

枣树组织培养技术应用现状及展望

张向前¹, 陈宗礼^{1*}, 齐向英¹, 白泽², 牛延宏² (1. 延安大学生命科学学院, 陕西省区域生物资源保育与利用工程技术研究中心, 陕西延安 716000; 2. 陕西省延安市宝塔区职业技术教育中心, 陕西延安 716000)

摘要 概述了近年来枣树组织培养过程中基本培养基的选择及激素配比、褐化及污染、试管苗炼苗与移栽问题的产生及对策、利用组培技术脱除枣疯病原体等研究的主要进展, 提出在枣树组织培养技术的应用展望, 即: 应深入研究枣树细胞及原生质体培养、胚及胚乳培养、突变体的选育、种质保存和次生代谢物的研究, 并尽快应用于枣树的遗传育种工作, 实现枣树优质新品种的培育和遗传图谱的构建。

关键词 枣; 组织培养; 技术应用

中图分类号 Q943.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2007)10-02908-03

Present Situation and Prospect of Tissue Culture Technology Application in *Ziziphus jujuba* Mill

ZHANG Xiang-qian et al (College of Life Science, Yanan University, Shaanxi Research Center of Conservation and Utilization of Regional Biological Resource Engineering and Technique, Yanan, Shaanxi 716000)

Abstract The research advances in the recent years including the problems and countermeasures on basic culture medium selection and hormone matching combination, browning and contamination, and plantlet hardening and transplantation during the tissue culture process of *Ziziphus jujuba* Mill, and application of tissue culture technology to get rid of Jujube witches' broom pathogens are described. The research prospects on the application of jujube tree tissue culture technology are proposed, that is to further study the jujube tree cell and protoplast culture, embryo and endosperm culture, mutant selection, germplasm resource conservation and secondary metabolite research, and apply them in heredity and breeding of *Ziziphus jujuba* in order to breed new variety with high quality and construct the genetic map.

Key words *Ziziphus jujuba* Mill; Tissue culture; Technology application

枣树属鼠李科(Rhamnaceae)枣属(*Ziziphus* Mill)植物, 是我国特有的经济与生态树种, 素有“铁杆庄稼”之称。枣树果实营养丰富, 有很好的保健功能; 树体侧根发达, 耐寒耐旱耐瘠, 具有良好的水土保持作用。枣树种子高度不育, 采用传统的根蘖苗分株扦插和酸枣嫁接大枣的方法进行繁育, 容易受到各种病害特别是枣疯病的危害。利用组织培养技术离体克隆优质枣苗, 可在枣树的脱毒快繁、遗传育种、次生代谢产物生产和种质资源保存等方面产生巨大的经济、社会和生态效益。枣树的组织培养研究起步较晚, 1978年山东农学院首次利用枣胚乳培养获得三倍体植株^[1], 1983年张福泉等^[2]利用兰州坛坛枣茎段进行离体培养获得再生植株, 1995年以后枣树组织培养研究迅速增多。目前已有20多个枣树品种以各种类型的外植体建立了无菌离体繁殖体系。

1 研究现状

1.1 基本培养基的选择及激素配比 枣树组织培养多采用MS基本培养基。枣树属于慢生树种, 适当降低MS培养基中大量元素的含量, 有利于枣树器官的分化^[3-5]。文献分析表明: 枣树品种不同, 外植体不同, 适宜的培养基就不同, 基因型是影响培养结果的内因; 激素之间存在协同作用, 当生长素/细胞分裂素的比例高时有利于生根, 生长素/细胞分裂素的比例低时有利于生芽, 若两者浓度相当则有利于产生愈伤组织^[4-5]。由表1可以看出, 枣不同品种的快繁体系间存在着明显差异。

1.2 试管苗的炼苗及移栽 试管苗长期与外界环境隔离, 生长在高温、高湿、弱光和无菌的特殊异养环境中, 其光合作用几乎丧失, 叶片表面缺少蜡质层, 气孔的关闭与呼吸自我调节能力差。所以, 在移栽前必须进行适应性炼苗, 使幼苗

周围的环境逐渐与自然环境相似^[22-24], 以提高试管苗对外界环境条件的适应性, 提高其光合作用能力和健壮度, 从而提高移栽成活率。从试管苗到大田移栽, 多数学者采用提高后期生根培养光照的方法, 经过营养钵或蛭石苗床培养过渡到温室移栽, 再过渡到大田移栽。但采用这种方法试管苗需要经过2~3道程序才能进入大田, 投入成本高, 移栽成活率低^[11-13, 25-28]。王嘉长等采用过渡层移栽法, 提高了移栽成活率(90%~96%)^[29-30], 但由于过渡层缺乏营养, 往往会造成根系的萎蔫枯死。陈宗礼等研发的温室过渡法防污染炼苗和一步法移栽技术, 有效地提高了试管枣苗的适应性和移栽成活率(最高成活率可达98%)^[31]。

1.3 褐变的产生及抑制 褐变是组织中的酚类化合物被氧化生成棕褐色的醌类物质, 进而使整个外植体组织受到伤害, 甚至导致培养物死亡的现象。褐变在木本植物组织培养中尤为严重, 其发生与外植体中所含的酚类化合物量和多酚氧化酶活性具有直接关系, 其次还受到外植体基因型、培养基成分、培养条件等诸多因素的影响^[32-33]。枣树组织培养过程中, 在愈伤组织的诱导、继代、分化培养中均有褐变现象的发生。通常采用暗处理7~10 d, 连续转移, 并在培养基中加入抗氧化剂和其他抑制剂的方法来抑制褐变, 该方法具有明显效果。

1.4 污染的产生及对策 污染在枣树组织培养过程中经常发生, 造成污染的病原菌主要可分为细菌和真菌两大类。真菌性污染主要指霉菌引起的污染, 该类污染可通过完善操作规程、改善培养环境、严格操作程序等措施来克服; 细菌性污染的主要症状是培养材料附近出现粘液状和发酵泡沫状物质, 或在培养材料附近的培养基中出现混浊和云雾状痕迹。细菌性污染除由操作不当造成之外, 主要由外植体带菌引起, 情况较为复杂, 与外植体的种类、取材季节、部位、预处理方法及消毒程序等密切相关。在枣树的组织培养中, 可采用组培苗、水培芽、黄化枝条等材料作为外植体, 以减少细菌的

基金项目 陕西省科技攻关项目(2006KZ05-G4); 延安大学科研项目(YDK2005-028)。

作者简介 张向前(1973-), 男, 陕西蒲城人, 在读硕士, 讲师, 从事生物化学和植物遗传学研究。*通讯作者。

收稿日期 2007-01-07

污染^[24,34-35];对于材料内部带菌的组织,可以在培养基中加 人适量抗生素予以克服。

表 1 枣不同品种最适快繁体系在基本培养基及激素配比方面的差异					mg/L				
品种	外植体	器官发生型	器官直接转变型	最适基本培养基和激素配比	品种	外植体	器官发生型	器官直接转变型	最适基本培养基和激素配比
狗头枣 ^[6-7]	试管苗		✓	CyII + IBA 0.5	金 丝 小 枣 ^[13-14]	枣头等	✓	✓	WP+ NAA 0.5 + BA 4.0 + KT 2.0
	试管苗叶片	✓		诱导 MS + 6-BA 0.3 + 2,4-D 2.0					改良 MS + BA 2.0 + NAA 0.1
				芽分化 MS + 6-BA 1.0 + IBA 0.2	鸡蛋枣 ^[15]	茎段		✓	芽的诱导 MS + ZT 1.75 + KT 2.0 + NAA 0.05
				芽增殖 1/2 MS + 6-BA 0.2 ~ 0.4 + IAA 0.04 ~ 0.08					生根 1/2 MS + IBA 0.8
				生根 1/2 MS + IBA 0.4	梨枣 ^[4,16]	茎段	✓		增殖 MS + ZT 1.75 + KT 2.0 + NAA 0.05 + AgNO ₃ 2.0
骏枣 ^[7]	试管苗		✓	CyII + IBA 0.4 + IAA 0.1					生根 1/2 MS + IBA 0.08
掉牙枣 ^[7]	试管苗		✓	CyII + IBA 0.2 + IAA 0.3	苹果枣 ^[17]	水培嫩枝		✓	诱导 MS + BA 1.0 + KT 0.5
木枣 ^[8-9]	试管苗		✓	继代 CY + BN 0.05 + 6-BA 1.0					继代 MS + BA 1.5 + IBA 0.5
	茎尖和带腋芽的茎段		✓	诱导 CyI + 6-BA 1.0 + NAA 0.2 ~ 0.3	六月鲜 ^[18]	幼胚		✓	生根 MS + IBA 1.0 + IAA 0.5
				继代 CyI + 6-BA 1.2 ~ 1.5 + IBA 0.3 ~ 0.4					增殖 1/2 MS + IBA 0.4 + BA 0.8
				生根改良 H + IBA 0.4 + IAA 0.2					生根 1/2 MS + IBA 1.0 + IAA 0.06
坛坛枣 ^[2]	单芽茎段		✓	改良 MS + IAA 0.5 + NAA 0.2					诱导不定根 1/2 MS + IBA 1.0 + NAA 0.3
辣椒枣 ^[10]	一次枝		✓	启动 MS + BA 0.5 ~ 1.5 + IBA 0.5	赞皇大枣 ^[19]	组培苗叶片		✓	再生植株 MS + 6-BA 0.5 + NAA 0.2
				增殖 MS + BA 2.0					壮苗培养 1/2 MS + NAA 0.2
				生根 MS + BA 0 ~ 0.1 + IBA 1.5	马牙枣 ^[5]	茎段	✓		愈伤组织诱导 Nitsch + ZT 1.0 + 2,4-D 0.6 + LH 500
冬枣 ^[11]	组培苗中上部叶片		✓	叶片诱导植株: MS + TDZ 1.0 + IBA 0.1	灰枣 ^[20]	水培芽		✓	初代 MS + 6-BA 1.0 + NAA 0.2
				再生植株继代: MS + IBA 0.1 + BA 1.0 + KT 0.5					继代 MS + BA 2.0 + NAA 0.5
				生根培养基: 1/2 MS + IAA 1.0	毛叶枣 ^[21]	幼嫩茎段、果肉和刚张开的幼嫩叶片	✓		诱导 MS + 2,4-D 1.0 + KT 0.25 + CM 100
				诱导 3/4 MS + 2,4-D 0.5 或 IBA 0.5					增殖 MS + CM 10
民勤小枣 ^[12]	幼嫩茎段和叶片	✓		继代 3/4 MS + 2,4-D 2.0 或 IBA 2.0					出芽 MS + ZT 1.0 + LH 10
				生根 1/2 MS + 2,4-D 0.5 ~ 1.0 或 IBA 0.5 ~ 1.0					生根 MS + IBA 1.0 + NAA 0.2 + 2,4-D 1.0

注:器官发生型指从愈伤组织表面或内部形成芽和根;器官直接转变型指由离体的茎尖、花芽、叶片、花丝、花托、鳞片等组织上直接产生小植株。

1.5 枣疯病原体的脱除 枣疯病又称丛枝病、公枣病,是一种毁灭性病害,其病原菌为植原体(phytoplasmas),广泛存在于寄主的筛管和伴胞中,通过嫁接、根蘖苗分株和传病昆虫等途径传播。枣树感染枣疯病菌后,内源激素平衡失调,生理代谢紊乱,主要表现为叶片黄化、小枝丛生、花器返祖、果实畸形等症状;按不同发育阶段,症状表现为花叶、花变叶和丛枝 3 种类型^[36-38]。

利用组织培养技术脱除枣疯病植原体,可采用以下 3 种途径:①热处理与茎尖分生组织培养相结合。田砚亭等以枣树小于 0.7 mm 的茎尖为外植体,成功脱除了枣疯病病原菌^[39]。但该方法操作难度高,茎尖成活率低,难以成功建立无性系;②愈伤组织培养再生植株。陈宗礼等以狗头枣叶片离体培养再生植株,得到不带枣疯病原菌的脱毒苗^[6]。但该途径培养过程中枣树变异性大,对优质良种枣树的脱毒快繁不利;③用 1 年生硬枝湿热脱毒结合高温培养脱毒。陈宗礼等用该法成功培养出 不带枣疯病原菌的脱毒苗。该方法是目前优选的一条脱毒途径。

2 应用展望

2.1 枣树细胞培养、原生质体培养、胚及胚乳培养 以适栽良种枣树为外植体建立枣树细胞与原生质体培养体系,可进一步为通过细胞工程和基因工程技术培育枣树优良新品种奠定实验技术平台。枣树原生质体培养、胚及胚乳培养已见初步报道^[36,40-42];刘贵仁等对枣胚轴的组织培养研究表明,切取胚轴接种在适宜培养基上可诱导出愈伤组织,并分化发育成完整植株^[14,43]。原生质体培养及体细胞杂交为解决枣树育种工作中远缘杂交不亲和的难题提供了可行性依据,并可应用于外源基因转移、无性系变异及突变体筛选等研究,目前越来越受到人们的重视。

2.2 枣树突变体的筛选及功能基因的克隆和研究 通过离体培养筛选植物突变体是生物技术研究中的一个较新的领域,也是当前植物遗传学研究中引人瞩目的课题。利用组培技术,筛选枣树的有益突变体对枣树改良具有重要意义,特别是对提高枣树的抗逆性(如抗枣疯病、抗裂果等)、改良枣树品质、研究枣树的生理生化机理等有重要作用;并可为枣树

遗传工程研究提供各种带有遗传标记的受体突变体细胞。枣树突变体的筛选及功能基因的研究已成为枣树遗传育种工作的发展方向之一^[3,18,33]。

2.3 枣树组织细胞培养物的超低温保存及种质资源库建设

植物细胞全能性的发现和证实,为植物种质资源的长期保存开辟了一条新途径。采用液氮超低温保存技术,能保持很高的存活率,并且能再生出新植株和保持原来植株的遗传特性,如建立茎尖分生组织培养物的超低温保存种质库时,不仅可以防止种质的遗传变异和退化,而且可以长期保存无病毒的原种^[3]。近年来,由于环境污染和森林资源的破坏,平均每天有2种植物从地球上消失,世界种质资源日益枯竭,大量有用基因丢失。因此,通过组织培养的方法建立枣树种质资源库,一方面可以节省大量的人力和土地资源,另一方面可以保存枣树基因资源,为造福后代作贡献^[33,44]。

2.4 枣树次生代谢物的研究 植物体内的任何一个细胞都包含整体植物的全部遗传信息,在一定条件下具有发育成一个完整植株和合成次生代谢产物的能力。组织培养技术为植物次生代谢物的生产提供了有效的途径,可通过改变和调节培养条件,有效地提高次生代谢产物的含量和质量。因此,利用组织培养技术开发红枣的药用价值,成为枣树组织培养再生产应用的发展方向之一。目前已定性测定出枣树愈伤组织中含有生物碱、黄酮类、有机酸、酚类、鞣质、皂甙、甾体、三萜等物质,其进一步的开发利用将有利于筛选高产细胞和利用组培技术生产更多生物活性物质^[45-48]。

2.5 枣树组织培养的产业化应用 目前,关于枣树组织培养的研究很多,但成熟的产业化应用则报道很少。主要原因是优质枣树苗的繁育多集中在试管内脱毒苗的生产,生产成本高且科技宣传不够,使得科技成果难以转化为现实生产力,限制了推广应用,也影响了红枣产业的快速发展。陈宗礼等在枣树组织培养的产业化应用方面进行了有益探索,并在陕北枣区取得了成功。他们采用脱毒枣苗1年生硬枝和嫩枝的试管外克隆技术和一步法移栽技术提高了移栽成活率(达80%以上),降低了商品苗生产成本,取得了显著的生态和经济效益^[7,29,31]。

3 结语

枣业要发展,品种是关键。目前,枣树研究主要集中在快速繁殖枣树优良品种和脱除枣疯病植原体上,而在原生质体融合、组培苗生理代谢、遗传稳定性以及利用转基因技术培育抗枣疯病新品种等方面研究相对较少。将枣树组织培养技术尽快应用于枣树的遗传育种工作,实现枣树优质新品种的培育和遗传图谱构建,是我国科研工作者面临的现实任务;并且随着科技的发展和分子生物学等生物技术手段的应用,枣树组织培养技术必将拥有更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1] 林伯年.果树组织培养综述[J].中国果树,1978(3/4):19-27.
- [2] 张福泉,王嘉长,李峰,等.枣茎段离体培养初报[J].中国果树,1983(3):46-47.
- [3] 查夫拉.植物生物技术导论[M].许亦农,麻密主,译.北京:化学工业出版社,2005.
- [4] 李师翁,范小峰,佟子林.三种枣栽培品种的离体培养再生植株及快繁技术研究[J].兰州大学学报:自然科学版,2001,37(1):126-128.
- [5] 张存智,王发林,赵秀梅,等.枣树胚乳愈伤组织诱导和细胞学观察[J].甘肃农业大学学报,2006,41(3):48-51.
- [6] 陈宗礼,延志莲,齐龙.枣叶片离体培养再生植株[J].植物生理学通讯,1996(1):27-28.
- [7] 陈宗礼,薛皓,延志莲,等.枣树试管苗一次成苗培养基的研究[J].西北植物学报,2005,25(1):57-63.
- [8] 延志莲,薛皓,陈宗礼.BN与6-BA对枣试管苗继代培养的影响[J].延安大学学报:自然科学版,2004,23(3):64-65.
- [9] 延志莲,陈宗礼,薛皓.木枣的组织培养和快速繁殖[J].植物生理学通讯,2002,38(6):585.
- [10] 王玖瑞,刘孟军,代丽.枣组培中的品种差异及辣椒枣的组培快繁[J].河北农业大学学报,2003,26(4):59-61.
- [11] 王玉珍.冬枣茎尖离体培养成苗[J].植物生理学通讯,1996,32(1):26-27.
- [12] 程佑发,安黎哲,浦铜良,等.枣愈伤组织诱导和再生植株[J].西北植物学报,2000,20(3):364-369.
- [13] 罗晓芳,田砚享,李云,等.金丝小枣组织培养快速繁殖的研究[J].北京林业大学学报,1996,18(2):9-15.
- [14] 刘贵仁,严仁玲,王震星,等.金丝小枣茎段离体培养及胚培养的研究[J].华北农学报,1988,3(4):116-119.
- [15] 伍成厚,何业华,谢碧霞.鸡蛋枣的组织培养与快速繁殖技术[J].吉首大学学报:自然科学版,2004,25(1):26-28.
- [16] 伍成厚,何业华,谢碧霞,等.梨枣组织培养的研究[J].经济林研究,2004,22(2):17-19.
- [17] 袁德义,胡孝义,赵思东.苹果枣组培脱毒与快繁技术[J].经济林研究,2004,22(1):35-36.
- [18] 杜学梅,李登科,王永康,等.枣胚培技术体系的建立[J].园艺学报,2005,32(3):496-499.
- [19] 王宇,李云,田砚享.枣树叶片的组织培养和植株再生[J].植物生理学通讯,2003,39(4):350.
- [20] 张晓申,王慧瑜,曹辉.灰枣脱毒试管苗无性系建立的研究[J].北方果树,2004(5):12-13.
- [21] 胡桂兵,郑启发,刘成明,等.毛叶枣的组织培养及植株再生[J].植物生理学通讯,2000,36(5):435-436.
- [22] 张善洪,李峰,许庆云.梨枣的脱毒组培及产业化开发试验研究[J].林业实用技术,2004(3):5-6.
- [23] 王震星,孙宁,冯立云.台湾大青枣试管苗入土移栽的研究[J].天津农学院学报,2004,11(4):40-42.
- [24] 曹春英,任术琦,丁世民,等.冬枣试管苗驯化及移植条件研究[J].落叶果树,2001(2):10-11.
- [25] 伍成厚,何业华,谢碧霞,等.枣茎段组织培养的研究[J].果树学报,2004,21(6):609-611.
- [26] 韩新柱,王素心,张世荃,等.枣树组织培养获得再生植株[J].林业科技通讯,1998(10):28-29.
- [27] GORAL Y, ARYA H C. Tissue culture of desert trees II. clonal multiplication of zizyphus in Vitro[J]. Plant Physiol, 1995, 119(5):399-404.
- [28] RATHORE T S, SINGH R P, DEORA N S, et al. Clonal propagation of zizyphus species through tissue culture[J]. Scientia Horticulturae, 1992, 51:165-168.
- [29] 王嘉长,金芳,张福泉.枣试管组培苗移栽技术系列研究[J].甘肃农业大学学报,1995,32(5):41-45.
- [30] 陈江.鸡山大枣离体培养的研究[J].甘肃林业科技,1992(2):8-11.
- [31] 陈宗礼,延志莲,薛皓,等.红枣组培苗优化配套移栽技术的研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2001,29(4):63-69.
- [32] 陈凯.植物组织培养中褐变的产生机理及抑制措施[J].安徽农业科学,2004,32(5):1034-1035.
- [33] 陈正华.木本植物组织培养及其应用[M].北京:高等教育出版社,1986:456-466.
- [34] 曹攸义,刘国民.实用植物组织培养技术教程[M].甘肃科学技术出版社,1996:42-43.
- [35] 延志莲,陈宗礼,薛皓,等.大木枣休眠枝水培芽及其离体培养芽诱导的研究[J].延安大学学报:自然科学版,2000,19(1):66-71.
- [36] 李云,王宇,田砚享.枣树离体培养和脱除枣疯病原 MLO 技术研究进展[J].果树学报,2001,18(2):115-119.
- [37] 潘青华.枣疯病研究进展及防治措施[J].北京农业科学,2002(3):4-9.
- [38] 王锦艳,宋晓芳.枣疯病的发生规律与综合防治技术[J].西北园艺,2006(6):31.
- [39] 田砚享,王锦艳,牛辰,等.枣树脱除类菌原体(MLO)技术的研究[J].北京林业大学学报,1993,15(2):20-25.
- [40] 石荫珩,耿如震,白瑞云,等.枣胚乳三倍体的育成及生物学细胞学研究 1978~1984[J].落叶果树,1985(1):241-245.
- [41] 李登科,杜学梅,王永康,等.六月鲜枣愈伤组织诱导及胚状体发生[J].果树学报,2004,21(5):414-415.
- [42] 陈维纶,郭东红.酸枣组织培养中胚状体的形成[J].植物生理学报,

作用。

表 3 糖醋黄瓜细菌数变化		
处理	操作时间 min	菌落总数 cfu/g
生黄瓜片	3	1 100
生黄瓜片 + 食盐	5	1 600
生黄瓜片 + 食盐	7	920
生黄瓜片 + 食盐 + 食糖水	8	450
生黄瓜片 + 食盐 + 食醋	8	520
生黄瓜片 + 食盐 + 食糖水 + 食醋	13	500
生黄瓜片 + 食盐 + 食糖水 + 2 倍食醋	13	400
生黄瓜片 + 食盐 + 食糖水 + 3 倍食醋	13	260
生黄瓜片 + 食盐 + 食糖水 + 4 倍食醋	13	190

2.3 糖醋莴笋细菌数的变化 市售鲜莴笋去皮,洗涤 2 min 后室温沥干,刀、板用火焰灭菌,切片不用手抓,食盐腌渍,加入糖水或食醋,细菌数大为减少。随着食醋浓度的增加,糖醋汁杀菌率达 95% 以上。由以上 3 个试验可以看出,新鲜蔬菜经食盐腌渍后,再调以糖醋汁杀菌效果明显。

表 4 糖醋莴笋细菌数变化		
处理	操作时间 min	菌落总数 cfu/g
莴笋	3	2 600
莴笋 + 食盐	5	2 825
莴笋 + 食盐	7	1 950
莴笋 + 食盐 + 食糖水	8	560
莴笋 + 食盐 + 食醋	8	700
莴笋 + 食盐 + 食糖水 + 食醋	13	660
莴笋 + 食盐 + 食糖水 + 2 倍食醋	13	320
莴笋 + 食盐 + 食糖水 + 3 倍食醋	13	190
莴笋 + 食盐 + 食糖水 + 4 倍食醋	13	60

2.4 糖醋卷心菜细菌数的变化 市售新鲜卷心菜清水洗涤 2 min 后室温下沥干,刀、板用火焰灭菌,切丝时不用手抓。在分别加入食糖水及食醋后细菌数大大减少,同时加入时,由于食糖与食醋的量比较大,故杀菌效果很好,糖醋汁的杀菌率达 90%。食糖与食醋均减半后,杀菌效果有所下降,约为 80%,在食糖减半时杀菌率为 88%。由此可见,在限制食糖用量后食醋在杀菌方面起着重要作用,且杀菌效果并不因食糖用量减少而降低。试验中原料并未采用食盐腌渍,而糖醋汁同样保持了很高的杀菌力,故可以认为糖醋汁有较强的杀菌作用。

2.5 糖醋味型生食菜肴优化配方 综合各试验数据,提出改进的工艺配方,并将其与基础配方成品细菌数比较,得出

表 5 糖醋卷心菜细菌数变化

处理	操作时间 min	菌落总数 cfu/g
卷心菜	3	850
卷心菜 + 食糖水	5	460
卷心菜 + 食醋	5	380
卷心菜 + 食糖水 + 食醋	10	80
卷心菜 + 0.5 倍(食糖水 + 食醋)	10	160
卷心菜 + 0.5 倍食糖水 + 食醋	10	100
卷心菜 + 食糖水 + 0.5 倍食醋	10	100
卷心菜 + 0.5 倍食糖水 + 1.5 倍食醋	10	40

减菌率(表 6)。改进配方经感官品评均具有可接受性,表明尽管调味品用量有所变化,而菜肴的基本味型未受影响,与基础配方味型相一致。表 6 还可看出,优化配方较基础配方减菌幅度较大,且成品中细菌总数相当少,真正达到了安全的目的。

表 6 糖醋味型生食菜肴优化配方

菜肴名称	优化配方				菌数 减菌率	
					cfu/g	%
糖醋萝卜	萝卜 500 g	食糖 50 g	食醋 40 ml	食盐 12.5 g	100	85.5
糖醋黄瓜	黄瓜 500 g	食糖 50 g	食醋 40 ml	食盐 12.5 g	190	62
糖醋莴笋	莴笋 500 g	食糖 50 g	食醋 40 ml	食盐 12.5 g	60	90
糖醋卷心菜	卷心菜 500 g	食糖 50 g	食醋 40 ml	食盐 12.5 g	40	50

3 讨论

(1)试验表明,各种原料起始细菌数各不相同,而且由于品种不同,同种原料起始菌数也各有差异。食醋在糖醋调味杀菌力方面起着重要作用。食醋通过醋酸起作用。郁庆福^[2]认为,3%的醋酸 15 min 能杀灭沙氏门菌,4%醋酸 15 min 能杀灭大肠杆菌,9%醋酸 15 min 能杀灭金黄色葡萄球菌。当醋酸浓度为 6%时,可以有效抑制腐败性细菌生长。试验中改进配方后醋酸浓度一般仅为 0.4%,即使在不用食盐的糖醋卷心菜中,醋酸浓度也不大于 2%,远低于醋酸的抑菌浓度,由此可推测可能是食糖对食醋的杀菌力起促进作用而致。

(2)我国膳食指南对食糖、食盐均有限量食用建议。试验据此改进了配方,在没有增加食糖、食盐使用量的情况下,其成品细菌数均有较大幅度的减少,表明这些新菜肴配方符合我国食物结构发展纲要中规定的“卫生、营养、科学、合理”的准则。

参考文献

[1] 张志华,于峻.生食食谱[M].上海:远东出版社,1994.
[2] 郁庆福.现代卫生微生物学[M].北京:人民卫生出版社,1996.

(上接第 2910 页)

1982,7(1):38.
[43] 马均.枣胚轴组织培养的初步研究[J].林业科技,2001,26(1):55-57.
[44] 胡彦,赵艳.植物组织培养技术的应用以及在培养过程中存在的问题[J].陕西师范大学学报:自然科学版,2004,32(6):130-134.
[45] 张向前,陈国梁,王海峰,等.红枣愈伤组织化学成分的研究[J].福

建林业科技,2005,32(2):43-45.
[46] 徐忠东.植物组织培养生产药物研究进展[J].生物学杂志,2001,18(6):13-14.
[47] 孔祥海.植物次生代谢物的细胞培养技术研究进展[J].龙岩学院学报,2005,23(6):60-64.
[48] 房建军,韩一凡.植物化学杀虫性的遗传学研究进展[J].林业科学,2000,36(5):92-99.