黄瓜酸渍工艺的研究

邓旭红　秦智伟

摘　要　采用 $L_9(3^4)$正交试验设计,对腌渍过程中酸黄瓜的感官品质、安全品质、营养品质的动态变化进行了分析。以模糊综合评价的方法筛选出本试验中综合品质最优的酸渍工艺:发酵温度 25 ℃,加盐 3 %,接种浓度 3 %,加蔗糖量 3 %。

关键词　黄瓜　酸渍　工艺

腌渍是我国蔬菜传统加工方法之一,其加工品风味独特,营养丰富[1]。国内消费水平的提高及对外贸易的发展,特别是加入 WTO 后,中国农产品贸易融入到国际大市场,促进了农产品加工产业的发展[2]。据统计,2002 年我国的腌制菜企业共有 2 642 个,从业人员 20 多万,年产量 270 万 t 左右[3],腌渍食品的产业化已基本形成。研究确定酸渍的最佳工艺并应用于生产,对促进农产品生产业与加工业的协调发展是十分重要的。本试验对黄瓜的酸渍工艺进行了研究。

1　材料与方法

试验于 2005年 4～11月在东北农业大学食品试验中心进行。

1.1　材料

原料为东北农业大学黄瓜课题组提供的腌渍型黄瓜 D0401;辅料为食盐、蔗糖、调味品;菌种为植物乳杆菌 (*Lactobacillus plantarum*)和肠膜明串珠 (*Leu. mesenteroides*),由东北农业大学微生物菌种中心提供,以 1∶1比例混合接种[4]。

1.2　方法

1.2.1　发酵液的制备　将乳酸菌试管冻干菌种用 MRS培养基转管活化→接种于菌种扩大培养基 (30 ℃, 36 h)→种子液→接入 3 %～5 %的中间发酵液培养出生产用的发酵液。以上菌种激活及扩大培养过程均在无菌条件下操作。发酵剂乳酸菌的最终浓度为 10^7～10^9个·mL^{-1}[5]。

1.2.2　接种发酵　原料清洗→装坛→加发酵液(接入乳酸菌)→封口→发酵→成熟。

1.2.3　确定黄瓜酸渍最佳工艺的试验设计　黄瓜酸渍采用 $L_9(3^4)$正交试验设计 (表 1)。分别于酸渍后第 2、4、6、8、10、12天取样,进行感官品质、安全品质、营养品质的测定,以综合品质最优的处理组合作为最佳酸渍工艺。

表 1　黄瓜酸渍工艺 $L_9(3^4)$正交试验设计

处理	发酵温度/℃	盐浓度/%	接种浓度/%	蔗糖含量/%
A1	20	1	3	0
A2	20	2	5	3
A3	20	3	7	5
A4	25	1	5	5
A5	25	2	7	0
A6	25	3	3	3
A7	30	1	7	3
A8	30	2	3	5
A9	30	3	5	0

1.2.4　品质分析　感官品质:由 8位专业人员组成的评定小组对 9个处理后的酸黄瓜的色泽、风味、质地等感官指标进行评分。评分标准: +3,非常好; +2,好; +1,较好; 0,一般; -1,较差; -2,差; -3,非常差[6]。营养品质:游离氨基酸含量采用碱滴定法测定;总糖含量采用蒽酮比色法测定;总酸含量采用 NaOH滴定法测定;含盐量采用硝酸银滴定法测定;可溶性固形物含量采用阿贝折射仪测定[7]。安

邓旭红,女,硕士研究生,东北农业大学园艺学院,150030,电话:0451-55191455, E-mail: dengxuhong2004@163.com
秦智伟,通讯地址同第 1作者
收稿日期:2006-04-26;修回日期:2006-10-20
基金项目:国家科技部"863"专项"出口型优质抗病虫蔬菜杂交育种技术研究与应用"的一部分

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

全品质:硝酸盐、亚硝酸盐含量采用盐酸萘乙二胺法测定。

1.2.5 数据分析 采用模糊综合评判法[8,9]。

以感官评定(u_1)、硝酸盐(u_2)、亚硝酸盐(u_3)、成品率(u_4)、总酸(u_5)、氨基酸(u_6)、可溶性固形物(u_7)、可溶性糖(u_8)、含盐量(u_9)为评价因素,建立评价因素集及评价因素的隶属函数,以各因素指标的最大值和最小值为基准,得到 U 的模糊矩阵 R。根据各指标的相对重要性,划分权重系数:感官评定 0.200;硝酸盐 0.150;亚硝酸盐 0.150;成品率 0.120;总酸 0.100;氨基酸 0.100;可溶性固形物 0.100;含盐量 0.040;可溶性糖 0.040。由此得到权重系数矩阵 M。

评价结果矩阵 $V=M\cdot R$,由 V 值的大小来评价各工艺的优劣。V 值最高的工艺为最佳工艺。

2 结果与分析

2.1 不同处理酸渍过程中黄瓜品质的变化

2.1.1 不同处理酸渍过程中亚硝酸盐含量的变化 如图 1所示,9个处理的亚硝酸盐含量均在酸渍后第 2天达到最高峰值,其中处理 A8、A9峰值最低,而处理 A1峰值最高。酸渍后 6～12 d各处理的亚硝酸盐含量变化不大,数值较低,小于 0.2 mg·kg^{-1}。

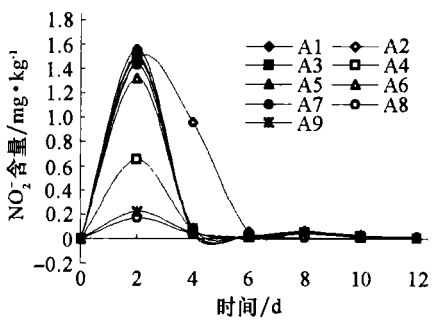


图 1 不同处理酸渍过程中亚硝酸盐含量的变化

亚硝酸盐含量及亚硝峰出现时间可能与酸渍液中食盐浓度、温度、接菌量、糖度等因素有关[10]。发酵温度低,亚硝酸盐含量高,高峰持续时间长;相反,亚硝酸盐峰值低且消失快。因此,处理 A1、A2(发酵温度为 20 ℃)亚硝酸盐含量明显高于处理 A8、A9(发酵温度为 30 ℃)。酸渍过程中亚硝酸盐含量与食盐浓度有关:食盐浓度低,亚硝酸盐峰值高;食盐浓度高,亚硝酸盐峰值则较低。如在 30 ℃条件下,处理 A7亚硝酸盐含量高于 A8。可能由于黄瓜酸渍初期,乳酸生成量较少,食盐的抑菌作用成为主要因素,高浓度的食盐可以不同程度地抑制对盐的耐受能力较弱的微生物,使硝酸盐还原过程变慢,亚硝酸盐峰值低;食盐浓度低时不能抑制硝酸还原菌的生长,则亚硝酸盐生成较快[11,12]。

2.1.2 不同处理酸渍过程中硝酸盐含量的变化 如图 2所示,酸渍过程中不同处理硝酸盐含量总体变化呈下降后趋于平稳的趋势。酸渍后 2～4 d下降幅度较大,除处理 A2外,各处理硝酸盐含量均降到 2.0 mg·kg^{-1}以下。酸渍后 6～12 d各处理硝酸盐含量均保持较低的平稳水平。处理 A2酸渍后第 6天硝酸盐含量为 4.6 mg·kg^{-1},明显高于其它处理。

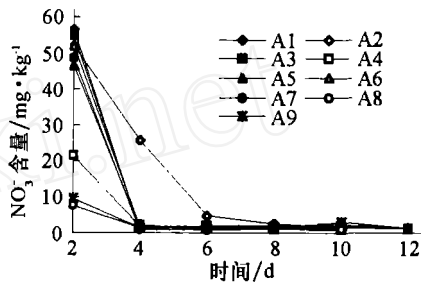


图 2 不同处理酸渍过程中硝酸盐含量的变化

酸渍初期硝酸盐含量迅速降低是因为硝酸盐转化为亚硝酸盐。而酸渍 4 d后硝酸盐含量下降缓慢,是因为大部分硝酸盐都已转化为亚硝酸盐,只有小部分硝酸盐开始转化为氨基酸或其它含氮的有机物。

2.1.3 不同处理酸渍过程中感官品质的变化 由图 3可知,酸渍 2～4 d各处理感官评定值均处于上升趋势,但数值较低,说明各处理酸渍尚未成熟,口感较差。酸渍后 6～8 d所有处理均达到其感官评定最高值,处理 A6感官评定值最高,为 11.5。酸渍 8 d后,所有处理的感官评定值均开始下降。

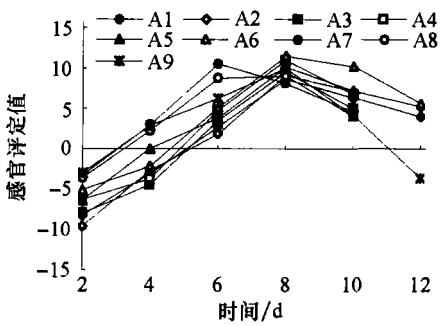


图 3 不同处理酸渍过程中感官品质的变化

注:酸渍 10～12 d部分处理开始腐烂,失去商品价值,下图同

酸渍初期,由于发酵不成熟,酸黄瓜有生青味,发酵香味差,而且口感脆。随着发酵成熟,风味逐渐柔和,同时,黄瓜中的原果胶成分分解,脆度下降,口感变好;叶绿素在酸的作用下迅速失去绿色,转变为黄绿色或黄褐色的脱镁叶绿素,色泽

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

也变好。此时感官品质和营养品质都较好。酸渍后期酸度大量积累,酸味强烈,组织变软,色泽暗淡,品质变差。

2.1.4 不同处理酸渍过程中总酸含量的变化 由图 4可知,黄瓜酸渍过程中,总酸含量大致呈现由低到高,而后趋于平稳的变化趋势。处理 A7、A8由于发酵温度高 (30 ℃),在第 4天酸度就分别达到了 0.776 %和 0.726 %。但此时硝酸盐、亚硝酸盐含量比较高,虽发酵成熟但还不宜食用。其它处理在第 8天时总酸含量达到了 0.6 %,发酵已基本成熟,此后总酸含量趋于平稳。处理 A6在酸渍过程中含酸量适宜,感官品质表现较优。

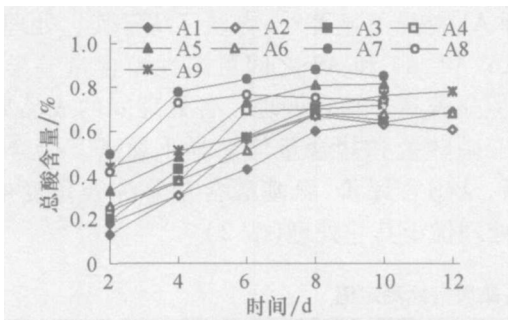


图 4 不同处理酸渍过程中总酸含量的变化

2.1.5 不同处理酸渍过程中可溶性糖含量的变化 糖在黄瓜酸渍过程中的作用是作为乳酸菌的碳源,酸渍过程中含量会逐渐减少[13,14]。本试验为提高乳酸菌的发酵,提高酸黄瓜的品质,在酸渍液中加入了不同比例的蔗糖,故在此过程中可溶性糖含量的变化比较复杂。

由图 5可知,除处理 A2、A3、A8外,其它处理可溶性糖含量都始终呈下降趋势。因处理 A1、A5、A9中加入蔗糖量为 0,故在乳酸菌发酵过程中可溶性糖含量最低,到第 8天,含量几乎为 0。在酸渍全过程中,处理 A6含糖量呈平稳的下降趋势,且第 8天仍较高,为 1.99 %。

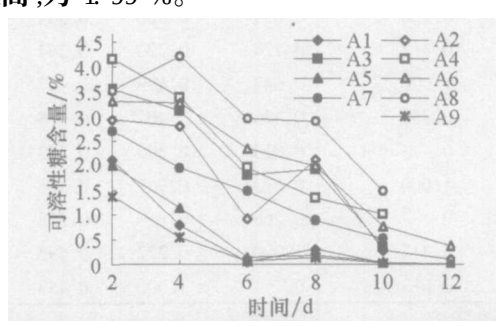


图 5 不同处理酸渍过程中可溶性糖含量的变化

2.1.6 不同处理酸渍过程中氨基酸含量的变化 在酸渍过程中,酸黄瓜内的蛋白质在蛋白酶的作用下,逐渐分解成各种氨基酸,从而产生鲜、香味[15],由于氨基酸含量的增加,酸黄瓜的鲜味增加,口感变好。因此,氨基酸含量的变化对酸黄瓜的色泽、香气、鲜味产生不同的影响。

由图 6可知,在酸渍过程中,处理 A8氨基酸含量始终降低,其它处理变化趋势基本相同。其中处理 A2在第 4天时氨基酸含量达到所有处理中的最大值,为 4.54 mg·kg^{-1}。在酸渍全过程中处理 A6变化趋势平稳,且氨基酸含量较高。

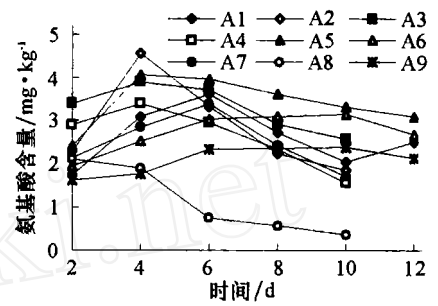


图 6 不同处理酸渍过程中氨基酸含量的变化

2.1.7 不同处理酸渍过程中含盐量的变化 在传统腌渍过程中,食盐用量在 6 %～8 %是为了提高溶液的渗透压,同时也起到抑制细菌的作用。而本试验食盐用量较少,大大降低了酸黄瓜的含盐量,提高了酸黄瓜的风味。

由图 7可知,酸渍过程中,各处理含盐量变化平稳,差异不大,含盐量的变幅在 0.4 %～1.6 %之间。处理 A6在酸渍过程中含盐量在 1.2 %～1.6 %之间,变化不大,口感较好。

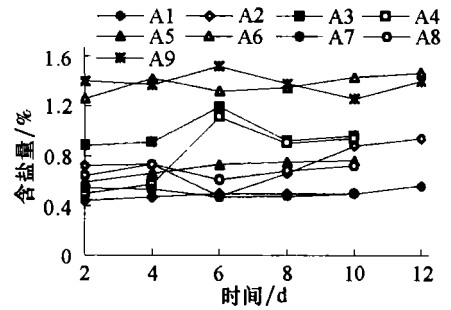


图 7 不同处理酸渍过程中含盐量的变化

2.1.8 不同处理腌渍过程中可溶性固形物含量的变化 由图 8可知,不同处理酸渍过程中,可溶性固形物含量的变幅在 1.85 %～5.25 %之间。各处理除 A1、A4外可溶性固形物含量大致呈现由高到低的变化趋势,在第 8天略有上升。处理 A1第 10天略低,其余时间趋于平稳,且可溶性固形物含量均在 3 %以下。处理 A4第 4天略有上升而后下降,第 6天后趋于平稳。在腌渍全过程中除第 4天处理 A3值 (4.60 %)高于处理 A6(4.35 %)外,在全过程中处理 A6的含量都大于 3.35 %,明

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

显高于其它处理。

可溶性固形物含量的下降主要是由于乳酸菌发酵而分解了较多的有机物,在第 8天时可溶性固形物含量在较低水平的基础上略有上升,可能是因为此时酸黄瓜已发酵成熟,内外渗透达到平衡,腌渍液中的物质部分渗透到酸黄瓜内,致使酸黄瓜内可溶性固形物含量短暂上升,而后又继续降低。

2.2 最佳工艺的确定

通过对酸黄瓜感官品质、安全品质、营养品质的动态变化的分析可知,在酸渍第 8天时大多数处理的感官评定值都达到最高,硝酸盐、亚硝酸盐含量处于较低和最低水平,酸度达到最高,氨基酸、可溶性糖和可溶性固形物的含量也都趋于稳定并有较高含量,故各处理酸渍的成品在酸渍后第 8天食用最佳。根据本试验结果,选定黄瓜酸渍后第 8天对各评价指标进行分析。

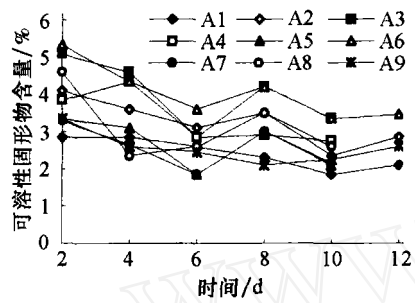


图 8 不同处理酸渍过程中可溶性固形物含量的变化

2.2.1 正交试验设计结果分析 酸渍第 8天时,处理 A6的感官评价结果除与处理 A4差异不显著外,均显著高于其它处理。处理 A7、A8的硝酸盐含量最低。处理 A6、A3可溶性固形物含量显著高于处理 A5、A7和 A9,与其它处理差异不显著。处理 A6的氨基酸含量最高,为 2.85 mg·kg^{-1},除与处理 A1差异不显著外,均显著高于其它处理。处理 A6、A2、A3和 A8之间可溶性糖含量差异不显著,但显著高于其它处理。各处理间的成品率、总酸、亚硝酸盐和盐含量均差异不显著。综合以上分析,从感官评价、氨基酸含量等综合角度考虑,A6处理优于其它处理(表 2)。

表 2 酸渍第 8天时不同处理各品质指标测定值

处理	感官评定值	硝酸盐 mg·kg^{-1}	亚硝酸盐 mg·kg^{-1}	成品率 %	总酸 %	氨基酸 mg·kg^{-1}	可溶性固形物 /%	可溶性糖 /%	含盐量 /%
A1	18.63 efBC	1.99 bAB	0.065 a	92.22 a	0.60 a	2.83 aA	2.3 abA	0.30 dB	0.50 a
A2	9.12 cdefBC	2.55 aA	0.070 a	90.21 a	0.67 a	2.18 eDE	2.5 abA	2.12 abAB	0.66 a
A3	9.50 cdeABC	1.55 bcBC	0.045 a	85.15 a	0.68 a	2.05 fE	3.2 aA	1.92 abAB	0.92 a
A4	11.00 abAB	1.62 bcBC	0.050 a	91.48 a	0.70 a	2.14 efDE	2.9 abA	1.34 bcAB	0.90 a
A5	10.13 bcABC	1.33 cdBC	0.055 a	89.68 a	0.81 a	2.70 bAB	2.0 bA	0.18 dB	0.75 a
A6	11.50 aA	1.23 cdC	0.045 a	86.25 a	0.68 a	2.85 aA	3.2 aA	1.99 abAB	1.35 a
A7	8.12 fC	1.04 dC	0.010 a	91.48 a	0.88 a	2.37 dCD	2.0 bA	0.88 cdAB	0.48 a
A8	9.00 defBC	1.08 dC	0.010 a	88.12 a	0.75 a	2.46 dC	2.5 abA	2.89 aA	0.68 a
A9	10.00 bcdABC	1.33 cdBC	0.050 a	86.12 a	0.71 a	2.58 cBC	2.1 bA	0.14 dB	1.38 a

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异显著($\alpha=0.05$),不同大写字母表示差异极显著($\alpha=0.01$)

表 3 酸渍第 8天时不同处理各品质指标的综合评价

处理	感官评定值	硝酸盐	亚硝酸盐	成品率	总酸	氨基酸	可溶性固形物	可溶性糖	含盐量	$V=M\cdot R$	名次
权重	0.200	0.150	0.150	0.120	0.100	0.100	0.100	0.040	0.040		
A1	0.150	0.371	0.083	1.000	0	0.979	0.250	0.059	0.022	0.344	8
A2	0.295	0	0	0.716	0.250	0.157	0.417	0.720	0.200	0.264	9
A3	0.408	0.662	0.417	0	0.286	0	1.000	0.647	0.489	0.417	7
A4	0.852	0.616	0.333	0.895	0.357	0.109	0.750	0.436	0.467	0.578	3
A5	0.594	0.808	0.250	0.641	0.750	0.810	0	0.013	0.300	0.523	5
A6	1.000	0.874	0.417	0.156	0.286	1.000	1.000	0.673	0.967	0.706	1
A7	0	1.000	1.000	0.895	1.000	0.397	0	0.268	0	0.558	4
A8	0.260	0.974	1.000	0.420	0.536	0.510	0.417	1.000	0.222	0.593	2
A9	0.556	0.808	0.333	0.137	0.393	0.665	0.083	0	1.000	0.453	6

2.2.2 模糊综合评价结果分析 利用模糊综合评价的方法对不同处理酸渍产品的综合品质进行评定,分析结果如表 3。处理 A6 V值最高,为 0.706,酸黄瓜综合品质明显优于其它各处理,从而,可以判断处理 A6,即发酵温度为 25 ℃,加盐 3 %,接种浓度为 3 %,加蔗糖量为 3 %的酸渍工艺为最佳工艺。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3 结论

本试验中通过正交试验设计和模糊综合评判两种方法对黄瓜酸渍工艺进行研究,试验结果一致。试验中综合品质最优的黄瓜酸渍工艺为:发酵温度 25 ℃,加盐 3 %,接种浓度为 3 %,加蔗糖量 3 %。

参考文献

1 陈功. 盐渍蔬菜生产实用技术. 北京:中国轻工业出版社, 2001. 1～2

2 孙玉河,李文琴,马德华. 我国黄瓜生产的现状、问题和发展趋势. 天津农业科学, 2003, 9(3): 54～56

3 励建荣,从日韩腌制蔬菜业的发展谈起. 中国蔬菜, 2004(5): 1～3

4 张庆芳,迟乃玉,孟宪军,等. 蔬菜腌渍发酵乳酸菌剂的研究. 食品与发酵工业, 2004, 30(1): 13～16

5 杨性民,刘青梅,徐喜圆,等. 人工接种对泡菜品质及亚硝酸盐含量的影响. 浙江大学学报 (农业与生命科学版), 2003, 29(3): 291～294

6 朱红,黄一贞,张弘. 食品感官分析入门. 北京:北京轻工业出版社, 1990. 65～66

7 余疾风. 现代食品感官分析技术. 成都:四川科学技术出版社, 1995. 115～117

8 朱余尧,郭志瑞. 应用模糊综合评判进行食品感官质量评价的实施报告. 食品科学, 1987(10): 11～15

9 汤卫东,朱海涛,王建军,等. 苹果感官品质的模糊综合评价. 现代食品科技, 2005, 21(3): 61～63

10 刘青梅,杨性民. 腌渍蔬菜亚硝酸盐含量及降低措施的研究. 食品科学, 2001, 22(9): 44～46

11 Kim I K, Kim S H, Kim S D. Effect of initial temperature of salt solution during salting on the fermentation of kimchi. J of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 1996, 25(5): 747～753

12 Moon S K, Ryu H S. Changes in the contents of dietary fibers and pectic substance during fermentation of baik-kimchi. Journal of the Korean Socience of Food Science and Nutrition, 1997, 26(6): 1 006～1 012

13 曾凡砷,熊国湘. 四川泡菜工业化加工中主要成分变化研究. 食品与机械, 1997(4): 15～16

14 冉艳红,黄雪松,于淑娟. 自然发酵泡菜汁中主要成分的变化. 中国调味品, 2002(8): 17～21

15 苏扬,陈云川. 泡菜的风味化学及呈味机理的探讨. 中国调味品, 2001(4): 28～31

The Study on Processing Combination of Pickled Cucumber

Deng Xuhong, Qin Zhiwei (Horticulture College, The Northeast Agricultural University, Harbin 150030)

Abstract The dynamic changing of the organoleptic quality, safety, and nutrition of pickled cucumber in pickled course was analysised with the orthogonal experimental design method $L_9(3^4)$. The best processing combination of pickled cucumber was 25 ℃ fermentation temperature, 3 % salt content, 3 % sucrose and 3 % inocula concentration.

Key words Cucumber, Pickle, Processing combination

·科技简讯 ·

“黄瓜工厂化嫁接育苗研究与应用”课题通过成果鉴定

2006年 10月 20日,湖北省科技厅在武汉主持召开了鉴定会,对华中农业大学别之龙教授主持完成的“黄瓜工厂化嫁接育苗研究与应用”课题进行了成果鉴定。国家蔬菜工程技术研究中心陈殿奎先生担任鉴定委员会主任委员,中国农业大学张振贤教授担任副主任委员。鉴定委员会认为,该研究成果总体达到国内领先水平,其中嫁接黄瓜耐盐性研究方面达到国际先进水平。

该项目系统研究了不同嫁接方法、不同砧木/接穗对黄瓜嫁接苗质量和黄瓜品质的影响,筛选出适合黄瓜育苗的基质配方,初步建立了黄瓜工厂化嫁接育苗技术体系。课题组在国内率先研究出黄瓜嫁接苗生产的高效断根嫁接技术操作规范,并制定了相关技术的湖北省地方标准。采用断根嫁接的嫁接工效较传统的切接和插接分别提高 55 %和 111 %。通过对嫁接影响黄瓜耐盐性机理的研究,筛选出耐盐性强的砧木,阐明了不同基因型的砧木/接穗耐盐性差异的生理特性及嫁接在提高黄瓜耐盐性上的作用,为嫁接黄瓜在盐渍化条件下的栽培利用提供了理论依据,对于推动黄瓜生产具有重要意义。应用该技术体系在武汉、襄樊等地建立了工厂化育苗示范区,进行规模化推广应用。试验表明,采用嫁接苗较自根苗平均产量提高 10 %以上,农药施用量降低 15 %～20 %,春季栽培可提早 5～7 d(天)上市,项目取得了显著的经济效益、社会效益和生态效益。

鉴定委员会建议有关部门加大推广应用力度,推动我国黄瓜嫁接育苗的应用。

别之龙 供稿

(华中农业大学, 430070)

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net