

发芽条件对绿豆芽生长特性和营养品质的影响

尹涛 丁俊胄 陈芸 谢雯雯 熊善柏 赵思明

华中农业大学食品科学技术学院/环境食品学教育部重点实验室, 武汉 430070

摘要 考察浸泡温度、发芽温度和淋水频率等培育条件对绿豆芽的生长特性和营养品质的影响。结果表明,浸泡温度、发芽温度和淋水频率对豆芽的生长特性和营养品质都有显著影响($P < 0.05$)。在较高温度(40℃)下浸泡绿豆,培育的绿豆芽鲜质量大、胚轴长且水溶性糖、游离氨基酸和 γ -氨基丁酸含量高。在较高环境温度(30~35℃)下培育的豆芽胚轴长,但是轴径小。随着喷淋频率的降低,豆芽鲜质量、胚轴长、轴径逐渐降低,水溶性糖含量先降低后增加,游离氨基酸含量先增加后降低, γ -氨基丁酸含量交替式变化。绿豆芽的适宜培育条件为:绿豆在40℃下浸泡5 h,发芽温度控制为25~30℃,喷淋水间隔时间为1 h。

关键词 豆芽;发芽条件;生长特性;营养品质; γ -氨基丁酸

中图分类号 TS 255.5 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2015)04-0120-05

绿豆芽是中国一种传统的芽菜,由绿豆(*Vigna radiata* L. Wilczek)浸水(淋水)萌发而成。绿豆芽口感脆嫩,富含维生素C、膳食纤维、矿物质元素、氨基酸、多酚等营养物质^[1],中医评价其具有清热除湿等功效^[2],因独特的口感和丰富的营养深受广大消费者喜爱。绿豆芽除了鲜食外,还被开发成系列加工制品,例如芽菜汤料^[3]和复配五谷饮料^[4]等。绿豆等可食性粮食种子在发芽过程中,其储存的营养物质如淀粉、蛋白质等被降解为低聚糖和氨基酸等小分子成分,更易于人体消化吸收^[5]。另外,原料豆中的胰蛋白抑制剂和胀气因子(棉籽糖、鼠李糖和水苏糖等寡糖)在发芽过程中急剧下降,植酸在植酸酶的作用下降解而释放螯合的钙、磷、铁和锌等矿物质元素,使得豆芽营养成分的生物利用率显著提高^[6]。目前,对绿豆芽的研究主要集中在豆类种子发芽过程中常规营养成分的变化^[5-6]、豆芽营养液的研制^[7]和富集矿物质元素豆芽的研究^[8]等。当前,随着一些芽菜作坊在豆芽生产过程中滥用激素、化肥和漂白剂等问题的曝光^[9],以及健康豆芽需求量的不断增加,使得传统的作坊式加工方式逐渐转向工业化和规模化的工厂式生产。工业化豆芽培育一般包括浸泡、控温和喷淋等工序,而这些培育条件对绿豆芽生长和营养影响的系统性研究还很少有报道。 γ -氨基

丁酸(γ -aminobutyric acid, GABA)是芽菜等发芽食品中一类重要的功能性成分^[10],于2009年获国家批准为新资源食品,是高级动物体中一种重要的脑神经递质。研究证实,GABA可促进脑神经健康^[11],有效舒缓精神压力^[12],预防和缓解高血压^[13-14]。但是,对豆芽中GABA的研究还未见报道。本试验通过考察发芽条件(浸泡条件、发芽温度和淋水频率)对绿豆芽的生长特性和营养品质的影响,探讨绿豆芽生产的最佳发芽条件,以为健康豆芽的工业化生产提供基础理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 绿豆(*Vigna radiata* L. Wilczek),“中绿一号”,购于湖北悦农种业有限公司。原料绿豆中的水分含量为(13.24 ± 0.53)%,水溶性糖含量为(155.79 ± 5.32) mg/g,游离氨基酸含量为(1.63 ± 0.74) mg/g, GABA含量为(0.35 ± 0.04) mg/g,均以干基表示。

2) 主要试剂。重蒸酚、硫酸、茚三酮、磷酸二氢钾、磷酸二氢钠、硼酸、次氯酸钠、乙醇和蔗糖等试剂均为分析纯,购于国药集团化学试剂有限公司。氨基酸标准液和 γ -氨基丁酸为分析纯,购于Sigma

收稿日期: 2014-07-21

基金项目: 湖北省科技计划研究与开发项目(2009BBB017)

尹涛, 博士研究生, 研究方向: 水产品加工及贮藏工程. E-mail: yintao_cn@163.com

通信作者: 赵思明, 教授, 研究方向: 农产品加工及储藏工程. E-mail: zsmjx@mail.hzau.edu.cn

公司。

3)主要仪器和设备。722S 型可见分光光度计,上海精密科学仪器有限公司;101.3 型电热鼓风干燥箱,上海市实验仪器总厂;BS-210S 型分析天平,德国赛多利斯科学仪器有限公司;WS2-134-75 恒温箱,精宏仪器有限公司;HP250GS 型智能人工气调箱,武汉瑞华仪器设备有限公司。

1.2 试验方法

1)吸水率的测定。吸水率的测定参照张余洋等^[15]的方法,略作修改。称取绿豆质量为 W_0 ,用自来水清洗后放入 500 mL 烧杯中,加入绿豆 4 倍质量的水,分别于不同温度(4、20、30、35、40 °C)下浸泡,每隔 1 h 取样,用吸水纸吸干绿豆表面的水分,称质量 W_1 ,吸水率 $= (W_1 - W_0) / W_0 \times 100\%$ 。

2)豆芽的制作。绿豆浸泡完成后,置于发芽盘中,转入人工气调箱内培养。发芽过程中,无光照,控制温度(20、25、30、35 °C)和采用自动定时控制喷淋装置^[16]控制淋水频率(无间断喷淋,1、2、3、4 h/次,间断喷淋设定为每次喷淋 1 min)。培养 4 d 后,测量生长和营养指标。

3)基本营养成分的测定。豆芽水分含量的测定,参照 GB/T 5009.3—2010,采用 105 °C 烘干法测定;水溶性糖的含量参考王伟娟等^[17]的方法,采用硫酸苯酚法测定;游离氨基酸的含量参考吕广英等^[18]的方法,采用茚三酮比色法测定。

4) γ -氨基丁酸(GABA)的测定。GABA 含量的测定参考姚森等^[10]的方法,略作修改。精确称取豆芽(5.0±0.1) g,加 2 mL 蒸馏水研磨,定容到 50 mL,在 30 °C 水浴锅中浸提 2 h;浸提结束后,先用普通滤纸过滤,再用 0.22 μg 的微孔滤膜过滤;取滤液 0.6 mL,加到 10 mL 比色管中,然后加入 0.2 mL 浓度为 0.2 mol/L 的硼酸缓冲液(pH 9.0),1 mL 6% 苯酚溶液和 0.4 mL 次氯酸钠(含活性氯 5.25%),振荡,沸水浴 10 min,立即冰浴 20 min,直至有蓝绿色化合物出现,最后加入 2 mL 乙醇溶液(60%, V/V),于 645 nm 波长下比色,测定其吸光值。GABA 含量以干基表示。

5)生长特性指标的测定。随机挑选 30 根豆芽,用分析天平称质量,用游标卡尺测量胚轴长、胚根长、轴径长。生长特征指标结果为 30 组测量的平均值。

1.3 数据处理

试验数据如未作说明,均为 3 次测定的平均值。数据参考赵思明^[19]的方法,采用 SASV8.1 软件进

行分析,采用 ANOVA 进行方差分析,显著性方差分析法为 LSD, $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 润胀曲线

不同浸泡温度下绿豆的吸水率见图 1。由图 1 可知,绿豆种子的吸水率随着浸泡温度的升高而逐渐增加,20、25、30 和 40 °C 浸泡处理的绿豆芽的吸水率显著高于 4 °C 浸泡处理的。随着浸泡时间的延长,绿豆的吸水率逐渐增加,20、25、30、40 °C 浸泡处理的绿豆芽的吸水率在浸泡 7 h 左右后逐渐达到平衡,而 4 °C 浸泡处理的绿豆芽的吸水率在浸泡 10 h 内一直增加。

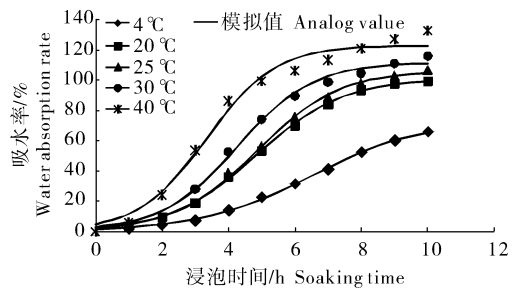


图 1 不同浸泡温度下绿豆的吸水率

Fig.1 The water absorption rate of mung bean under different soaking temperature

采用(1)式拟合绿豆的吸水过程:

$$y = a \left(1 + \frac{1}{1 + be^{kt}} \right) \quad (1)$$

式中, y 为绿豆吸水率,%; t 为豆芽浸泡时间, h; a 为常数,表示平衡水分,%; k 为吸水速度常数, 1/h。采用最小二乘法求得不同浸泡温度下绿豆吸水特征率参数 a 、 b 和 k , 见表 1。

表 1 绿豆吸水率的特征参数¹⁾

Table 1 Characteristic parameters of water absorption rate for mung bean

温度/°C Temperature	a /%	b /%	k /%	SRS/RSS
4	73.684	0.020	0.600	5 780/8
20	100.968	0.024	0.769	21 639/5
25	106.462	0.019	0.813	25 696/35
30	111.772	0.023	0.883	34 043/100
40	123.135	0.039	0.968	52 975/321

1) SRS: 回归平方和 Regression square sum; RSS: 剩余平方和 Residue sum of square.

由表 1 可知,不同浸泡温度下回归平方和较剩余平方和大很多,表明方程的拟合精度很高。随着浸泡温度升高, a 值和 k 值增加,即绿豆的平衡水分

和吸水速度常数增大。采用式(1)计算出 4、20、25、30、40 °C 时绿豆吸水率达到 100% 时所用的浸泡时间分别为 12.7、10.9、8.3、6.8、5.1 h。

2.2 浸泡温度对豆芽生长特性和营养品质的影响

浸泡温度对豆芽生长特性和营养品质的影响见表 2。从表 2 中可以看出,绿豆芽中水溶性糖、游离氨基酸和 GABA 的含量分别为 360~480、8~11、0.60~0.96 mg/g,均显著高于绿豆中的含量(分别为 155.79±5.32、1.63±4.74、0.35±0.04 mg/g)。较好。

表 2 浸泡温度对绿豆芽生长特性和营养品质的影响 ($n=3, x \pm \text{std}$)¹⁾

Table 2 Effects of soaking temperature on growth characteristics and nutrition of mung bean sprouts ($n=3, x \pm \text{std}$)

温度/°C Temperature	生长特性 Growth characteristics				营养品质 Nutrition			
	鲜质量/g Weight	胚轴长/cm Stem length	胚根长/cm Radicle length	轴径/mm Diameter	水分/% Moisture	水溶性糖/ (mg/g) WSS	游离氨基酸/ (mg/g) FAA	γ -氨基丁酸/ (mg/g) GABA
4	0.36±0.00 c	3.44±0.64 d	5.17±1.16 b	2.15±0.14 a	84.49±0.53 b	370.39±3.86 c	8.04±0.17 b	0.60±0.07 c
20	0.38±0.01 bc	4.16±0.77 c	5.85±1.20 a	2.07±0.11 a	85.31±0.57 b	412.55±7.95 b	8.79±0.14 b	0.83±0.02 b
25	0.40±0.02 ab	4.64±0.68 b	6.10±1.10 a	2.14±0.14 a	85.94±1.06 ab	359.66±1.58 d	8.76±0.23 b	0.85±0.02 b
30	0.43±0.01 a	5.22±0.70 a	6.29±1.07 a	2.06±0.08 a	86.87±1.02 a	481.14±5.84 a	8.82±0.30 b	0.69±0.10 c
40	0.42±0.01 a	5.27±0.97 a	6.49±1.35 a	2.06±0.10 a	86.99±0.65 a	482.88±6.12 a	11.27±0.94 a	0.96±0.03 a

1) WSS: 水溶性糖 Water soluble sugars; FAA: 游离氨基酸 Free amino acid; 同列数据不同字母表示差异显著, $P < 0.05$ Different capitals in same column represent significant difference, $P < 0.05$; 下同 The same as below.

2.3 培养温度对豆芽生长特性和营养品质的影响

发芽温度对豆芽生长特性和营养品质的影响见表 3。由表 3 可知,豆芽的鲜质量、胚轴长、胚根长、水分含量、游离氨基酸含量和 GABA 含量均随豆芽培养温度的升高而显著增加 ($P < 0.05$)。低温 (20~25 °C) 培养的豆芽的轴径显著大于较高温度 (30~35 °C) 的 ($P < 0.05$)。25~35 °C 培养的豆芽的水溶性糖含量无显著性差异 ($P > 0.05$), 而高于较

低温度 (20 °C) 培养的 ($P < 0.05$)。

2.4 淋水频率对豆芽生长特性和营养品质的影响

由表 4 可知,随着淋水间隔时间的增加,豆芽的鲜质量和胚根长逐渐降低 ($P < 0.05$),轴径先增加后降低 ($P < 0.05$)。水分和游离氨基酸含量先增加然后下降 ($P < 0.05$)。而水溶性糖先显著降低然后显著增加 ($P < 0.05$)。GABA 的含量呈现交替式变化趋势。

表 3 发芽温度对绿豆芽生长特性和营养品质的影响 ($n=3, x \pm \text{std}$)

Table 3 Effects of cultivation temperature on growth characteristics and nutrition of mung bean sprouts ($n=3, x \pm \text{std}$)

温度/°C Temperature	生长特性 Growth characteristics				营养品质 Nutrition			
	鲜质量/g Weight	胚轴长/cm Stem length	胚根长/cm Radicle length	轴径/mm Diameter	水分/% Moisture	水溶性糖/ (mg/g) WSS	游离氨基酸/ (mg/g) FAA	γ -氨基丁酸/ (mg/g) GABA
20	0.30±0.00 d	1.58±0.30 d	3.50±0.54 c	2.23±0.17 a	78.44±0.25 d	213.43±16.32 b	6.73±0.77 c	0.63±0.04 c
25	0.48±0.00 c	7.23±1.17 c	7.29±1.60 b	2.26±0.20 a	88.89±0.08 c	367.10±62.60 a	12.35±0.35 b	1.01±0.14 b
30	0.56±0.00 b	9.94±1.27 b	9.67±2.63 a	1.97±0.11 b	91.39±0.11 c	368.43±50.14 a	14.45±0.48 b	1.14±0.07 ba
35	0.61±0.06 a	11.31±0.84 a	9.89±2.91 a	1.95±0.15 b	92.51±0.49 a	311.30±34.39 a	21.19±4.26 a	1.35±0.15 a

表 4 淋水频率对绿豆芽生长特性和营养品质的影响 ($n=3, x \pm \text{std}$)

Table 4 Effects of watering frequency on growth characteristics and nutrition of mung bean sprouts ($n=3, x \pm \text{std}$)

淋水频率/ (h/次) Watering frequency	生长特性 Growth characteristics				营养品质 Nutrition			
	鲜质量/g Weight	胚轴长/cm Stem length	胚根长/cm Radicle length	轴径/mm Diameter	水分/% Moisture	水溶性糖/ (mg/g) WSS	游离氨基酸/ (mg/g) FAA	γ -氨基丁酸/ (mg/g) GABA
0	0.58±0.02 a	6.18±0.45 b	11.71±2.62 a	2.10±0.10 b	85.23±0.34 c	388.59±9.94 a	8.54±0.43 d	0.35±0.19 b
1	0.51±0.01 b	6.61±1.05 a	10.67±2.06 a	2.13±0.14 ab	87.93±0.55 a	341.68±5.57 b	11.2±0.28 a	0.54±0.24 ba
2	0.42±0.02 c	6.00±0.91 b	9.79±2.52 a	2.20±0.15 a	86.69±0.72 b	349.29±5.58 b	9.59±0.07 b	0.47±0.13 b
3	0.40±0.01 d	4.51±0.59 c	7.31±2.73 b	2.11±0.08 b	86.01±0.92 cb	306.32±18.27 c	9.35±0.24 cb	0.82±0.05 a
4	0.34±0.01 e	3.49±0.72 d	6.55±2.74 b	2.08±0.10 b	85.76±0.45 cb	387.13±22.93 a	9.04±0.26 cd	0.75±0.04 a

3 讨论

水分、温度等是种子萌发的关键因素。绿豆种子吸收水分,贮藏性凝胶物质产生膨胀压力并在一定条件下胀破种皮,使原先处于封闭式种皮内的种胚和外界的萌发条件相接触,使其新陈代谢更加活跃^[20]。适宜的温度能够促进种子吸水,并使酶促过程和呼吸作用加强,贮藏的养分快速转变为胚能利用的可溶性状态^[21]。绿豆种子的吸水率呈现先缓慢上升,再快速上升,最后缓慢达到平衡的变化趋势(图1)。其原因可能是在浸泡初期由于干种子细胞壁结构致密,通透性低,因此,吸水率增加缓慢;浸泡一段时间后种子细胞壁变软,通透性增加,吸水率迅速增加;随着种子吸水趋于饱和,吸水率减慢并趋于平衡。随着浸泡温度的升高,绿豆种子的吸水率逐渐增加(图1)。其原因可能是种子细胞壁孔隙增大,同时种子内源酶活性增加,水分的主动吸收方式加强,种子的吸水率增加^[21]。绿豆种子的吸水率达到100%左右时,细胞呼吸代谢旺盛,营养物质转化快速,有利于种子发芽^[22]。吴小勇等^[23]报道当绿豆的吸水率在100%以下时,绿豆芽的发芽率随着吸水率的升高而迅速增加;但是当在100%以上时,绿豆的发芽率变化不明显。鲜质量、胚轴长以及水分、水溶性糖、游离氨基酸和GABA含量随浸泡温度的升高而增加,这主要是因为随浸泡温度的升高,种子吸水速率加快,酶活力增加,呼吸作用加强,贮藏的养分蛋白质和淀粉能迅速转换成可溶性的低聚糖和氨基酸^[21]。因此,在40℃温度条件下浸泡5h为绿豆种子适宜的浸泡条件。

豆芽的鲜质量、胚轴长、水分含量、游离氨基酸含量和GABA含量均随豆芽发芽温度的升高而增加(表3)。这主要是因为随着发芽温度的升高,芽体内的酶活力增加,呼吸作用加强,物质分解、转换和运输速率快,有利于芽体细胞的伸长和扩大,使豆芽生长迅速^[24]。胚根长在30℃和35℃时无显著差异,说明较高温度时胚根的生长可能受到抑制,生成的养分向上运输主要促进胚轴增长。较低发芽温度(20~25℃)的轴径大于较高温度(30~35℃)的,这可能是因为较低的温度限制了酶活,细胞分裂生长等速度缓慢,物质横向运输较强而纵向运输较弱表现出胚轴轴径较大^[2]。较高温度(25~35℃)时豆芽的水溶性糖含量高于较低温度(20℃)的,其原因可能是较低温度下酶活受到抑制,芽体生长缓慢,

水溶性糖的分解和生成速度都较慢;而较高温度(>25℃)时,芽体增长速度快,需要大量糖分作为能量以及合成其他物质底物,水溶性糖的生成速度快^[24]。

淋水间隔时间短,供水充足,但氧气浓度下降,吲哚乙酸氧化酶活性受到抑制^[25],吲哚乙酸(IAA)含量上升,有利于胚芽细胞的伸长和扩大,使芽的生长快于根。但过量的水分会使水溶性物质流失过多,营养品质下降,限制芽的生长。淋水间隔时间长,豆芽供水不足,豆芽体内物质运输、生化反应速率等减慢,限制豆芽的生长。

感官品质也是影响绿豆芽商品性的重要因子,一般来说高品质的绿豆芽具有洁白、清爽脆嫩、形态整齐、芽身挺直和无异味等特点。绿豆芽在4d的生长过程中水分充足,芽体洁白、脆嫩。在前期试验中发现,绿豆芽在生长4~5d之后若继续培养,胚轴继续伸长,含水量下降,芽体光泽度下降,粗纤维化加重,芽体逐渐变软,趋于萎蔫^[7]。康玉凡等^[26]分析了绿豆芽的生长特性和感官品质之间的关联,发现感官品质和胚轴粗呈显著正相关,而与胚轴长无显著相关。绿豆芽子叶和胚轴在花青甙的影响下,可显出紫色或紫红色,导致豆芽外观发暗不鲜亮^[27]。在发芽过程中,营养成分(例如还原糖和纤维素)的变化影响绿豆芽的口感^[27]。发芽条件对豆芽感官品质的影响还需要进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 徐忠传,卢昌琳,蔡国超,等.磁处理对绿豆芽生长及维生素C含量的影响[J].江苏农业科学,2013,41(9):260-271.
- [2] 张永清.发芽条件对豆芽生产的影响[D].南京:南京农业大学图书馆,2007.
- [3] 顾振新,宋玉,尹永祺,等.一种富含GABA的冻干豆芽汤料生产工艺及其产品:中国,102754869 [P].2012-10-31.
- [4] 徐晓军,金增辉.一种复配型米豆(芽)乳的制法:中国,102986898A [P].2013-03-27.
- [5] 苗颖,马莺.大豆发芽过程中营养成分变化[J].粮食与油脂,2005(5):29-30.
- [6] URBANO G, ARANDA P, VILCHEZ A, et al. Effects of germination on the composition and nutritive value of proteins in *Pisum sativum* L. [J]. Food Chemistry, 2005, 93(4): 671-679.
- [7] 丁俊青,尹涛,余翔,等.外源赤霉素、6-苄基腺嘌呤及矿物质对水培绿豆芽生长的影响[J].植物生理学报,2013,47(5):501-504.
- [8] 彭立宽,杨葵华,邓文文,等.绿豆在发芽过程中对锌吸收的研究[J].食品与发酵科技,2011,48(1):89-91.
- [9] 谢寒冰.豆芽质量安全的关键影响因素分析及对策[D].青岛:

- 中国海洋大学图书馆,2008.
- [10] 姚森,郑理,赵思明,等.发芽条件对发芽糙米中 γ -氨基丁酸含量的影响[J].农业工程学报,2006,22(12):211-212.
- [11] MAMIYA T, KISE M, MORIKAWA K, et al. Effects of polished and pregerminated brown rice on the brain function in mice[J]. Journal of Pharmacological Sciences, 2007, 103(1): 34-35.
- [12] PALMER M L, SCHULZ M J, MURPHY C S, et al. The cellular basis of GABAB-mediated interhemispheric inhibition[J]. Science, 2012, 335: 989-993.
- [13] ABDOU A M, HIGASHIGUCHI S, HORIE K, et al. Relaxation and immunity enhancement effects of gamma-aminobutyric acid (GABA) administration in humans[J]. Biofactors, 2006, 26(3): 201-208.
- [14] YOSHIMURA M, TOYOSHI T, SANO A, et al. Antihypertensive effect of a gamma-aminobutyric acid rich tomato cultivar "DG03-9" in spontaneously hypertensive rats[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2010, 58(1): 615-619.
- [15] 张余洋,胡全凌,李汉霞.不同处理对豌豆和萝卜芽苗菜生长、产量及品质的影响[J].华中农业大学学报,2008,27(2):289-293.
- [16] 黄汉英,赵思明,尹涛,等.一种适用于芽菜生产的智能化培养方法及智能化培养装置:中国,101926279A [P].2010-12-29.
- [17] 王伟娟,黄远,汪力威,等.根域容积对甜瓜生理特性、果实产量和品质的影响[J].华中农业大学学报,2013,32(6):27-31.
- [18] 吕广英,丁玉琴,孔进喜,等.加工方式对鱼骨汤营养和风味的影响[J].华中农业大学学报,2013,32(2):123-127.
- [19] 赵思明.食品科学与工程中的计算机应用[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [20] 刘燕国.种子萌发过程中水分与温度的作用[J].农机化研究,2005(3):308.
- [21] 刘宪,李建花,刘朝太,等.不同条件对大豆发芽的影响初探[J].种子科技,2004,25(2):93-94.
- [22] 中山包.发芽生理学[M].北京:农业出版社,1988.
- [23] 吴小勇,曾庆孝,田金河,等.绿豆的浸泡工艺及其对绿豆种子萌发的影响研究[J].工艺技术,2004,25(2):143-146.
- [24] 余冬芳,邹琴.温度对绿豆芽苗菜产量和营养成分的影响[J].安徽农业科学,2007,35(11):3247,3275.
- [25] 汪志君,顾振新.植物激素对芽类食品生产的影响[J].中国畜牧与食品,1998,5(4):184-187.
- [26] 康玉凡,刘腾飞,程须珍,等.芽用绿豆品种籽粒性状及其豆芽生理特性研究[J].植物遗传资源学报,2012,12(6):986-991.
- [27] 袁兴森,张涛,程须珍,等.我国绿豆种质资源的芽用特性评价与筛选[J].植物遗传资源学报,2012,13(5):879-883.

Effects of germination conditions on growth characteristics and nutrition of mung bean sprout

YIN Tao DING Jun-zhou CHEN Yun XIE Wen-wen XIONG Shan-bai ZHAO Si-ming

College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University/

Key Laboratory of Environment Correlative Dietology, Ministry of Education, Wuhan 430070, China

Abstract Effects of soaking temperature, cultivation temperature and watering frequency on the growth characteristics and nutrition of mung bean sprout were investigated. Growth characteristics and nutrition of mung bean sprout were significantly affected by soaking temperature, cultivation temperature and watering frequency ($P < 0.05$). When the bean was soaked at higher temperature (40 °C), body weight of the cultivated mung bean sprout was heavier, hypocotyl was longer, contents of free amino acid (FAA), water soluble sugar (WSS) and γ -aminobutyric acid (GABA) were higher. The hypocotyl was longer while the diameter was smaller when the bean was cultivated in the relatively higher temperature (30-35 °C). When the watering frequency decreased, weight, hypocotyl length and diameter decreased, WSS content decreased first and then increased, FAA content increased first and then decreased, GABA content was fluctuated. The optimal germination conditions of mung bean sprout were soaking bean at 40 °C for 5 h, with cultivation temperature of 25-30 °C and watering once per hour.

Key words mung bean sprout; germination condition; growth characteristics; nutrition quality; γ -aminobutyric acid