 25 694、38 218、32 470 kg/hm<sup>2</sup> 均低于全兵团其他师的生产水平。四、五、七、八师的瓜果产量普遍高于 55 000 kg/hm<sup>2</sup>, 其中八师的产量超过 75 000 kg/hm<sup>2</sup>; 而二师仅为 19 270 kg/hm<sup>2</sup>, 仅为八师产量的四分之一。整体上讲, 兵团蔬菜瓜果种植水平区域差异较大, 南疆和东疆的水平整体较北疆存在较大差距, 北疆以天山北坡核心带的六、七、八师和博乐的五师最为显著。

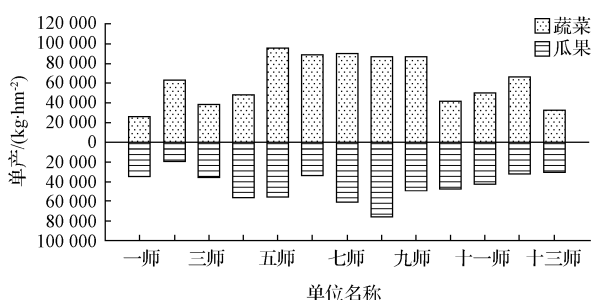


图5 新疆兵团各师蔬菜瓜果单产水平

### 2.3 新疆兵团各师蔬菜瓜果生产现状

近5年各师蔬菜瓜果的总产量中六、七、八师(位于天山北坡核心带)和二师占到全兵团的74%, 蔬菜总产量占到全兵团的78%, 瓜果总产量占到全兵团的33%; 而位于南疆四地州的一师、三师和十四师的蔬菜瓜果总产量仅为全兵团的5.1%, 蔬菜总产量仅占到全兵团的3.7%, 瓜果总产量仅占到全兵团的33%。整体上讲, 兵团蔬菜供应能力区域分布不均衡, 整体呈现北多南少的态势; 南北疆瓜果的生产水平区域分布比较符合区域人口现状, 见图6。

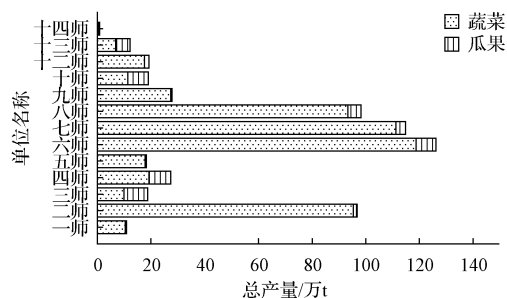


图6 新疆兵团各师蔬菜瓜果产量现状

## 3 新疆兵团各师蔬菜瓜果种植过程中存在的问题分析

### 3.1 蔬菜产业结构不够合理

兵团蔬菜供应能力区域分布不均衡, 整体呈现北多南少的态势。位于天山北坡核心带的六、七、八师的蔬菜种植总面积占到全兵团的48.8%, 总产量占到57.5%; 而位于南疆四地州的一、三、十四师的播种面积仅为8.8%, 总产量仅占5.1%。但是南疆地区无霜期长, 日照时间长, 光照资源充足具有发展设施农业的区

域优势, 需要进一步按照“稳粮、优棉、增果、兴牧、大力发展农产品加工”为基本方针<sup>[6]</sup>, 将发展畜牧业、果蔬园艺业升级作为农业结构调整的主要手段, 进一步调整和优化种植业结构。

### 3.2 南北单位面积产能差异较大

兵团蔬菜瓜果种植水平区域差异较大, 北疆蔬菜种植水平普遍高于南疆; 瓜果种植水平北疆大部分师也高于南疆和东疆, 北疆以天山北坡核心带的六、七、八师和博乐的五师最为显著。兵团蔬菜的产量最高的五师师为95 649 kg/hm<sup>2</sup>, 六、七、八、九师的蔬菜产量也普遍高于80 000 kg/hm<sup>2</sup>, 南疆四地州的一师、三师和十四师的蔬菜产量分别25 694、38 218、32 470 kg/hm<sup>2</sup>, 相差70 000 kg/hm<sup>2</sup>左右。八师的瓜果产量为76 173 kg/hm<sup>2</sup>, 四、五、七、八师的瓜果产量普遍高于55 000 kg/hm<sup>2</sup>; 南疆四地州的一师、三师和十四师的蔬菜产量分别34 806、35 834、30 709 kg/hm<sup>2</sup>, 二师仅为19 270 kg/hm<sup>2</sup>, 相差55 000 kg/hm<sup>2</sup>以上。兵、地政府之间相对独立的“诸侯割据”局面, 使得兵团农业生产中存在着地区分割、行政分割现象, 在一定程度上制约着兵团蔬菜瓜果生产水平的整体提升。

### 3.3 蔬菜产量波动较大

近10年, 兵团粮食作物年最高总产量达625万t, 而最低年为270万t, 仅为最高年的43.2%。但兵团总人口一直保持在250万~260万人, 蔬菜自给能力不稳, 影响着兵团人民的“菜篮子”安全。因此, 把“菜篮子”工程作为民心工程和效益工程来抓, 围绕城市和团场城镇, 建设城郊园艺蔬菜生产基地, 围绕边境口岸, 建设蔬菜出口基地, 大力推广绿色高效栽培模式, 提高种植水平和效益。

## 4 措施及建议

### 4.1 优化区域布局, 调整产业结构

按照“稳粮、优棉、增果、兴牧、大力发展农产品加工”为基本方针, 依据新疆兵团农产品在国内市场竞争中优势明显、产业基础和发展、市场需求、在农业经济结构中比重、产业发展, 以及其自然生态适宜、环境质量、生产规模、产业化基础、能够集中连片生产等条件, 结合区域分工、生产条件、产业基础优化农产品区域布局<sup>[7]</sup>; 同时通过调整品种结构, 引进和推广适宜本地区种植的优质果蔬品种, 增加名、优、特、新品种种类, 通过试验和示范, 筛选抗性好、产量高、品质优、附加值高的适合区域栽培的优良品种, 不断提高农产品的产量和品质, 整合独具特色的农业资源和产业集群, 加快农业经营方式向集约型、效益型转变。

### 4.2 加大新技术推广力度

坚持农业现代化与城镇化、新型工业化相结合的准则, 根据区域种植结构, 以优良品种为核心, 采用关键技

术突破与常规实用技术集成组装相结合的技术路线,将早期防病技术、培育壮苗技术、设施环境调控技术、有机生态型无土栽培技术、水肥耦合技术等蔬菜种植技术进行集成组装,按照“春提早,夏排开,秋延晚、冬生产”的技术方案,制定温室、搭棚、露地3种形式的安全生产模式,配合合理的茬口安排,示范推广蔬菜基质育苗、嫁接换根等栽培新技术;推广蔬菜生产新技术,优化栽培模式,提升种植水平。推广病虫无害控制技术,综合运用病虫生物防治技术。

#### 4.3 加大品牌建设

深入特优作物分布区域,重点调查地理标志农产品所在地域保护范围,制定生产技术规程,确定独特品质特征、产品质量安全、包装标识等。这将推动地理标志农产品申报工作的开展,推动兵团地域特色品牌的形成。配合大集团建设,打造兵团统一品牌<sup>[7]</sup>;建立名牌产品、著名商标、绿色食品、有机食品奖励体系,申请注册商标,创建蔬菜知名品牌,申请蔬菜产品绿色食品认证,完善设施农业生产标准体系和产品质量追溯监测体系;制订科学、规范、系统的品牌规划和品牌推广方案,通过优势产区的示范和带动,加快兵团果蔬产业现代化的进程。

#### 4.4 加快基础设施与物流体系建设

依据城市与团场发展规划,制定各级农产品市场改

造提升方案;加快推进物流园区建设,完善场地、道路、水电、垃圾处理等必要设施;加快建立畅通高效、安全便利的农产品物流体系。大力扶持专业生产合作社发展,引导大型零售流通企业和学校、酒店等最终用户与产地专业生产合作社、龙头企业等直接对接,促进产区和销区建立稳定的产销关系;大力发展订单农业,实现生产、加工、运输、仓储、保鲜、配送、消费一体化;推动大宗农产品网上交易、电子商务平台、期货等不断发展,拓展农产品销售渠道。

#### 参考文献

- [1] 张振华,苗志娟.试论新疆兵团屯垦戍边的三大作用[J].黑龙江史志,2008(7):8-10.
- [2] 肖剑霞.论生产建设兵团在新疆社会经济发展中的作用[D].上海:华东师范大学,2003.
- [3] 李愈,安瑞民,邓志锋.关于调整农业团场产业结构的思考[J].新疆农垦科技,2005(3):58-59.
- [4] 张杰.新疆特色城镇化动力机制研究[D].石河子:石河子大学,2011.
- [5] 刘庆发.兵团农业产业化经营:现状、问题及政策措施[J].新疆农垦经济,2008(1):35-44,52.
- [6] 陈晓燕,薄彩香.兵团果蔬加工业问题分析与对策研究[J].新疆农垦经济,2012(3):56-58.
- [7] 刘庆发,仇栋,邵丽珠.兵团果蔬产业化:现状、模式、启示及建议[J].新疆农垦经济,2010(1):41-46.

## Status and Development Countermeasures of Vegetable and Fruit Varieties Planted in XPCC

ZHANG Xin<sup>1</sup>, DING Junjie<sup>1</sup>, HUA Donglai<sup>2</sup>, WANG Guodong<sup>3</sup>, LIANG Fei<sup>3,4</sup>

(1. Scientific Management Department, Xinjiang Academy of Agricultural and Reclamation Science, Shihezi, Xinjiang 832000; 2. Institute of Forestry and Horticulture, Xinjiang Academy of Agricultural and Reclamation Science, Shihezi, Xinjiang 832000; 3. Institute of Soil and Water, Xinjiang Academy of Agricultural and Reclamation Science, Shihezi, Xinjiang 832000; 4. School of Environmental Science and Engineering, Chang'an University, Xi'an, Shaanxi 710064)

**Abstract:** Mission of XPCC(Xinjiang Production and Construction Corps) has long been responsible for reclaiming land and guarding the border areas, but special geographical distribution of the cropping structure in XPCC exist the region segmentation and administrative boundary phenomenon. Since 1980, the corps levels of yield and total production of vegetables and fruits were showed single peak trend first decreased and then increased in both the total sowing area to a stable trend. Corps of fruits and vegetables grows mainly sixth, seventh, eighth divisions located in the central zone of the North Slope of Tangshan Mountains and second divisions located in Bazhou. The corps of acreage and total production of vegetables and fruits in four prefectures in Southern Xinjiang including first division, third division and fourteenth division were lower than average. Vegetable cultivation level is generally higher than in Northern Xinjiang, melon cultivation levels most of northern division than Southern and Eastern Xinjiang. Unreasonable these factors restricted the development of XPCC including industrial structure, differences of vegetables per unit area productivity between north and south, parts vegetables yield fluctuations. Therefore, the proposal by optimizing regional distribution and increasing the promotion of new technologies, increasing brand construction, speeding up infrastructure and logistics system, to power play of XPCC industry resource for fruits and vegetables.

**Keywords:** Xinjiang Production and Construction Corps; melon and fruit; vegetable; restrictive factors; countermeasure



# 洛川苹果产业集群发展中的地方政府职能研究

刘传磊

(中国延安干部学院 教学科研部,陕西 延安 716000)

**摘 要:**改革开放以来,地方政府的经济职能转变体现了诱致性制度变迁的特点。地方政府在农业产业集群发展过程中逐渐退出了经营主体的角色,不再直接参与经营管理。但是,地方政府的主导作用长期存在,主要表现在主导产业的选择、规模扩张、技术推广和品牌宣传等方面。在中央政府主导下,地方政府经济职能应该逐步由主导向服务转变。

**关键词:**政府推动;经济职能;诱致性制度变迁

**中图分类号:**F 301 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)02-0173-05

农业产业集群是农业现代化过程中出现的现象。20 世纪 80 年代以来,地方政府的一个重要经济职能是依托本地区的比较优势,力争形成某个特定产业的集群,获得规模经济,带动区域经济发展。地方政府在积极调整农业产业结构的过程中,附加价值比较高的园艺作物成为首要选择。但是,全国范围目前仅有少数地区真正形成了蔬菜、水果、茶叶等产业集群,比较典型的包括赣南脐橙、洛川苹果、中宁枸杞、寿光蔬菜等。洛川县位于陕西省延安市,平均海拔 1 100 m,土层厚度 80~200 m,年平均气温 9.2℃,降雨量 622 mm,无霜期 170 d,日照时间长,昼夜温差大,是符合苹果生产 7 项气候指标的最佳优生区。2013 年,洛川县总人口 22.06 万人,其中农业人口 16.1 万人。洛川县耕地面积 42 667 hm<sup>2</sup>,其中苹果种植面积超过 33 000 hm<sup>2</sup>,苹果种植面积占全县耕地的 80%以上,农民人均果园 0.2 hm<sup>2</sup>,居全国之首。洛川县苹果及相关产业收入占农民人均纯收入的 95%。2008 年获得“洛川苹果”地理标志证明商标,2010 年“洛川苹果”被认定为“中国驰名商标”,2014 年品牌评估价值达到 52.41 亿元,居中国农产品品牌价值榜单第 2 位。研究洛川苹果的产业集群,对丰富产业集群的形成机制理论具有重要的典型意义。

## 1 农业产业集群研究述评

农业产业集群作为有效的区域产业组织形式,能够提高农业综合生产能力,促进区域经济发展<sup>[1]</sup>。卢凌霄等<sup>[2]</sup>回顾了农业产业集群相关理论,提出由于产业集群

主要表现在特定地区的特定产业聚集,所以针对区域与产业的案例研究比较多,主要的研究方法包括钻石模型分析方法和 SWOT 分析方法。迈克尔·波特<sup>[3]</sup>提出决定竞争优势的关键要素包括生产要素、需求条件、相关和支持产业、企业战略、结构和竞争等关键要素,以及外部环境中机会和政府角色等辅助要素,这些要素共同构成了“钻石模型”。李菁等<sup>[4]</sup>依据钻石模型分析了陇南花椒产业集群的相关要素,构建了基于资源禀赋的集约化种植产业集群模式、基于产业关联的加工产业集群模式和基于资源共享的物流园区运销产业集群模式等。牛晓敏等<sup>[5]</sup>运用 SWOT 分析模型对阜平县特色农业产业的优、劣势、机遇及存在的弊端和威胁。有的学者则从更为宏观的角度对农业产业的发展进行了研究。张奇<sup>[6]</sup>认为,农业产业集群资源的特定自然性和产业基本主体的非组织性,决定了在集群形成和起步扩张阶段不可能仅依靠基本主体自我完成,地方政府发挥了关键性的作用。当前,我国农业产业集群的发展已经呈现出由创建期向成长期转型的态势,地方政府进一步明确定位、加强管理、发挥好引导和支持作用,对农业产业集群厘清发展方向、提升产业层次、落实集群发展战略具有重要意义。郁建兴<sup>[7]</sup>回顾了十一届三中全会后的中央农业农村政策,认为国家政策促进了农业发展、农民增收,但是国家干预影响了市场在资源配置中基础性作用的发挥,并提出政府需要界定与市场、社会组织之间的行为边界,在充分尊重市场配置资源的基础性作用、尊重农村社会自主管理的基础上,体现政府职能的“兜底”特征,以“内源发展”取代“行政推动”作为农业农村发展新战略。但是,温铁军<sup>[8]</sup>、张建斌<sup>[9]</sup>认为,农业发展中既存在市场失灵,也存在政府失灵,在部门垄断体制下加强农业投入、提高产业化、依靠技术创新并不一定能提高农业收益。合理界定政府在农业发展中的职能,纠正

**作者简介:**刘传磊(1982-),男,博士,助理研究员,研究方向为农业经济。E-mail:cccler@163.com.

**基金项目:**国家社会科学基金重大资助项目(14ZDA064)。

**收稿日期:**2015-10-15



政府失灵问题,需要对农业发展中的政府职能进行深入的研究。

关于政府在农业发展中职能的研究文献,主要关注当前政府职能“是什么”和应该“是什么”的问题,而忽视了当前政府职能是“怎么样”形成的,以及“怎么样”才能推进制度改革的问题,也即是忽视了对制度变迁的深入研究。罗伯特<sup>[10]</sup>认为,解释性案例研究能够扩展对事物因果关系的理解,寻找和检验竞争性解释还可以大大提升解释性案例研究的可靠性。该文基于对洛川苹果产业的案例研究,通过回顾地方政府在促进农业发展中的职能演变,分析当前地方政府职能改革的可能途径,最后提出推进相关制度改革的政策建议。

## 2 地方政府作为经营主体角色的退出

洛川是1947年从河南灵宝引进苹果树开始种植的。1958年,洛川县推行人民公社化,公社成为基本的核算单位,在相对较高的种植收益和国家外销政策的激励下,洛川县政府和农民种植苹果的积极性都比较高。1966—1978年,洛川苹果种植面积年均增长率接近25%,1978年洛川县苹果种植面积已达到1 594 hm<sup>2</sup>。

地方政府作为经营主体退出果园经营经历了一个比较曲折的过程。1981年,洛川县开始平分土地,1983年底全县99%的生产队实行了家庭联产承包责任制。在这个“摸着石头过河”的时期,上级政府没有明确的文件指导,洛川县苹果生产责任制的改革中也出现了很多问题。主要表现在承包年限短、缺乏长期激励,大多数果园的承包时间只有1~2年,承包方式也不尽合理,干部凭职权和关系寻租问题严重。大多数果园粗放管理、掠夺式经营,出现了面积、产量、质量都下降的情况。1984年洛川县政府进一步完善了苹果生产责任制,具体承包方式由群众民主讨论,自由选择责任制形式。除继续推行“折股联营”、“专业组、专业户联包”、“固定领导、技术员,其他社员分批逐年轮流承包”等责任制形式外,开始推行承包到户责任制。并且,明确规定了无论采用哪种责任制形式,承包时间都不能短于15年。这些措施调动了农民的生产积极性,果园的经济效益明显提高。但是,由于对果园的经济效益没有做出科学的估计,承包农户的比例偏低,承包年限过长,承包果园的农户收入与一般农户收入差距悬殊,导致了1985—1986年果园承包纠纷增多,利益分配矛盾突出。1987年,洛川县为了解决果园承包责任制问题,开始全面推行大包干,以农户(家庭)为单位独立经营。地方政府规定,新建果园以家庭经营为主,权属归己,长期不变。并且鼓励农民利益荒坡建设果园,面积可以不受限制,免缴农业税,权属永远归己,子女有继承权。1990年,洛川县最终落实了承包到户、承包到联户等责任制。大包干性质的承包责任制逐渐稳定下来,地方政府不再作为果园经

营主体参与苹果的种植管理和经营。

地方政府作为苹果加工和销售主体持续了更长的时间。地方政府是通过组建企业体现加工和销售主体功能的。1986—1987年,洛川县政府投资200万元,建成了2条纸箱厂生产线。1986—1989年,先后投资120万元,建成了年生产能力1 200 t的果品加工厂。1988年,洛川县政府投资10万元,在西安设立了第一个苹果营销窗口。到1992年底,洛川县共建成国营和集体国库10座。1992年,洛川县“苹果开发产、贮(加)、销一体化”试验被确立为全国农村改革试验项目。根据试验方案,洛川县将苹果生产管理局、果业开发公司和苹果科学技术研究推广中心合并,组建成以生产、加工、销售、科研、信息等为主要职能的洛川县苹果开发总公司,同时继续保留苹果管理局,实行“一套人马,两块牌子”。总公司实行企业管理,每年从苹果销售总收入中提取8%~10%作为管理费用,盈亏自负,计划到1995年与县财政脱钩。但是,1995年苹果产业管理局和苹果技术推广中心又从苹果开发总公司中重新恢复了建制。由于这些国有和集体企业经营效益不佳,绝大部分企业逐渐破产。政府也逐渐退出苹果加工和销售的直接经营。2003年,洛川县苹果集团公司改制成延安果业集团公司,原洛川县苹果产业管理局局长(同时兼任苹果集团公司总经理)作为国有股份的股东代表,担任新改制的集团公司董事长。该公司是陕西省省级农业产业化重点龙头企业,拥有国际一流的气调保鲜库和保险冷库,一度是该县最具代表性的国资龙头企业。2014年,在企业经营不善、负债沉重的情况下,洛川县对该公司进行改制重组,县政府将该公司的资产、债券债务、人员等全部移交给民营企业。该企业的改制重组,是地方政府作为苹果加工与销售主体退出的标志性事件。

## 3 地方政府主导作用的主要表现

地方政府作为产业发展的主导作用长期存在,主要表现在推动苹果种植面积快速增长、培育品牌价值、推广种植技术等方面。20世纪80年代家庭联产承包责任制基本实施后,洛川县苹果种植面积主要有3个快速增长期,如图1所示。

由图1可知,1985—1987年洛川县苹果种植面积由2 573 hm<sup>2</sup>增长到6 762 hm<sup>2</sup>。1985年洛川县委、县政府做出了《关于把我县建设成为苹果商品生产基地重点县的决定》,制定了《洛川县1986—1995年苹果生产发展规划》,提出1986年新建果园667 hm<sup>2</sup>,1987、1988年分别新建1 333 hm<sup>2</sup>,1989年后每年新建667 hm<sup>2</sup>。1985年12月,洛川县决定成立苹果生产指挥部,推进苹果产业快速发展。1986年,由于大包干的实施和种植收益的较高,全县农民申报建园面积达到2 093 hm<sup>2</sup>,指挥部及时做出了《关于1986年秋季新建“三万亩”苹果基地的安排

意见》,决定“全县动员,集中力量,从11月1日开始,到11月20日结束,突击20 d,全面完成2 000 hm<sup>2</sup> 建园任务”。洛川县抽调了100多名干部职工下乡驻村蹲点,并实行县级领导分片包干、部局领导包乡(镇)、干部包村组的办法落实。经过全县20 d的努力,新建果园3 723 hm<sup>2</sup>,超过了此前30多年发展起来的果园总面积,苹果产业的主导地位初步形成。

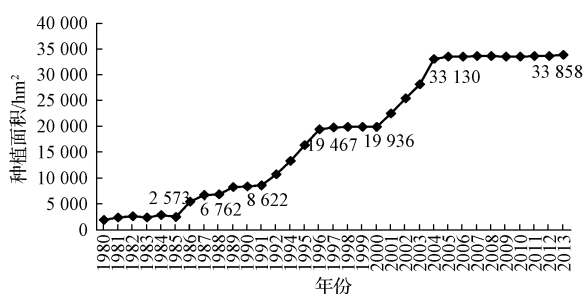


图1 1980—2013年洛川县苹果种植面积

Fig. 1 The planting area of Luochuan apple between 1980—2013

1991—1996年苹果种植面积由8 622 hm<sup>2</sup>增长到19 467 hm<sup>2</sup>。1992年,洛川县提出到1995年全县苹果种植面积发展到12 000 hm<sup>2</sup>。1993年,县政府做出了《进一步加快苹果产业发展的决定》,决定每年兴建2 667 hm<sup>2</sup>新果园,改造667 hm<sup>2</sup>老苹果园。1994年,县政府又做出《进一步加快苹果龙头产业发展的决定》,再次强调每年兴建2 667 hm<sup>2</sup>新果园,并新成立了由县委书记任组长的苹果产业开发领导小组。1995年,洛川县制定出新建果园规范,对完不成当年兴建果园任务和不严格执行规范要求乡(镇)书记、乡(镇)长就地免职,验收小组组长验收结果不实就地免职。1995年和1996年分别新建果园3 400 hm<sup>2</sup>和3 133 hm<sup>2</sup>,成为洛川苹果种植面积增长最快的2年。1999年,洛川县苹果特产税达到了2 135万元,占地方财政总收入的33.2%,成为第一大税种。苹果产业已经成为全县的主导产业,成为农民增收和财政增长的主要来源。

2000—2004年苹果种植面积由19 936 hm<sup>2</sup>增长到33 130 hm<sup>2</sup>。2000年4月21日,洛川县委常委会议决定成立“洛川县苹果产业开发指挥部”,由县委书记任总指挥,人大主任、县长、政协主席等任副总指挥,其他28名部门主要负责人任成员。原“乡镇果树技术服务站”更名为“乡镇苹果产业管理服务工作站”,财政全额负担。2000年,县政府做出了《关于建设苹果专业县的决定》,要求每年新增苹果种植面积2 000~3 333 hm<sup>2</sup>,到2005年发展到26 667 hm<sup>2</sup>,实现农业特产税5 000万元,到2010年发展到33 333 hm<sup>2</sup>,实现农业特产税1亿元。2002—2005年县政府又连续出台了《关于加快苹果专业县建设的实施意见》、《关于建设苹果产业强县的意见》、

《关于进一步加快苹果产业强县建设步伐的实施意见》、《关于加快苹果产业开发、推动县域经济快速发展的实施意见》等文件。2005年,洛川县苹果种植面积已经达到了33 333 hm<sup>2</sup>,提前完成了计划任务。2006年,苹果产业已占到总耕地面积、农业总产值、农民人均纯收入的80%以上。2000—2003年,苹果特产税每年都占地方财政收入的30%以上。2004年,洛川县被确定为农业特产税减免试点县,苹果特产税等相关税费被取消。

关于苹果种植面积快速增长原因的另一种解释是市场的拉动作用,市场的拉动作用可以主要从苹果价格反映。由图2可以看出,1983年苹果平均收购牌价仅为0.37元/kg,随着水果购销体制改革,苹果价格大幅上升,1988年收购价格增长到1.15元/kg,平均每年的增长速度为26%。苹果价格的大幅上升会对农民种植苹果的积极性有显著的影响,但是在此期间苹果价格的上升速度是比较平均的,不是1986年洛川县苹果种植面积翻倍的主要原因。1992—1995年苹果价格虽然继续上升,但是有较大的波动。1993年和1996年苹果价格下降明显。特别是1997—2004年苹果销售价格长期低迷,而在2000—2004年洛川县苹果种植面积恰恰出现了第3次大幅度的增长,因此,市场的拉动作用不是洛川县苹果种植面积扩大的直接原因。

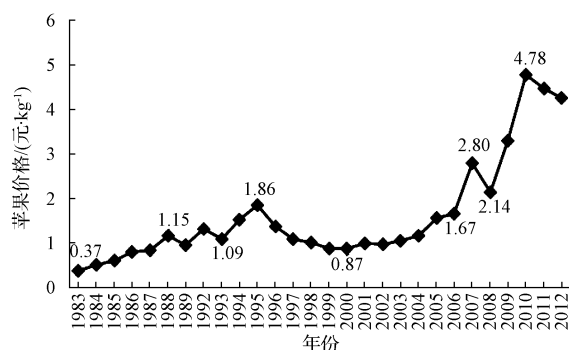


图2 1983—2012年的全国苹果的价格

Fig. 2 The national apple's price between 1983—2012

地方政府的主导作用还表现在推广新技术和促进品牌建设等方面。2001年,洛川县推行“大改形、强拉枝、巧机肥、无公害”四项技术,召开了全县主要领导干部“四项关键技术培训大会”,使推广苹果种植技术成为各乡镇的硬任务。“大改形、强拉枝”需要对果树的主干进行改造,长期收益可能会提高,但短期会导致产量的下降,所以遭到了农民的抵制。为了应对这个问题,洛川县政府在积极开展示范引导的同时,采取了一些强制措施推广相关技术。为了促进品牌建设,洛川县制定了地方标准,大力推进苹果生产的标准化管理。截止2013年,洛川县共建成苹果标准化示范基地2 000 hm<sup>2</sup>,通过国家绿色认证的24 667 hm<sup>2</sup>,建成出口示范基地13 333 hm<sup>2</sup>,

通过出口认证 8 587 hm<sup>2</sup>,通过欧盟及国内认证的有机果品基地 3 213 hm<sup>2</sup>。2007—2014 年,洛川县还连续举办了七届“中国·陕西(洛川)国际苹果节”。但是,当前洛川苹果产业也面临一些问题,一是品牌带动效应不明显,难以体现优果优价;二是缺乏大的龙头企业,企业带动作用不明显;三是关联产业起步晚,没有形成规模;四是自然灾害频发,政策性保险保障能力较弱;五是土地的有机质含量大幅降低,苹果口感下降,等等。

#### 4 地方政府经济职能的变迁分析

林毅夫<sup>[11]</sup>把制度变迁分为诱致性制度变迁和强制性制度变迁,认为诱致性制度变迁指的是一群(个)人在响应由制度不均衡引致的获利机会时所进行的自发性变迁,强制性制度变迁指的是由政府法令引起的变迁。但是,黄少安等<sup>[12]</sup>认为,基于“经济人”假设的“强制性变迁”并不存在,那只是政府作为主体的诱致性变迁而已,变迁主体只是为了建立能增加自身利益的新制度,采取某些强制性措施罢了。不过,黄少安等<sup>[12]</sup>也指出,如果取消制度变迁主体作为单一“经济人”的假设,以“利他”为特征的“强制性变迁”在现实中是客观存在的。通过洛川县苹果产业发展中的地方政府职能变迁可以看出,地方政府经济职能的制度变迁体现了诱致性变迁的特点。

##### 4.1 地方政府经济职能的诱致性变迁

地方政府在农业主导产业发展中由主体到主导的职能变迁,体现了诱致性变迁的特点。洛川县政府不再作为经营主体参与苹果种植、加工与销售,是政府甩包袱和市场淘汰的结果。中国小农经济的基本特点就是以家庭为基本生产单位。地方政府直接参与种植经营,难以克服管理不善的问题。地方政府在竞争性行业投资兴建的企业,往往由于行政干预过多,管理人员激励不足,委托代理的信息不对称,陷入无法适应市场竞争的困局。地方政府在作为经营主体不得不退出的情况下,加强主导作用更加体现了其自利行为。2005 年之前,洛川县之所以大力扩大苹果种植规模,重要的原因就是苹果特产税是地方财政收入的主要来源。当然,地方政府发展苹果产业的动力不仅仅来自财政激励,也来自推动地方经济发展、提高农民收入的政绩激励。

##### 4.2 地方政府经济职能强制性变迁的可能性

按照已有研究提出的理想状态,地方政府应该充分尊重市场配置资源的基础性作用、尊重农民自主管理,在这个前提下发挥“兜底”的政府职能。这要求地方政府进一步改革生产经营环节的垄断和干预,放开对农民和企业经营行为的控制,允许农民自愿组建跨地域的综合性合作社。政府主要承担起建设公共设施、治理面源污染等职责。以洛川县为例,在已经废除了农业特产税的情况下,地方政府持续增加农业投入、解决面源污

染、保障食品安全的激励降低。不过,地方政府的激励是多方面的,除了增加地方财政收入外,还有维护社会稳定、保护生态环境等,上级领导对地方政府制度创新的认可也能够成为制度变迁的重要激励。在国家政策没有鼓励地方探索、试验的情况下,地方政府进行一些重要制度创新的可能性很小。类似于跨区域的综合性合作社的发展、农村面源污染的治理方面的制度建设将很难进行,政府“兜底”的职能难以由地方政府自发地实现。在矛盾积累到一定程度,国家出于宏观经济发展、执政基础巩固等方面考虑,允许地方探索并推进相关改革,制度变迁才有可能发生。

##### 4.3 实行中央政府主导下的地方政府职能改革

20 世纪 80 年代的农村改革,既体现了中央政府的主导性,也体现了地方政府的自主性。由于各地资源禀赋差异较大,产业结构不尽相同,地方政府需要在国家的宏观政策指导下,根据当地的实际制定具体的改革方案。洛川县的改革显示,地方政府经济职能改革不可能一蹴而就,对不同主体的利益分配很难做到均衡,只能在博弈过程中不断调整。因此,地方政府经济职能变迁是不断探索的过程。在当前的财税体制下,地方政府经济职能的改革更为复杂。由于农业领域对地方财政的贡献几乎为零,地方政府缺乏长期投资农业和农村的激励,难以自动承担起“兜底”的职能,地方政府经济职能改革需要外在的压力或激励。地方政府公司主义的属性决定了地方政府具有的内在逐利性,其在金融、流通等经济领域掌握的垄断利益不可能自发让给农民。但是,当前中国正在崛起的庞大的中产阶级的个性化需求,为真正推进农村一、二、三产业融合、促进“三产化”的农业现代化提供了机遇。改善当地的生态环境、保障食品安全、提供信息服务,吸引中小资本投资,促进乡村旅游和市民农园的发展,可以为地方财政提供新的增长来源。这也为中央政府推动地方政府改革提供了良好的机遇,因此,当前应该在中央政府主导下推动地方政府经济职能改革。

#### 参考文献

- [1] 徐丽华,王慧.区域农业产业集群特征与形成机制研究[J].农业经济问题,2014(11):26-32.
- [2] 卢凌霄,蹇鄂,耿献辉.农业产业集群:一个分析框架[J].经济问题探索,2014(5):90-95.
- [3] 迈克尔·波特.竞争论[M].高登第,李明轩译.北京:中信出版社,2009.
- [4] 李菁,揭筱纹.基于钻石模型的农业产业集群模式体系研究:以甘肃陇南花椒产业为例[J].兰州大学学报(社会科学版),2014(2):121-126.
- [5] 牛晓敏,周大迈,张爱军,等.河北省阜平县特色农业产业的 SWOT 分析[J].北方园艺,2014(4):185-188.
- [6] 张奇.农业产业集群成长演进中的地方政府作用研究[J].农村经济,2009(1):39-42.



# 补血草组织培养技术研究进展

曹君迈, 彭亚齐, 陈淑媛

(北方民族大学 生物科学与工程学院, 宁夏 银川 750021)

**摘 要:**对补血草的组培技术从诱导培养、增殖培养、生根培养、移栽练苗的研究现状进行了概述,旨在为补血草植物的组培快繁提供科学依据,同时对补血草野生植物资源保护、开发利用及产业化发展奠定基础。

**关键词:**补血草;组织培养;技术

**中图分类号:**S 681.903.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)02-0177-05

补血草(*Limonium sinuatum*)属多年生或二年生草本植物,原产地中海沿岸地区。别名深波叶补血草、呈辰花、干枝梅、矾松菊等<sup>[1]</sup>。它不仅花色丰富漂亮,有黄、橘黄、桃红、粉红、紫红、蓝青、白色等各种颜色,而且种植广泛,世界的许多地区均有商业栽培。它常常被用作鲜切花和干花,还可以入药。鲜切花主要是作配花,花色艳丽,保鲜期长;作干花,其花瓣膜质,含水量低,即使叶和花枝凋萎,花也不褪色不凋落,因而有“不凋花”的美誉,

是制作干花的绝佳品种。根据中医学中记载,全草具有活血、止血、温中健脾、滋补强壮之功效,具有较高的药用价值<sup>[2]</sup>。此外,补血草属多为耐盐抗旱的旱生植物,是我国优良的野生植物资源,在防风固沙、生态恢复中具有重要的应用价值<sup>[3]</sup>。

植物组织培养(plant tissue culture)是一门以植物生理学为基础的生物技术学科,它诠释了植物细胞的全能性。植物组织培养被称为植物克隆,指通过无菌操作将外植体(幼胚、幼叶、花药、子房、根尖、茎尖、茎段等)接种于人工配制的培养基上,在人工控制的环境条件下(光照、温度、湿度、通气等)进行离体培养的一套技术与方法<sup>[4]</sup>。植物组织培养可以分为固体培养、半固体培养、液体培养等,近年来研发了一系列相应的技术和设

**第一作者简介:**曹君迈(1964-),女,本科,教授,现主要从事细胞工程和细胞生物教学与科研工作。E-mail:junmaicao@163.com.

**基金项目:**北方民族大学国家级创新创业训练计划资助项目(201311407018)。

**收稿日期:**2015-10-08

[7] 郁建兴.从行政推动到内源发展:当代中国农业农村发展的战略转型[J].经济社会体制比较,2013(3):12-25.

[8] 温铁军.三农问题与世纪反思[M].北京:三联书店,2005.

[9] 张建斌.农业产业集群形成过程中的市场失灵与政府作用[J].农村经济,2011(5):54-57.

[10] 罗伯特·K·殷.案例研究方法的应用[M].重庆:重庆大学出版社,

2014.

[11] 林毅夫.关于制度变迁的经济学理论:诱致性变迁与强制性变迁[G].科斯 R,阿尔钦 A,诺斯 D,著.财产权利与制度变迁:产权学派与新制度学派译文集,上海:三联书店,1991.

[12] 黄少安,刘海英.制度变迁的强制性与诱致性:兼对新制度经济学和林毅夫先生所做区分评析[J].经济动态,1996(4):58-61.

## Study on Local Government Functions in Industrial Cluster Development of Luochuan Apple

LIU Chuanlei

(Teaching and Research Department, China Executive Leadership Academy, Yan'an, Shaanxi 716000)

**Abstract:** Since the reform and opening, the transformation of local government economic function reflects the characteristics of the induced institutional change. In the process of agricultural industrial cluster development, local government gradually withdrew from the role of management subject, and no longer involved in the operation and management directly. But the leading role of the local government exists for a long time, mainly in the selection of leading industry, the expansion of scale, the popularization of technology and the publicity of brand, etc. The economic functions of local government should gradually transform from leading to service under the guidance of the central government.

**Keywords:** government driving; economic functions; inductive institution evolution



备。这一学科的建立和发展,促进了生物科学的各个学科(生物化学、植物生理学、植物病理学、胚胎学、遗传学、细胞学生物学、发育生物学等)的迅速发展,并在科学研究和生产应用上开辟了许多令人振奋的新领域。植物组织培养技术已在植物的快速繁殖、脱毒、植物品种改良、单倍体育种、基因工程育种、细胞突变体筛选、种质资源保存、次生代谢产物生产等方面得到了广泛的运用,对现代农业、林业、园艺和医药等领域产生了深刻影响,其应用领域还在不断拓宽、延伸<sup>[5]</sup>。然而,补血草中有些种,有大量的不孕枝,种子结实少,限制了它的规模化生产与发展<sup>[6]</sup>。采用组培快繁技术,不仅可提高繁殖系数,还可有效的去除病毒,以确保遗传性状的稳定性和切花质量的改善,更重要的是对我国优良的野生植物资源开发利用、保护的有效手段,是实现补血草规模化生产发展的重要技术之一。有关补血草属植物组织培养国内外已有许多报道<sup>[7-10]</sup>,现将补血草组培快繁的技术从诱导培养、增殖培养、生根培养、移栽练苗环节总结如下,为今后补血草组培苗快速产业化提供科学依据。

## 1 补血草诱导培养的研究进展

### 1.1 材料灭菌方法的筛选

植物组织培养过程中引起污染的原因是多方面的,应根据具体情况从以下方面预防和解决:①选择无病虫害危害的健康材料;②对材料进行彻底灭菌;③在培养基中加入抗污染剂;④保证培养环境的无菌。

为了成功的完成植物组织培养,在接种之前必须对材料进行严格的消毒灭菌,遵循的基本原则是:既杀死材料表面附着的微生物,又不使材料失去活性。特别需要注意消毒时间,时间的长短应该以材料的分化程度来决定<sup>[10]</sup>。冯晓英<sup>[11]</sup>研究发现在起始培养基中添加 20 mg/L 的苯甲酸钠对抑制细菌和真菌污染有一定的效果,并且外植体的分化率也较高。

### 1.2 外植体选取的筛选

植物细胞具有全能性,从理论上讲若条件适宜,任意一个植物细胞都可以通过组织培养而诱导分化成再生植株。但是不同种类、不同器官、不同生理状态的植物,其分化再生能力是不同的。研究表明勿忘我的根、茎、叶、花药、花梗、胚等都可以作为外植体来建立无菌系。在研究植物组织培养中,外植体的选取是首要条件,若外植体的取材方便、取材期长,分化和增殖都易于实现,芽丛增殖量大,那么在短期内就能得到大量再生植株,这对迅速建立起无菌系进而达到产业化生产有极大的帮助。

李凤琴<sup>[10]</sup>和高丽霞等<sup>[12]</sup>先后用勿忘我的根、茎、叶、种子为材料进行多次试验,均认为种子为理想的外植体。郑丽屏等<sup>[13]</sup>用勿忘我的花茎、茎尖和叶片作为外植体,均可以诱导愈伤组织和不定芽,但花茎和叶片不

定芽的诱导率低且时间长,而茎尖的诱导率高且所需时间短。随后通过试验改变培养基配方,多数研究证实了花茎能用来建立无菌系<sup>[14-17]</sup>;同时也有研究证实了叶片可以进行组织培养进而建立无菌系<sup>[11,17-21]</sup>。多数研究采用勿忘我的嫩茎作为材料,对激素的配比及组培苗移栽练苗方式进行了优化<sup>[20-24]</sup>。也有研究先后用幼嫩花序作为起始材料,很快就繁殖出了大批再生植株,创立了勿忘我组培快繁和品种复壮的另一条积极有效的途径<sup>[11,25-27]</sup>。吴杰<sup>[28]</sup>和温银元等<sup>[29]</sup>相继利用花梗作为外植体,诱导器官分化,探讨了其分化条件,为组培快繁增添了新的途径。郑丽屏等<sup>[13]</sup>和吴杰<sup>[28]</sup>用茎尖培养建立了无菌系。茎尖培养在组培快繁脱毒中应用广泛,但其取材难度大,数量少,且受时间限制,因而利用其它途径诱导不定芽,建立无菌系成为研究的主要方向之一。

如何利用现有材料使诱导率和增殖系数提高呢?一般而言,植物器官分化程度越低,其全能性越高,诱导率亦相应越高。因此,利用植物最幼嫩的器官建立无菌系,将会极大的提高诱导率,同时减少培养基中细胞分裂素的添加量。郝玉兰等<sup>[30]</sup>用切去胚根后的 2 片子叶的幼苗作为外植体,获得较高的增殖系数;赵顺邦等<sup>[31]</sup>用胚筛选诱导培养基,诱导率高达 92.9%;杜兴臣等<sup>[32]</sup>用种子诱导的不定芽作为外植体,诱导愈伤组织、丛生芽和根,完成了植株的再生;常黎民等<sup>[33]</sup>在种子发芽时使用激素,成功诱导器官分化,建立无性系;王淑敏等<sup>[34]</sup>在种子发芽后取其茎尖、叶片和下胚轴为外植体,进行丛生芽诱导试验,只有茎尖可以诱导出丛生芽;陈淑媛等<sup>[35]</sup>利用种子萌发后采用正交实验设计方法,筛选出了最佳的丛生芽诱导培养基。

## 2 补血草增殖培养的研究进展

### 2.1 增殖培养基配方的筛选

组培苗在无菌、营养充足、光照良好、温度和湿度均适宜的条件下生长,不受季节气候和时间的限制,无病虫害危害,增殖极快。因而只要试验设计合理、方法可行,即可优化筛选出最佳增殖培养条件。外植体在单一激素和组合激素的培养基中,表现出不同的生长状态,细胞分裂素和生长素调节植物的生长,一般激素组合更能表现出最佳的增殖效果。目前发现的六大类植物激素在组培中运用最广泛的是生长素(主要是 NAA)和细胞分裂素(主要是 6-BA),而其它几类的研究及应用较少。

2.1.1 单一激素的筛选 TDZ(苯基噻二唑脲)是一种具有高度细胞分裂活性的棉花脱叶剂,在组培中使用最多最广。杨春梅等<sup>[24]</sup>分别试验 TDZ 和 6-BA 的增殖效果,试验表明 TDZ 对勿忘我组培苗增殖的影响较大。

2.1.2 激素的組合的筛选 增殖系数高的组培苗大部分丛苗都偏矮,严重地降低了出苗率和成活率。赤霉素

(GA<sub>3</sub>)有诱导细胞伸长生长的作用,但浓度过高组培苗的茎会变细,叶片黄化,影响苗的质量。为促进组培苗茎的伸长生长且不影响苗的质量,需要限制其使用浓度。杨春梅等<sup>[36]</sup>对 GA<sub>3</sub> 的最适浓度进行了研究,试验表明在 MS+0.3 mg/L BA+0.3 mg/L NAA 的培养基中加入 0.2~0.4 mg/L 的 GA<sub>3</sub> 能促进组培苗生长,同时还能使苗丛数大大增加;而对苗色泽、苗鲜重、茎的粗壮度几乎没什么影响。而陈佳瀛等<sup>[22]</sup>多次试验得出以 MS+0.1 mg/L NAA+20 mg/L GA<sub>3</sub> 培养基最有利于芽的诱导。以上试验结果说明低浓度的 GA<sub>3</sub> 有利于组培苗的生长,而高浓度的 GA<sub>3</sub> 在 NAA 的共同作用下有利于芽的诱导。再生植株的形成有 2 种途径,一是先形成愈伤组织再分化出丛生芽,二是直接诱导分化出不定芽,在适宜的培养条件下,6-BA 与 NAA 不同组合可以实现这 2 种途径。钟士传等<sup>[15]</sup>用 MS+0.1 mg/L BA+0.01~0.5 mg/L NAA+30 g/L 蔗糖+7 g/L 琼脂的培养基培养 30 d,繁殖系数可达 9.0 以上。陈世华等<sup>[21]</sup>挑选出适宜一次成芽培养基为 MS+0.5 mg/L 6-BA+0.1 mg/L IBA。2,4-D 是一种人工合成的植物激素,它与生长素(IAA)的生理效应相似,是诱导愈伤组织的一种生长素类似物<sup>[28]</sup>。温银元等<sup>[29]</sup>用 6-BA+2,4-D 和 6-BA+NAA 2 种激素组合,得出 MS+1.0 mg/L 6-BA+2.0 mg/L 2,4-D 为诱导愈伤组织的最佳培养基,愈伤组织诱导率最高 89.2%,出愈速度最快(12 d)。陈淑媛等<sup>[35]</sup>采用 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)正交实验筛选适宜勿忘我丛生芽诱导的培养基,总结出 4 种激素对勿忘我丛生芽的诱导作用的顺序为 6-BA>ZT>NAA>KT;适宜的丛生芽诱导培养基为 0.2 mg/L ZT+0.4 mg/L 6-BA+0.2 mg/L NAA。

## 2.2 培养条件的筛选

在组培中,控制培养的条件极其重要,它直接影响着外植体的分化途径和组培苗的生长速度。因而对温度、湿度、通风、光照等外界环境条件的有效控制关乎组培试验成败,缺一不可。泽仁旺姆等<sup>[19]</sup>利用暗培养技术,诱导出愈伤组织的速度比光培养条件下快了近 1 倍,而且分化出芽的数量是光培养条件下的 3 倍。光照强度和时间在诱导和分化期的需要量是不同的,那淑芝等<sup>[23]</sup>设置愈伤组织和不定芽的诱导光照强度为 1 000~1 500 lx,光照时间 8 h/d;不定芽分化光照强度为 2 000~3 000 lx,光照时间 12 h/d。

## 3 补血草生根培养的研究进展

### 3.1 生根培养基配方的筛选

在生根过程中,组培苗的叶片数基本保持稳定,只是叶子变长,因此在培养生根组培苗时,最好选择株型完整、叶片较多的分化苗,以利其移栽成活<sup>[12]</sup>。植物激素的种类和浓度对生根影响很大。不同植物不同生理

状态下生根的最适基本培养基的类型、大量元素的含量、糖含量等都不同。一般在勿忘我组培苗生根过程中,应用较多的是 MS 基本培养基、大量元素减半、糖含量减半的组合。而应用研究较多的激素是 NAA。

高丽霞等<sup>[12]</sup>在前人研究的基础上,将 MS 换成 LS 培养基,并适当增加了 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 的含量,仅 2 周就长出根来,最后优选出(1/2LS+1.0 mg/L NAA+2.0 mg/L KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>+15 g/L 糖)为最适生根培养基。而金迪等<sup>[37]</sup>同时使用 2 种生长素,得出 1/2LS+0.5 mg/L NAA+1.0 mg/L IBA 培养基最适合于组培苗生根。

活性炭(AC)对组培苗生根往往有多种影响,在同种植物的应用中也出现过结果相悖的情况。陈佳瀛等<sup>[22]</sup>筛选的最适生根培养基为 1/2MS+0.1 mg/L NAA+0.5%AC;而陈淑媛等<sup>[35]</sup>在生根时使用活性炭,随着活性炭浓度的增加,生根率反而降低,结果表明添加活性炭不利于生根。第一种情况有可能是因为加入活性炭模拟了土壤黑暗的环境;另一种情况可能是活性炭吸附了营养物质,使组培苗不易生根。杜兴臣等<sup>[32]</sup>研究表明 1/2MS+5 mg/L IBA+2 mg/L NAA+1 g AC+100 g LH 和 1/2MS+5 mg/L IBA+2 mg/L NAA+100 g LH 培养效果较好,生根率达 90%以上。

在植物组培苗生根阶段,由于培养环境的高温、高湿和弱光等因素,经常使得芽苗徒长和根系纤弱,以至于再生植株的抗逆性弱和移栽成活率低。添加生长延缓剂 PP<sub>333</sub>(多效唑)到植物生根培养基中,可能会收到抑制芽苗徒长和提高再生苗质量的效果<sup>[11]</sup>。冯晓英<sup>[11]</sup>反复试验得出在生根培养基中附加 0.02 mg/L PP<sub>333</sub> 的长势好。而徐美隆等<sup>[17]</sup>在添加 0.2 mg/L 的 PP<sub>333</sub> 同时也加入了 200 mg/L 的维生素 C,同样取得了不错的生根效果,可能与维生素 C 抑制组培苗伤口褐化有关,进而利于生根。

对于激素 IBA 的单独使用的效果,先后还有不同的结论。柴慈江等<sup>[38]</sup>提出高浓度的 IBA 对勿忘我组培苗生根有抑制作用,在组培苗生根培养中采用不含 IBA 的培养基,生根率可达 80%。而温银元等<sup>[29]</sup>和王淑敏等<sup>[34]</sup>在生根阶段均使用 IBA,生根率可达 100%。这可能与接种之前的生根苗的培养时间及培养状态有关。

培养勿忘我的最适生根激素种类也饱受争议。多数研究<sup>[15,21,23]</sup>均采用 MS 基本培养基分别研究了 IAA、IBA 和 NAA 3 种激素对生根的影响,那淑芝等<sup>[23]</sup>和钟士传等<sup>[15]</sup>表明最佳生根激素为 IAA,而陈世华等<sup>[21]</sup>发现最适生根激素却是 IBA。这些相悖的结论可能是因为试验中材料的状态和后期培养条件不同。

在生根培养中,所配制的培养基一般会使糖含量有所降低。而最适宜的糖含量也无从定论。为了减少成本,屈云慧等<sup>[39]</sup>引进无糖培养方法进行生根培养。无糖

培养(sucrose-free)又称光独立培养(photoautotrophic),其原理是大田温室环境的控制。就是用大型培养容器替代培养瓶,通过调节光照强度、CO<sub>2</sub>浓度、气流速度、温度、湿度等环境因子,用不加糖的培养基为组培苗自养生长提供适宜的生长环境。屈云慧等<sup>[39]</sup>的试验表明无糖培养的组培苗长势良好,可省略驯化过程,有效降低组培苗生产的成本和时间。这为优质种苗的生产开创了新的思路。

### 3.2 培养条件的筛选

在生根培养时,控制培养的条件极其重要,这影响着组培苗生根和生长速度。而组培试验中温度、湿度、通风、光照等外界环境条件的控制缺一不可。在试管苗生根时,光照强度是极其关键的。有研究称弱光培养有利于生根,有些研究者在培养基中添加活性炭模拟土壤环境;而另一些说法是在组培生根时应该用稍强一点的光,这样有利于植株通过光合作用制造养分,以便由异养过渡到自养,同时也促进根的发育,提高对于干燥和病害的忍耐力。

## 4 补血草组培苗移栽练苗的研究进展

### 4.1 移栽基质的筛选

组培苗移出培养瓶,环境变化特别大,为提高移栽成活率,必须先对组培苗进行练苗或驯化,这是组培快繁的一个重要环节<sup>[11]</sup>。

组培苗与一般苗子不同,移栽先要经过沙培、土培,最后才能移入大田。组培苗一直生长在人工制造的环境中,移栽时它由异养转为自养,因此要注意防感染、防失水。移栽组培苗时,可以先用18℃的温水将根部的培养基洗干净;选取的组培苗要健壮,根系一般为0.4 cm左右;移栽基质要疏松、透气性好<sup>[10]</sup>。

移栽基质可以是单一的,也可以是组合的。根据环境条件选取最适移栽基质,有利于提高组培苗移栽存活率。一般选择容易灭菌处理、疏松通气、保水的基质进行移栽练苗。

常黎民等<sup>[33]</sup>选用国产泥炭土炼苗成活率最高为46%;陈银凤等<sup>[40]</sup>得出生根苗在以泥炭+珍珠岩(1:1)中生长的最好;而陈佳瀛等<sup>[22]</sup>的生根苗在珍珠岩+沙+园土(1:1:2)中的成活率达90%;金迪等<sup>[37]</sup>的生根苗在蛙石+草炭(3:1)中成活率最高;陆玲丽等<sup>[27]</sup>的生根苗在腐殖土+珍珠岩+木屑(2:2:1)的介质上移栽成活率高;陈淑媛等<sup>[35]</sup>筛选的练苗基质为草炭+珍珠岩(1:1),成活率达88%。

冯晓英<sup>[11]</sup>改进移栽练苗方法,对勿忘我进行2步移栽。练苗5 d后将生根苗移栽到塑料杯中(第一步移栽),在木屑+泥炭+珍珠岩(5:2:3)中成活率高达100%;3周后移入大棚(第二步移栽),成活率达93%。

黄玉玲<sup>[41]</sup>用直接上袋法和箱子排苗法2种方法练苗,分别用红土+腐殖土(1:1)和珍珠岩为基质,这样可以选择性的控制生根苗的出苗时间,最后达到降低成本的效果。

### 4.2 练苗条件的筛选

要想达到最佳的练苗效果,在试验中应注意以下几点:①调整出瓶前环境;②选择适合的种植基质;③防止杂菌滋生;④区分有根苗和无根苗的移栽方式;⑤控制好练苗期的光照及温度、湿度;⑥根据市场需求进行练苗<sup>[41]</sup>。

移栽初期的生根苗,对环境要求严格。在移栽练苗时温度、湿度、光照强度都有一定的范围,练苗环境条件要根据植株的生长情况进行及时的调整。

柴慈江等<sup>[38]</sup>在移栽前对勿忘我生根苗进行强光直射练苗试验,结果明显提高了组培苗的移栽成活率。一般练苗移栽时要避免阳光直射,勿忘我组培苗练苗移栽最适温度为白天25℃、夜间15℃左右,空气相对湿度为80%左右,还需要适当地及时浇些稀释的营养液<sup>[10]</sup>。

练苗是个渐进的过程,每一阶段都需要根据实际情况进行操作。组培瓶内有糖等营养成分,出瓶后组培苗靠光合作用维持生存,因此在练苗1周后应逐渐增加光照时间。一般早、晚露苗,中午前后遮阴,同时观察生根苗的叶片变化,及时遮阴并适当喷水,以保持基质水分含量70%左右,温度比基质表面温度高1~2℃即可。将温湿度、光照协调好,有利于小苗的成活及生长。小苗成活3周后,苗高4~6 cm即可定植<sup>[41]</sup>。

## 5 展望

补血草具有较高的观赏价值、药用价值和生态应用价值。特别是随着人们对环境美化的需求和保健意识的增强,市场需求量快速发展。为了达到对野生植物资源的保护,利用组培快繁技术,提高组培苗的生产效率及有效苗的数量和质量,解决市场需求,实现资源保护和利用的协调发展,对今后补血草产业化生产具有现实的意义。

### 参考文献

- [1] 彭泽祥,庄璇,李树刚.中国植物志[M].北京:科学出版社,1987.
- [2] 王文,孙志峰.二色补血草的组织培养[J].植物生理学通讯,1990(5):42.
- [3] 田福平,时永杰,陈子莹.我国补血草属野生植物资源的分布及研究现状[J].草业与畜牧,2010(3):49-52.
- [4] 梁称福.植物组织培养研究进展与应用概况[J].经济林研究,2005,23(4):99-101.
- [5] 马慧,张立军,阮燕桦,等.植物组织培养技术的现状及发展趋势[J].安徽农业科学,2007,35(6):1602-1604.
- [6] 刘媛心,杨喜林,姚育英.中国沙漠植物志[M].北京:科学出版社,1992.
- [7] DAM A,PAUL S,BANDYOPADHYAY T K. Direct somatic embryogenesis and plant regeneration from leaf explants of *Limonium sinensis* (Girard) Kuntze[J]. Scientia Horticulture,2010,126:253-260.



- [8] SEELYE J, MADDOCKS D J, BURGE C K, et al. Shoot regeneration from leaf discs of *Limonium perigrinum* using thidiazuron[J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 1994(22): 23-29.
- [9] Huang C L, HSIEH M T, HSIEH W C, et al. *In vitro* propagation of *Limonium wrightii* (Hance) KTZE. (Plumbaginaceae), an ethm noedicinal plant, from shoot-tip, leaf-and inflorescence-node explants[J]. *In vitro* Cellular and Development Biology-Plant, 2000, 36(3): 220-224.
- [10] 李凤琴. 黄花补血草的组织培养技术[J]. 中国沙漠, 1995(2): 198-200.
- [11] 冯晓英. 勿忘我组织培养快速繁殖研究[J]. 贵州农业科学, 2002(1): 9-13.
- [12] 高丽霞, 邢柏芝, 陈立波. 补血草组织培养快繁试验[J]. 北方园艺, 1999(2): 53.
- [13] 郑丽屏, 张小雷, 纳晓燕, 等. 情人草的组织培养快速繁殖技术[J]. 资源开发与市场, 1996(3): 111-112.
- [14] 倪跃元, 朱锦文, 赵晓艺. 大花补血草优株无性系的建立[J]. 植物生理学通讯, 1996(3): 200.
- [15] 钟士传, 杜启兰. 植物激素对情人草微体快繁的影响[J]. 林业实用技术, 2004(1): 7-8.
- [16] 张瑞麟, 范敏, 吴慧, 等. 耳叶补血草的组织培养与快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2006(4): 680.
- [17] 徐美隆, 李永华, 吴建华. 四种补血草组织培养的比较研究[J]. 北方园艺, 2010(2): 157-160.
- [18] 张小苹, 马双马, 那淑芝, 等. 二色补血草叶片组织培养及无性系的建立[J]. 沈阳农业大学学报, 1998(1): 96-98.
- [19] 泽仁旺姆, 尼珍, 潘多. 情人草叶片在不同培养条件下的再生植株[J]. 西藏科技, 2001(11): 61.
- [20] 雷开荣, 林清, 吴红, 等. 蓝花补血草的组织培养与快速繁殖(简报)[J]. 亚热带植物科学, 2005(4): 63.
- [21] 陈世华, 张霞, 赵彦修, 等. 中华补血草的组织培养和快速繁殖体系的优化[J]. 安徽农业科学, 2006(19): 4885-4886.
- [22] 陈佳瀛, 杜秀达. 补血草的组织培养和快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2002(6): 594.
- [23] 那淑芝, 李云祥, 甄占萱, 等. 二色补血草的组织培养与快速繁殖[J]. 承德民族师专学报, 2003(2): 79-80.
- [24] 杨春梅, 孟金贵, 张丽琴, 等. 勿忘我组培苗增殖研究[J]. 云南农业科技, 2009(2): 9-11.
- [25] 董玲, 陈静娴, 廖华俊, 等. 小花补血草组织培养与植株再生[J]. 安徽农学通报, 2002(3): 57.
- [26] 王家福, 齐永鑫. “勿忘我”的组织培养研究[J]. 中国农学通报, 2005(6): 102-106.
- [27] 陆玲丽, 李枝林, 姜勤, 等. 勿忘我组织培养技术研究[J]. 江西农业学报, 2009(6): 40-42.
- [28] 吴杰. 深波叶补血草的离体快繁与产业化技术研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2005.
- [29] 温银元, 冯文新, 尹美强, 等. 不同激素对补血草器官分化的影响[J]. 山西农业科学, 2013(2): 115-118.
- [30] 郝玉兰, 徐杰, 闫瑞霞. 黄花补血草的组织培养及快速繁殖[J]. 内蒙古师范大学学报(自然科学汉文版), 2006(4): 482-484.
- [31] 赵顺邦, 耿生莲. 黄花补血草组织培养试验[J]. 陕西林业科技, 2006(1): 10-12.
- [32] 杜兴臣, 周淑香, 闫晓煜. 杂种补血草组织培养与栽培技术[J]. 农业科技通讯, 2008(12): 184-185.
- [33] 常黎民, 张文莲. 黄花补血草组织培养试验研究[J]. 现代农业科技, 2009(15): 80-81.
- [34] 王淑敏, 高永闯, 李晓云. “勿忘我”丛生芽诱导及植株再生[J]. 安徽农业科学, 2014(31): 10842-10844.
- [35] 陈淑媛, 曹君迈, 陈星, 等. 勿忘我组织培养繁殖技术的研究[J]. 种子, 2015(2): 115-120.
- [36] 杨春梅, 屈云慧, 张素芳, 等. GA<sub>3</sub> 对情人草组培苗生长的影响[J]. 云南农业科技, 2002(4): 24.
- [37] 金迪, 俞红强, 义鸣放. 二色补血草组培苗生根培养基及移栽基质的筛选[J]. 河北农业大学学报, 2007, 30(6): 54-56.
- [38] 柴慈江, 史燕山, 骆建霞, 等. 二色补血草组织培养快速繁殖技术研究[J]. 天津农业科学, 2010(2): 27-28.
- [39] 屈云慧, 熊丽, 张素芳, 等. 情人草组培苗无糖培养应用研究[J]. 华中农业大学学报, 2004, 35(增刊): 192-193.
- [40] 陈银凤, 陈嵩. 二色补血草试管苗生根及移栽基质研究[J]. 亚热带植物科学, 2001(3): 37-39.
- [41] 黄玉玲. 勿忘我组培苗出瓶移栽练苗技术[J]. 云南农业科技, 2012(2): 41.

## Study on Advances Tissue Culture Technology of *Limonium sinuatum*

CAO Junmai, PENG Yaqi, CHEN Shuyuan

(Department of Biological Science and Engineering, Beifang University of Nationality, Yinchuan, Ningxia 750021)

**Abstract:** This paper summarized the recent researches of the tissue culture technique of *Limonium sinuatum* in the induction, multiplication, rooting and transplanting culture. The aim was to provide a scientific evidence for rapid propagation of *Limonium sinuatum*, as well as lay the foundation of protection, development, utilization and industrialization of *Limonium sinuatum*'s wild plant resources.

**Keywords:** *Limonium sinuatum*; tissue culture; technology



# 葡萄芽休眠研究进展

闵卓<sup>1</sup>, 房玉林<sup>1,2</sup>

(1. 西北农林科技大学 葡萄酒学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西省葡萄与葡萄酒工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:**芽休眠是多年生木本植物对不良环境条件的生物学适应性,是果树生存、产量及品质的前提和保证。该研究在查阅大量相关文献的基础上,对芽休眠的定义、分类及影响因素进行了综述,并通过对葡萄芽休眠的国内外研究进展进行了分析,指出了葡萄芽休眠未来的研究方向。

**关键词:**葡萄;芽;休眠;研究进展

**中图分类号:**S 663.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)02-0182-07

多年生木本植物在其生长周期中,不可避免的会遭遇干旱、低温、高温等不良环境甚至是影响其生存的恶劣环境条件,在漫长的进化过程中,为了保护自身、抵御低温环境,产生了不同的防御机制,其生长器官、组织逐渐进化,形成了休眠组织、器官来增强对逆境胁迫的抵御能力,从而安全越冬。当外界环境条件适宜时,休眠解除,重新恢复生长。休眠组织、器官多种多样,其中芽休眠是研究较多且最为常见的休眠方式。近年来,针对不同植物芽休眠的调控机理,众多研究者已从生理生化、细胞信号转导、分子调控等不同层面进行了大量的研究,取得了丰硕的研究成果,为揭示芽休眠这一生命现象的本质提供了理论依据。

葡萄作为继柑橘之后种植面积最大的水果,其芽休眠对葡萄产量和品质同样具有重要的影响。该研究从芽休眠的定义、分类、影响因素进行了概述,并对葡萄芽休眠的国内外研究进展进行了详细的分析,从而对以后葡萄芽休眠的研究方向作出展望,对人工调控葡萄休眠期,进而调控葡萄物候期起指导作用,对葡萄产业发展具有一定的意义。

## 1 芽休眠的定义与分类

多年生木本植物的芽休眠是其在长期的自然进化过程中形成的对环境和气候的生物学适应,它是一种相对现象,并非绝对停止一切生命活动<sup>[1-2]</sup>。LANG 等<sup>[3]</sup>

将休眠定义为“包括分生组织在内的任何结构可见生长的暂时停止”,并根据休眠的诱导因素将其分为3类:1)相对休眠(para-dormancy),指由植物细胞内部特殊的化学信号诱导产生的生长停滞现象,该化学信号不是由休眠组织内部信号独自诱导产生的,诱导其产生的生理因素包括顶端优势、日长差异和光周期等;2)生理休眠(endo-dormancy),指植物内部原发性反应所引起的生长停滞现象,这种原发性反应是由休眠组织内部信号独自诱导引发的;3)生态休眠(eco-dormancy),由不良环境因子所引起的休眠,如水分缺乏、营养亏缺、极端环境温度等,一旦环境条件适宜,植物便可重新恢复生长。ROHDE等<sup>[2]</sup>将休眠定义为“在适宜条件下,具有生长能力的细胞、器官或分生组织不能起始生长的现象”。从这个定义的角度来看,休眠是分生组织的一种特性。相比较而言,LANG 等<sup>[3]</sup>对相对休眠、生理休眠和生态休眠的定义更倾向于反映引起休眠的不同诱导因素,而后者则更倾向于表现分生组织呈现出的生长停滞的状态<sup>[4]</sup>。

虽然 LANG 等<sup>[3]</sup>提出的上述3种休眠方式通常被认为是单独发生的,但是任何一种芽可能同时被影响休眠的一种或多种信号所调控<sup>[5]</sup>(图1)。

依据芽休眠程度的深浅,将其分为前休眠、深休眠和后休眠。针对生长于温带的木本植物的芽休眠,FUCHIGAMI 等<sup>[6]</sup>提出了一种芽的度生长阶段模式,从图2可以看出,从芽萌发开始(zero growth stage, 0°GS),刚萌发的芽即处于相对休眠相(para-dormancy);春梢经过生长最旺盛的时期(90°GS),到营养生长停止(或称营养成熟, vegetative maturity, VM, 90°~180°GS)、顶芽形成(180°GS)后,即进入休眠程度逐渐加深的内生休眠相(deep endo-dormancy);当枝梢落叶(270°GS),开始感受低温时,芽即进入内休眠深度递减的浅内休眠相(shallow endo-dormancy);待满足低温需求(315°GS)而低温

**第一作者简介:**闵卓(1990-),女,博士研究生,研究方向为葡萄栽培生理与生态学。E-mail:1031759649@qq.com

**责任作者:**房玉林(1973-),男,博士,教授,博士生导师,现主要从事葡萄栽培生理与生态学等研究工作。E-mail:fangyulin@nwsuaf.edu.cn

**基金项目:**农业部“948”资助项目(2014-Z20);国家“十二五”科技支撑计划资助项目(2012BAD31B07)。

**收稿日期:**2015-09-28

仍然继续时,芽即处于生态休眠相(eco-dormancy);待气温回升时,又回到萌芽( $0^{\circ}\text{GS}$ )原点。该模式强调休眠的各个阶段都有其不同的“深度”,并在各阶段内呈消长或重叠变化。多数木本植物的芽休眠通常是从一年春萌开始( $0^{\circ}$ )一直持续到翌年春萌( $360^{\circ}$ )周而复始的过程。

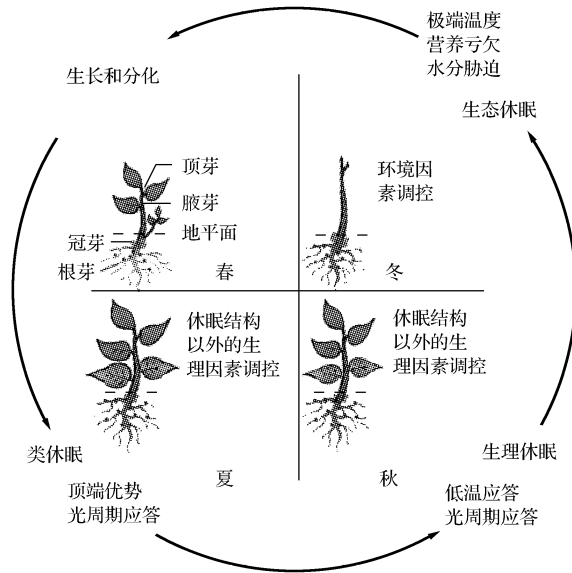


图1 不同类型的休眠所对应的信号、典型季节变化

Fig. 1 Diagram of signals and typical seasons corresponding to the different types of dormancy

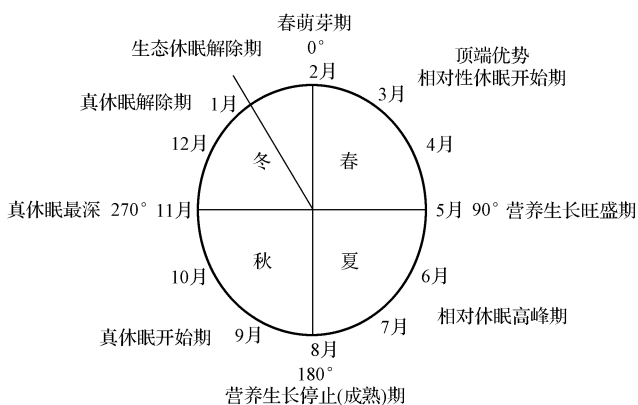


图2 芽休眠的深度生长阶段模式

Fig. 2 Degree growth stage model of bud dormancy

根据是否可被调控,芽休眠被分为可调控休眠和不可调控休眠<sup>[7]</sup>。可调控休眠包括内生休眠前期的相对休眠及其后期的生态休眠,前者可通过一定的措施使芽恢复生长,如修剪、除叶和使用化学药剂等,而后者可通过调整温度来加以解除;另外,必须施予一定的低温才能打破的内休眠则被归为不可调控休眠(图3)。

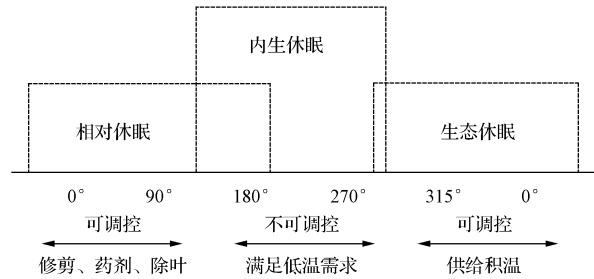


图3 芽休眠的可调控和不可调控性

Fig. 3 The possibility of being regulated of bud dormancy

## 2 芽休眠的影响因素

### 2.1 光照

光照通常被认为是调控多年生木本植物内休眠诱导的基本信号,蔷薇科植物家族除外<sup>[8]</sup>。对于大多数多年生植物而言,当满足临界日长和足够的短日照天数时,通常短日照可引起停止生长,而长日照促进生长。当控制桑树接受的日照时间不变,降低温度不会引起休眠,表明光照是诱导芽休眠的主要调控因子<sup>[9]</sup>。在温带生态系统中,光周期是季节性气候变化最可靠的指示者,芽休眠的光周期调控包括光敏色素和生物钟的调控。在拟南芥和杨树中,光周期信号可被光敏色素所感受,光敏色素可感受红光和远红外光的比率<sup>[10-11]</sup>,拟南芥的隐花色素也可感受及转换蓝光信号<sup>[12]</sup>。光周期信号和其相应的信号受体分子相互作用,以此来响应生物钟调节因子的作用<sup>[12-14]</sup>。

### 2.2 温度

低温是诱导休眠起始和休眠解除的重要因素。低温可促进生理休眠的起始,然而延长低温时间,会致使生理休眠解除<sup>[1-2]</sup>。在温带环境条件下,芽在内休眠解除后不立即开始生长,因为低温有助于生态休眠的维持。关于生态休眠的维持机制,目前机理尚不清楚,有人推测是 ABA 在其中发挥了一定的作用<sup>[5]</sup>。生理休眠解除和开花所需的春化作用过程均需延长低温的时间,这个共性最初是由 CHOUARD<sup>[15]</sup>于 1960 年提出来的。HORVATH 等<sup>[16]</sup>对这个问题进行了延伸,根据其研究结果进行推测得出,当外界环境条件适宜时,植物是通过核染色质重构的方式来“记忆”休眠诱导已发生过的事实。后来,在乳浆草<sup>[16]</sup>、杨树<sup>[17]</sup>和葡萄<sup>[18]</sup>的休眠诱导和解除过程中发现核染色质修饰基因的差异表达,进一步证实了上述假说。然而,ROHDE 等<sup>[2]</sup>指出春化作用和休眠解除所需低温的时间是不同的,因此它们的机制可能是不同的。

### 2.3 水分

芽休眠程度与芽内的水分状态及其扩散能力息息相关。研究表明桃树芽<sup>[19]</sup>和葡萄冬芽<sup>[20]</sup>在休眠过程

中,束缚水和自由水含量随着休眠程度的加深分别表现出增加和降低的变化趋势,而二者的含量随着休眠的解除也会呈现相反的变化趋势,细胞内和细胞间水的流动性增加。因此,植物的休眠与其体内水的组成及其流动性有密切的联系。

#### 2.4 激素

植物的休眠和解除与植物组织内激素种类和含量变化密切相关。目前,研究较多的是生长素、赤霉素、细胞分裂素、脱落酸和乙烯,近年来,也发现了可能与芽休眠相关的新型植物激素独角金内酯。不同激素之间相互作用,共同调控季节性的芽休眠。

生长素被认为是调控类休眠向生长期转变的主要激素。将草莓(*Fragaria* × *ananassa* Duch.)置于 12℃低温处理 8 周后能诱导草莓在形态上表现出典型的休眠状态,激素含量分析发现 IAA 含量显著下降,而 ABA 含量明显增加,而 ABA 含量的变化比 IAA 含量的变化稍微滞后,据此推测休眠诱导早期植物体内最先发生的变化可能是 IAA 水平的降低。IAA 含量的变化与植物组织所处的休眠深度呈负相关<sup>[21]</sup>。通过对菜豆芽的研究<sup>[22]</sup>发现,处于生长期的菜豆芽比处于休眠期的菜豆芽含有更多的 IAA;生长素响应基因偏向正在生长的梨的芽组织内表达<sup>[23]</sup>;乳浆草从休眠期向生长期转化的过程中,生长素响应基因和生长素代谢相关基因表达量呈现出增加趋势<sup>[16]</sup>。而对草莓的研究发现,生长素外流载体 *FaPIN1* 基因会随着休眠的诱导而下调表达,并保持较低水平,通过这种机制来抑制草莓中生长素的极性运输<sup>[21]</sup>。

活性 GA 含量与休眠诱导过程呈负相关。对挪威云杉(*Picea abies*)进行短日照处理,可以使其体内活性 GA 含量急剧下降<sup>[24]</sup>。短日照诱导使柳树(*Salix pentandra*)进入休眠的过程中,细胞停止分裂并停止伸长是其进入休眠的特征之一,而外源 GA 可使这一现象得到恢复;而当夜间温度较低的时候,使用 GA 生物合成抑制剂多效唑可诱导植物生长暂时停滞<sup>[25]</sup>。有研究表明植物对外源 GA 的敏感性随休眠程度的加深而降低<sup>[26]</sup>。这与抑制剂有关,它对 GA 的信号转导具有负调控作用。编码 DELLA 蛋白的基因有 2 种:GA-INSENSITIVE (GAI)基因和 REPRESSOR OF *ga1-3* (RGA) 基因,前者被发现可在短日照诱导的杨树顶芽中上调表达<sup>[17]</sup>,而后者在形成层休眠诱导期表达量下降<sup>[27]</sup>。这 2 个 DELLA 基因均可被光敏色素互作因子 PIF4 和 PIF3-LIKE1 激活而表达,而光敏色素互作因子又可被短日照条件诱导表达<sup>[28]</sup>。乳浆草叶中合成的糖类物质对地下芽的生长发育具有抑制作用,这与糖类物质对 GA 的生物合成或信号转导的负调控作用相关<sup>[29]</sup>。

细胞分裂素对于细胞分裂和器官形成具有至关重

要的作用,当顶端分生组织被去除的时候,脱落酸被认为是促进腋芽生长的关键调控信号,生长素对脱落酸的生物合成具有负调控作用。从杨树<sup>[17]</sup>和乳浆草<sup>[16]</sup>中得到的数据表明,在内休眠起始之前乙烯水平短暂升高,并且这是内休眠起始必须步骤。在类休眠过程中,至少有 10 种其它的与乙烯的产生和应答相关的基因高表达,但是在随后的内休眠和生态休眠过程中,这些基因的表达被抑制<sup>[16]</sup>。在柑橘中关于 ABA 积累的研究表明乙烯可能直接诱导 ABA 生物合成的关键基因 9-CIS-EPOXYCAROTENOID DIOXYGENASE (NCED1)来发挥作用<sup>[30]</sup>。反过来,马铃薯休眠解除过程中 ABA 的代谢可能与 NCED 基因的减少有关<sup>[31]</sup>。在乳浆草中,ABA 水平在内休眠过程中上升,当过渡到生态休眠后,ABA 水平下降<sup>[16]</sup>。

一年生植物体内的独角金内酯,其运输依赖于生长素的极性运输,它可直接影响芽的生长,也可抑制枝条的分支<sup>[32]</sup>。目前尚鲜见对于这种新型植物激素是否在多年生植物的类休眠向内休眠过渡过程中发挥作用,这将是一个值得研究的新方向。

#### 2.5 糖

糖含量与植物的营养芽从相对休眠向生理休眠的过渡是相联系的,它被认为是一种可在植物发育过程中起调控作用的信号分子<sup>[33]</sup>。响应糖的信号途径与其它很多信号途径(包括那些响应植物激素和光照信号的途径)相互作用,形成复杂的信号传递与信号转导途径<sup>[33]</sup>。

关于糖信号分子是如何调控营养芽休眠这个问题,人们已进行了大量的研究,其中对于乳浆草的相关研究和应用最多。相对休眠过程中,乳浆草叶片中的糖与地下芽生长的抑制相关联,进一步的试验表明葡萄糖和蔗糖可以通过 GA 逆转的机制抑制根芽的生长。在植物衰老之前进行剪枝会引起淀粉的快速降解以及蔗糖的减少,这个过程与相对休眠向活跃生长转变的过程是同步的<sup>[33]</sup>。与此相反,在秋季衰老过程中,淀粉向蔗糖的转化发生在乳浆草的地下芽中,这与相对休眠向生理休眠的转变过程也是并行的。对杨树生理休眠的研究发现,其形成层分生组织中与淀粉降解相关的基因表达量随着休眠而增加<sup>[34]</sup>。依据这些研究结果,可以推断糖信号分子通过与植物激素之间交互作用来调控营养芽的休眠。另外,糖与 GA 的感知是相互拮抗的,但它可增强对 ABA 的感知,在诱导生理休眠和生态休眠的信号传导途径中发挥一定的作用。

#### 2.6 酶

研究发现,植物体内酶的活性会随着芽休眠的诱导或解除而发生一定的变化,目前研究较多的与休眠及休眠解除相关的酶主要有抗氧化酶类、H<sup>+</sup>-ATP 酶及代谢相关的酶等。



对桃树休眠过程中抗氧化相关酶的研究发现,超氧阴离子可能是体内其它抗氧化相关指标的诱导因子,休眠解除时 SOD 活性升高, $O_2^-$  释放速率下降,减缓歧化反应速率,造成  $H_2O_2$  的积累;而受  $H_2O_2$  的诱导,POD 活性持续升高,未表现出下降趋势;CAT 活性与  $H_2O_2$  的变化趋势相一致<sup>[35-36]</sup>。不同物种抗氧化酶类的变化规律虽不尽相同,但总体的活性变化是与休眠过程中产生的一些自由基的浓度变化密切相关的。

$H^+$ -ATP 酶是一种比较重要的酶,其活性变化与膜系统运输能力的改变有关。对桃树的研究<sup>[37]</sup>发现,在休眠初期芽下组织的  $H^+$ -ATP 酶的活性和数量都高于芽,随着休眠程度的加深,芽下组织的  $H^+$ -ATP 酶的活性和数量逐渐降低,而芽的  $H^+$ -ATP 酶的活性和数量逐渐升高,并超过芽下组织,随着休眠的解除,芽和芽下组织的  $H^+$ -ATP 酶的活性都逐步提高,在萌发时达到高峰。关于胡桃芽质膜内  $H^+$ -ATP 酶的研究<sup>[38]</sup>也发现,其活性和数量在休眠期远小于萌发期,而且这种变化与芽内糖类物质的变化密切相关。芽休眠的形成和解除可能与芽对营养物质的吸收利用能力的变化有极大关系。

### 3 葡萄芽休眠调控的研究进展

植物的芽休眠是多个基因综合作用共同控制的复杂过程,为了鉴定休眠相关的基因并试图阐释不同物种芽休眠及休眠解除的分子机制,众多学者针对不同物种,从不同角度、不同层次进行了大量研究,挖掘到越来越多与休眠相关的基因。而针对葡萄芽休眠分子机制的挖掘也日渐增多。

对于葡萄芽休眠,众多学者进行了大量的研究,但是对于其诱导、解除及其控制机制,至今仍未探索透彻<sup>[39-41]</sup>。芽生理休眠的解除始于对低温或破眠剂信号的感知,接着发生一系列的生化变化引发植物体内进行复杂的信号转导,使得原本受抑制的芽分生组织活性被解除<sup>[7]</sup>。目前国内外研究较多的是葡萄芽破眠过程中各生理指标的变化以及人工打破休眠措施对葡萄芽休眠解除的影响机制。

#### 3.1 葡萄芽休眠的国内研究进展

关于葡萄的芽休眠,国内主要是用不同种类的人工破眠剂对不同葡萄品种进行处理,研究对其休眠解除的影响,机制方面的研究相对较少。打破葡萄芽休眠常用的破眠剂有单氰胺( $H_2CN_2$ )、石灰氮( $CaCN_2$ )、硫脲、叠氮化钠和蒜汁等,可在不同程度上促使酿酒葡萄的冬芽提早萌发<sup>[42-43]</sup>;在“赤霞珠”和“霞多丽”葡萄芽休眠过程中,芽中水分含量、水分组成及可溶性蛋白质含量会发生一定的变化<sup>[44]</sup>;在“赤霞珠”葡萄冬芽自然破眠过程中,其体内氮素含量、氮素组成也会发生规律性的变化,并且发现氮素代谢相关酶活性变化会呈现一定的规律

性<sup>[45]</sup>;通过对酿酒葡萄自然休眠及打破休眠过程中冬芽组织抗氧化系统变化的研究发现随着休眠解除,各种指标呈现规律性变化<sup>[46]</sup>。除了对休眠相关生理指标的研究分析,国内近些年开始从分子生物学层面研究葡萄的芽休眠,闵卓等<sup>[47]</sup>构建了“赤霞珠”葡萄冬芽和夏芽的抑制消减 cDNA 文库,筛选出大量 EST 片段,经拼接发现这些基因的分子功能多种多样,可参与细胞呼吸、真菌防御、花发育调控、葡萄糖代谢等细胞过程,进一步证实休眠这一性状是众多基因参与并相互作用的结果。

#### 3.2 葡萄芽休眠的国外研究进展

与国内相比,国外的研究主要集中于从分子生物学层面挖掘葡萄芽休眠及其解除机制。大多数研究是利用在可控环境下,施用破眠剂处理,采用单枝插条试验来进行研究的。这一方法可以缩短取样时间,解决田间取样间隔时间过长、不易监控休眠深度的缺点<sup>[48]</sup>。OR 等<sup>[18]</sup>通过对单氰胺打破葡萄芽休眠早期基因表达水平的变化进行分析,证实了 GDBRPK 基因的调控作用,该基因编码 SNF-like 蛋白激酶,而此蛋白被认为是 AMP 在逆境条件下的感受器,通常也被认为是蔗糖合成酶<sup>[49]</sup>、丙酮酸脱羧酶和乙醇脱氢酶的受体<sup>[48-51]</sup>,它在单氰胺化学诱导休眠解除时上调表达。进一步推测了葡萄响应单氰胺的方式:葡萄芽被施用单氰胺后,使得 CAT 基因(AF236127)表达量降低,过氧化氢酶活性(EC 1.11.1.6)下降<sup>[48]</sup>,体内过氧化氢积累,产生短暂的氧化胁迫,导致 AMP/ATP 比例增加,AMP 信号被 SNF-like GDBRPK 这个感受器所感受,基因上调表达,引起 SNF-like 蛋白激酶增多,介导信号转导,从而引起葡萄芽休眠的解除。利用单氰胺(hydrogen cyanamide, HC)、热激作用(heat shock, HS)和叠氮化钠(sodium azide, AZ)等打破休眠过程中,检测到乙醛和乙醇含量升高,并且,除了低温和 HC,高温、干燥、缺氧等逆境条件均可引起芽休眠被解除<sup>[41]</sup>。另外,HS 可使葡萄芽体内产生类似于施用 HC 后的一系列变化(过氧化氢酶基因和过氧化氢酶活性被抑制),使葡萄芽解除休眠,也证明了 HC 和 HS 处理后,编码多种代谢相关酶的基因均呈现出相似的表达模式,说明引起休眠解除的不同刺激可引发相似的细胞生物学过程。进一步验证短暂的氧化胁迫和呼吸胁迫是引起芽休眠解除的机制之一<sup>[49]</sup>,暗示线粒体可能是感受休眠解除刺激的中心区域<sup>[49]</sup>。另外,为进一步探索休眠解除机制,PEREZ 等<sup>[52]</sup>通过比较叠氮化钠( $NaN_3$ , 一种线粒体呼吸抑制剂)与单氰胺(一种广泛使用的植物破眠剂)对于葡萄芽休眠解除的作用机制,发现二者均能抑制其对氧气的吸收,均会引起抗坏血酸谷胱甘肽和磷酸戊糖代谢途径被激活,引起还原型/氧化型谷胱甘肽比例增加,休眠解除过程的关键酶  $\beta$ -1,3-D-葡聚糖酶活性升高,表明氧气缺失引起酒精发酵作用增加,这可