

## 豆类芽苗菜生产工艺的研究进展

李振华<sup>1</sup>,段玉<sup>1</sup>,康玉凡<sup>2</sup>

<sup>1</sup>内蒙古农牧业科学院植物营养与分析研究所,呼和浩特 010031;

<sup>2</sup>中国农业大学农学与生物技术学院,北京 100193)

**摘要:**豆类芽苗菜指豆类种子经过萌发之后,短时间内生长为豆芽或者食用幼苗的一类特色蔬菜。与大宗蔬菜相比,豆类芽苗菜风味独特、口感脆嫩、生育周期短、对光照要求低,是一类经济价值较高的蔬菜。国内,豆类芽苗菜的基本生产技术已经初步形成,但芽苗用品种资源的筛选、浸种技术、栽培管理等研究进展缓慢。笔者从豆类芽苗菜种质资源研究与利用现状、高产优质生产工艺2个层面进行综述,供中国豆类芽苗菜科研工作者参考,并希望为豆类芽苗菜生产者提供一些理论依据和技术支持。

**关键词:**豆类;芽苗菜;种质资源;浸种技术;栽培技术

中图分类号:S529

文献标志码:A

论文编号:2010-3196

### Research Progresses about Production Process of Bean Sprout

Li Zhenhua<sup>1</sup>, Duan Yu<sup>1</sup>, Kang Yufan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Plant Nutrition and Analysis, Inner Mongolia Academy of Agricultural Sciences, Hohhot 010031;

<sup>2</sup>College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193)

**Abstract:** Bean sprout is an edible vegetable, which comes from legume seed after a period of germination. Compared with common vegetables, bean sprouts is a kind of vegetables of high economic value which tastes unique, crisp, and its birth cycle is short, required of low illumination. In domestic, the production technology of legumes sprouts has been formed initially, but the development of germplasm resources for sprouts production, production technology and cultivation is backward. This paper was viewed from the current situation of the research and utilization of sprouts beans germplasm and from the process of high-yield, high-quality production. Hope it was helpful for researchers in Chinese beans sprouts and could provide some theoretical and technical support for bean sprouts producers.

**Key words:** bean; bean sprouts; germplasm resources; soaking technology; cultivation techniques

### 0 引言

芽菜,又名芽苗菜,指豆类、萝卜、苜蓿等种子遮光(或不遮光)发芽培育成的嫩芽苗,其中绿豆芽、黄豆芽、蚕豆芽是民间广泛食用的传统蔬菜<sup>[1]</sup>。芽苗菜作为一类健康和时尚的蔬菜,在欧洲和亚洲其他国家也备受消费者青睐<sup>[2]</sup>。20世纪90年代初《中国农业百科全书·蔬菜卷》按生物学分类,将芽菜正式列为15类蔬

菜之一。1989年中国农业科学院蔬菜花卉研究所经进一步研究,将芽苗菜的种类发展到30余种,并逐步将芽菜科研技术推广和应用到生产实践中。

豆类芽苗菜作为芽苗菜的一类,指豆类种子经过萌发之后,短时间内生长出的豆芽或者食用幼苗。与大宗蔬菜相比,豆类芽苗菜风味独特、口感脆嫩、生育周期短、对光照要求低,是一种经济价值较高的蔬菜,

**基金项目:**公益性行业科研专项“绿肥作物生产与利用技术集成研究及示范”(200803029);国家食用豆产业技术体系建设专项资金资助(nycyt-18)。

**第一作者简介:**李振华,男,1984年出生,内蒙古呼和浩特人,助理研究员,硕士,研究方向:芽用豆类种质资源的鉴定与评价。通信地址:010031 内蒙古呼和浩特市玉泉区昭君路22号 内蒙古农牧业科学院植物营养与分析研究所, Tel: 010-5902332, E-mail: lixing\_19841014@126.com。

**通讯作者:**康玉凡,女,1963年出生,河南洛阳人,教授,博士,研究方向为种子生物学及豆类芽菜产业发展理论与技术研究。通信地址:100193 北京市圆明园西路2号中国农业大学农学与生物技术学院105办公室, Tel: 010-62734265, E-mail: yfkang@cau.edu.cn。

**收稿日期:**2010-11-08, **修回日期:**2010-12-29。

主要包括黄豆芽、绿豆芽、黑豆苗、豌豆苗、小豆苗、蚕豆苗等<sup>[3]</sup>。黄豆芽和绿豆芽消费需求量大,同时由于其整个生育期间均在无光条件下完成,前、中、后期培育条件较一致,所以工厂化、机械化、产业化进程较快;而黑豆苗、豌豆苗、小豆苗、蚕豆苗等是伴随现代设施农业、立体栽培农业和现代科学研究发展起来的新型特色蔬菜,消费市场的形成和发展壮大还有待时日。

无论是工厂化生产还是作坊式生产,豆类芽苗菜基本生产工艺流程包括品种筛选、籽粒精选、淘洗、浸种、催芽、栽培管理、收获等过程。品种筛选、浸种和栽培管理在豆类芽苗菜研究和生产中具有重要作用。其中品种筛选是内因,决定着芽苗菜的产量与品质;浸种和栽培是外因,与品种资源一起影响芽苗菜的质量。

### 1 品种资源的研究与利用概况

品种资源的研究是豆类芽苗菜生产的重要物质基础。目前,用于豆类芽苗菜生产的品种资源中,关于大豆和绿豆的研究报道相对较多。国内外关于大豆品种资源研究的深度和广度也均领先于其他食用豆类,芽用绿豆品种资源的研究还停滞在品种筛选阶段,黑豆、豌豆、蚕豆和小豆芽用品种资源的研究鲜有报道。

#### 1.1 品种芽用特性的差异分析

在芽豆生产中,不同豆类、不同品种芽苗菜产量和品质方面均存在差异。罗珊等以黑河地区的55份大豆品种资源<sup>[4]</sup>,肖伶俐等以国内不同地区的9份大豆品种资源为试验材料<sup>[5]</sup>,研究表明大豆品种不同,豆芽产出量、单株产量、大豆和豆芽理化特性均存在明显差异。豆芽产出量的变异幅度在3.87~7.59 g/g,单株产量的变异幅度在5.26~17.08 g;大豆种子各营养成分中粗蛋白和粗脂肪含量较其他常规营养成分含量要高,品种间差异也大;大豆芽各营养成分中,粗蛋白、可溶性糖、Vc等含量较高,品种间差异也较大。程须珍等采用31份绿豆品种资源,研究表明绿豆品种不同,豆芽产出量、豆芽感官评价存在明显差异,部分品种豆芽口感苦涩,豆芽胚轴带锈斑,严重影响到豆芽的质量<sup>[6]</sup>。李振华等采用国内不同地区的55份绿豆品种,研究表明不同品种的绿豆,在豆芽产出量、单株产量、绿豆理化特性、豆芽生长速度等方面均存在明显差异。豆芽产出量的变异幅度在7.07~10.06 g/g,单株产量的变异幅度在4.40~24.80 g;绿豆种子总淀粉和粗蛋白含量较高,品种间差异较小;粗脂肪含量、粗纤维、粗灰分含量较低,品种间差异较大<sup>[7]</sup>。

#### 1.2 芽用豆类品种资源的特征特性

高产和优质是芽苗菜生产的目标,从产量方面考虑,一个好的芽用品种应同时具备田间高产,和芽苗高

产的“双高”特性,参照李振华  $Y_m$ 模型,认为  $Y_m(Y_m=A_m \times B_m, m$ 为品种序号,  $A_m$ 为品种芽苗产出量,  $B_m$ 为田间单株产量)较单株产量和豆芽产出量单一性状更系统地反映了芽用品种的产量因素<sup>[8]</sup>。采取等行距等株距播种,利用  $Y_m$ 可大致预估单位面积土地上豆类品种芽苗菜的产出量,从经济产量角度初步判定品种的优劣。

高产是基础,决定着品种选育的方向。“双高”是芽用豆类品种选育的出发点和根本目的,另外还需兼顾其他芽用品质。高产的决定因素在于种质资源本身,另外受环境影响,不同地区绿豆种质资源豆芽产出量与形态品质无显著差异,但种子营养品质存在一定差异<sup>[9]</sup>。从品质方面考虑,一般用于豆芽生产的大豆和绿豆品种种皮要有光泽,种子的活力要强,发芽率要高<sup>[10-11]</sup>;豆芽胚轴为银白色,大豆芽下胚轴长度为8~12 cm,下胚轴粗度为2.0~2.2 mm<sup>[12]</sup>;绿豆芽下胚轴长度为5~6 cm,下胚轴粗度为3.0~3.2 mm<sup>[9]</sup>。另外品种要抗病、耐贮藏,脂肪含量要低,蛋白质和碳水化合物含量要高;同时要求其豆芽生长周期短、味道佳<sup>[13]</sup>。芽苗用豌豆以麻豌豆较其他类型的豌豆要好,因为麻豌豆种皮较厚,长时间培育种子不易腐烂,且生长2~3茬的能力强。在选择麻豌豆时,应同时注意选择分枝能力强的品种。

综上所述:生产中优先选择双产偏高,口感好,芽苗生长速度快的豆类品种作为芽苗用备选资源。大豆和绿豆优先选择中小粒、种皮明亮的品种,豌豆优先选择种皮厚表皮棕色的品种。

#### 1.3 小粒品种对豆类芽苗菜产量及品质的影响

芽苗菜产量的决定因素是品种,为了增加豆芽产出量,提高经济效益,目前生产中普遍使用中小粒型品种作为芽用资源。芽用大豆品种要求单个籽粒的重量在40~150 mg,芽用绿豆品种百粒重要求在6 g左右。研究表明,籽粒的大小是影响大豆芽、绿豆芽及豌豆苗等产量的重要因素。中国农业大学农学与生物技术学院豆类芽菜研究中心研究表明,仅根据大豆的千粒重就可以大致预测大豆芽的产量<sup>[5]</sup>。大豆的千粒重与豆芽产出量呈极显著负相关<sup>[5]</sup>,绿豆和豌豆也有相似报道<sup>[6-9,14]</sup>。这种差异可能是由于相同重量的品种,小粒品种籽粒群体较大,豆芽转化过程中整体含水量较高。韩国学者<sup>[15]</sup>的研究表明小粒大豆品种一般具有较高的发芽率、吸水性和豆芽产出量。从分子生物学角度, Lee等的研究结果表明大豆品种豆芽产量的遗传力为72%,豆芽产量的数量性状座位(QTL)与粒重基因连锁或者粒重对豆芽产量有多效性,反映了选育小

粒豆芽专用大豆品种的可行性<sup>[16]</sup>。

绿豆的百粒重与绿豆芽的各形态性状及绿豆的部分营养性状相关性不显著<sup>[9]</sup>,对大豆的相关研究也表明,小粒野生大豆与栽培大豆相比胚轴长度和异黄酮含量等亦无显著差异<sup>[15]</sup>。可见,大豆、绿豆品种籽粒大小与种子营养成分含量间关系可能不是十分密切,反映了优先选择中小粒绿豆品种作为芽用品种的可能性。

#### 1.4 芽用品种的田间种植鉴定

芽用品种的选育十分重视田间产量。国外学者通过对大豆品种芽用特性的鉴定与评价,筛选出一批优异的种质。韩国已育成‘Pureunkong’、‘Myeongjunamulkong’、‘Iksannamulkong’、‘Pungsannamulkong’等田间产量较高的芽用大豆新品种。美国也育成‘Ill’、‘IL2’、‘Mercury’、‘Minnatto’等大豆芽用专用品种。中国大豆芽用品种的选育工作相对落后,目前还没有国审品种,一些地方芽用品种,如‘黑河17’<sup>[17]</sup>、‘黑河20’<sup>[18]</sup>等也由于田间产量偏低,单位土地面积经济效益较差,品种种植的面积在逐渐缩小。对绿豆品种芽用特性的研究表明,田间产量高的品种,豆芽产量低,相反豆芽产量高的品种,田间产量低。协调品种田间单株产量和豆芽产出量可能成为今后芽用豆类选育的难点和重点。

与常规品种相比,芽用品种籽粒较小、植株形态也较小,单株产量偏低。对普通大豆品种农艺性状的研究表明,各农艺性状对单株产量的直接作用从大到小依次为单株粒数、百粒重、单株荚数、株高;单株荚数、单株粒数与单株产量呈显著正相关,百粒重与单株产量呈显著正相关<sup>[19]</sup>。对绿豆品种研究表明,田间总产量与单株产量和单株坐荚数呈极显著正相关,单株荚数是决定产量的主要因素<sup>[20-21]</sup>。所以在芽用大豆品种和绿豆品种选育过程中以单株荚数为目标选择性状,有可能选育出丰产性好的芽用新品种。从栽培角度考虑,可以通过合理密植来改善芽用品种单株产量普遍偏低的现状,达到提高土地利用效率的目的。

#### 2 浸种技术

浸种是生产豆类芽苗菜十分重要的一个环节。研究表明绿豆从浸种到发芽过程中,种子中的部分营养物质降解,为呼吸作用和胚的发育提供能量;其中抗营养因子、酚类化合物含量降低,必需氨基酸、可溶性糖、膳食纤维等成分含量升高<sup>[22-26]</sup>,另外发芽后有新的生物活性物质合成<sup>[27-28]</sup>。大豆、豌豆、小扁豆和小豆等也有类似报道<sup>[29-30]</sup>。

相比于品种资源的研究,国内关于豆类芽苗菜浸

种和栽培方面的研究进展要稍快,甚至有些方面已经达到世界先进水平;但整体上研究的范围较窄,主要是以浸种条件和栽培条件对豆类芽苗菜产量及常规营养成分含量的影响为研究目的。研究的方法也较单一,主要借助物理学和形态学方法为试验基础。国外,在物理学和形态学方法的基础上,以化控技术为主要手段研究各类生长调节剂对豆类芽苗菜产量及品质的影响,以分子生物学等为手段来研究芽苗菜高产机制。

#### 2.1 物理方法

在豆类芽苗菜生产过程中,不同豆类种子需要的浸种时间、浸种温度及栽培温度不同,这与不同豆类种子的组织结构特点和生长特性有关<sup>[31]</sup>。从吸水率、发芽率和成苗率等方面考虑,研究表明大豆、绿豆和豌豆比较适宜的浸种温度分别为25℃<sup>[32]</sup>、40℃<sup>[33]</sup>、20~25℃<sup>[5]</sup>;大豆、豌豆、黑豆和小豆比较适宜的浸种时间分别为6 h<sup>[32]</sup>、24 h<sup>[34]</sup>、7~8 h<sup>[35]</sup>、9~12 h<sup>[36]</sup>。Taiwo K A等的研究表明绿豆的浸泡温度对绿豆吸水速率有显著影响;在浸泡初期,浸泡温度越高,绿豆的吸水速率越大,达到相同的吸水率所需要的时间越短<sup>[37]</sup>。在浸种条件对豆类芽苗菜品质影响方面的研究表明,浸种时间在7 h时,黑豆苗Vc含量最高<sup>[35]</sup>。浸种9~12 h,小豆芽苗菜群体长势整齐,且生物产量较高<sup>[36]</sup>。

#### 2.2 化学方法

植物激素对种子萌发和幼苗生长具有调节作用<sup>[38-39]</sup>。目前用于豆类芽苗菜生产的植物激素主要有细胞分裂素(6-BA)、乙烯(ETH)和激动素(KT)等。6-BA是一种常见的内源激素,是BA的衍生物,它能促进细胞分裂、芽形成和芽分化,同时抑制细胞老化<sup>[40,41]</sup>、研究表明采用不同浓度的BA浸种,浓度在20 ppm处理时,绿豆芽的产量明显增加,浓度在30 ppm处理时,绿豆芽的长势加快,侧根明显减少,下胚轴的重量显著增加。继续增大BA的浓度时,尽管下胚轴长和粗将增加,但根和豆芽的总长度将明显缩短<sup>[42]</sup>。另有研究表明通过0.05%浓度的壳聚糖谷氨酸盐浸种,绿豆芽的产量增加10%,Vc含量增加20%<sup>[43]</sup>。用0.05%的壳聚糖谷氨酸浸种时,绿豆芽的产量增加10%,抗坏血酸的含量将增加61.93%<sup>[44]</sup>。

#### 3 栽培管理

##### 3.1 密度

播种密度是豆类芽苗菜产出量和品质的影响因素。研究表明黑豆、豌豆比较适宜的播种密度分别为2463~3079 g/m<sup>2</sup><sup>[35]</sup>、2400 g/m<sup>2</sup><sup>[3,34]</sup>;黑豆芽苗菜蛋白质含量随着播种密度的增加,总体呈下降趋势,变幅在3~4 g/(100 g·FW)。

### 3.2 光照

光照可以调控许多植物的生长和发育,研究表明,光质、光强度和光周期都会不同程度影响豆类芽苗菜的种子萌发、幼苗和植株生长<sup>[44]</sup>。豆类芽苗菜生长周期的大部分时间是在无光或者弱光条件下完成。研究表明同一绿豆品种在无光条件下生长时酚类化合物的含量明显低于光照处理<sup>[45]</sup>。吴正景等研究覆盖不同颜色的透明塑料薄膜对豌豆芽苗菜生长的影响,结果表明在黑色薄膜处理下,豌豆苗胚轴长度增加,产量提高;无覆膜处理(CK)时,豌豆芽中大分子结合硒和总硒的含量最高;红膜和黄膜覆盖下豌豆芽苗菜大分子结合硒显著低于其他薄膜覆盖处理,而黄膜、绿膜覆盖处理豌豆芽苗菜总硒含量最低<sup>[46]</sup>。

### 3.3 水

水是豆类芽苗菜生长之源。淋水量和淋水周期的选择不仅需要考虑种子健康生长,还需考虑节水节能。不同豆类品种需水程度存在差异。例如黑豆苗和豌豆苗,单次淋水量可加大,淋水周期则可适当延长。而对于黄豆和绿豆淋水周期相对较短,为了避免浪费水资源,可控制单次淋水量。淋水量和淋水周期的选择与栽培环境的温湿度有关。一般情况,北方地区夏秋季节,由于蒸腾作用旺盛,淋水周期短,3~4 h淋水一次较适宜。冬春季节淋水周期适当延长,5~6 h淋水一次。芽苗菜生育期不同,淋水方式和淋水量也要特别控制。在苗期,由于幼苗承受外界压力能力弱,所以选择雾状水喷淋,在幼苗逐渐长大到采收前,要加大淋水量和淋水压力,保证根茎部与水分充分接触并吸收。

综上所述,关于豆类芽苗菜生长的温湿度、光照、水分、播种密度等缺乏科学的系统的研究,规律性和机制性的研究还有待加强。

## 4 研究展望

### 4.1 试验之间的规范和标准亟待加强

基本试验的统一和规范是多个试验之间数据标准化和结论科学的基础。目前,关于豆类芽苗菜品种筛选、品质分析及生长周期等的研究,多个试验之间或不同研究人员之间,缺少统一的、科学的试验标准。关于豆类芽苗菜形态指标的许多描述也很不规范,这就给科研工作的进一步发展带来不少困难。

为了加强试验的规范和统一,韩国率先在大豆芽的生产过程中制定了试验标准<sup>[46-47]</sup>:(1)每个处理选择大豆品种(要求百粒重小于15 g的品种)20 g置于统一规格的容器内,温度控制在20℃下,浸种4 h;(2)浸种完成后,控制温度在20℃,空气相对湿度在80%,无光条件下培养;(3)规定淋水的周期和用水量,连续培养

4天或者4天以上,然后测定豆芽的各性状指标。

豆芽形态指标的测定遵循如下标准:(1)芽长,从根末端到豆芽的基部;(2)下胚轴长,从根上端到豆芽的基部;(3)下胚轴粗,采用日本三丰公司生产的CD-15CP数显卡尺,测定位置位于豆芽根的上端,下胚轴的始端;(4)豆芽鲜重,取20根豆芽鲜重的平均值。

在原有的基础上,Jeong-Dong Lee等对试验标准作了进一步研究,在保持原标准准确和科学的基础上,减少了用种量,加速了育种过程中早期世代芽用特性评价和选择的可能性<sup>[48]</sup>。国内,在豆类芽苗菜科研领域,亟需制定统一的、规范的基本试验标准和描述规范,并且加强试验模型的发展。

### 4.2 加强品种资源的选育和利用

关于大豆芽用特性的QTL定位已有报道,但基因克隆和功能分析等方面的研究鲜有报道。绿豆、豌豆、黑豆、红小豆等食用豆类属于中小作物,很难像大豆一样进行比较透彻的基础性研究,且与目前中国豆类芽苗菜生产急需解决的问题不相吻合。作者认为绿豆、豌豆、黑豆和小豆等在中国拥有丰富的种质资源,目前芽苗菜生产中需要解决的关键性问题是高产和优质品种的选育,比如在原料豆的产量、芽苗产量、抗性、优质等方面开展工作。

### 4.3 芽菜工厂化生产中的病害预警

目前,中国已经在10多个大中型城市建成或正在规划建设日产60~120 t的芽菜生产工厂。工厂化芽菜生产培育周期短,产量规模大,能够在短时间内集中上市,但往往容易发生病害。芽菜病原菌多造成软腐症状,果胶酸盐裂解酶在病原菌侵染过程中可能起到关键作用。通过对国内多家工厂化芽菜取样、鉴定与分析,芽菜生产中的主要病害是瓜果腐霉(*Pythium aphanidermatum*)引起的腐烂病,该病常见于秋冬季节,主要表现在孵化桶底部芽菜成片腐烂,并逐渐向上扩展,出罐芽菜中发病孵化罐可占总罐数的10%,烂芽损失率占总量的5%以上<sup>[49]</sup>。病害一旦发生,防治难度较大,且对后期造成连续影响。因此,建立一套快速预警体系十分必要,在生产过程中及时监测腐霉菌以及其他可能的病原菌数量,根据监测结果合理安排生产,避免病原菌的积累,从而避免病害的发生和流行。

## 参考文献

- [1] 王德槟,张德纯.芽苗菜蔬菜生产技术图册[M].北京:中国农业出版社,1997:1-15.
- [2] Rozan P, Kuo Y H, Lambein F. Nonprotein amino acids in edible

- lentil and garden pea seedlings[J]. *Phytochemistry*, 2001(58):281-289.
- [3] 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.
- [4] 罗珊,康玉凡,濮绍京,等.黑河地区 55 份大豆品种资源农艺性状和营养成分的聚类分析[J].*大豆科学*,2009,28(3):421-425.
- [5] 肖伶俐,康玉凡,陶礼明,等.不同大豆品种芽用特性比较[J].*大豆科学*,2008,27(6):23-26.
- [6] 程须珍,王素华.不同绿豆品种豆芽产量与质量的差异分析[A].*中国绿豆科技运用论文集*[C].北京:中国农业出版社,1995:144-148.
- [7] 李振华,康玉凡,程须珍,等.绿豆品种芽用特性的初步评价[J].*中国农业大学学报*,2010,15(5):31-36.
- [8] 李振华.绿豆品种资源芽用特性的综合评价[D].北京:中国农业大学,2010.
- [9] 李振华,康玉凡,濮绍京,等.不同地区绿豆品种芽用特性的研究[J].*中国农学通报*,2010,26(15):361-364.
- [10] Kwon S H, Lee Y I, Kim J R. Evaluation of important sprouting characteristics of edible soybean sprout cultivars[J]. *Korean J Breed*, 1981(13):202-206.
- [11] Lee S C, Choi G G, Chang Y N . Studies on the performance characteristics of collected native sprout soybean. I. Variation of characteristics in collected native sprout soybean[J]. *Korean J Breed*, 1992(24):87-95.
- [12] Park M H, Kim D C, Kim B S. Studies on pollution-free soybean sprout production and circulation market improvement[J]. *Korea Soybean Dig*, 1995(12):51-67.
- [13] 花登峰,赵团结,张黎萍.小粒专用大豆品种遗传改良研究进展[J].*杂粮作物*,2005,25(5):311-313.
- [14] 吴叶青.品种、播种密度对豌豆芽生产的影响[J].*长江蔬菜*,2006(2):51-52.
- [15] Lee J D, Hwang Y H, Cho H Y. Comparison of characteristics related with soy bean sprouts between *Glycine max* and *G soja*[J]. *Korean Journal of Crop Science*, 2002,47(3):189-195.
- [16] Lee S H, Park K Y, Lee H S. Genetic mapping of QTLs conditioning soybean sprout yield and quality[J]. *Theoretical and Applied Genetics*, 2001,103(5):702-709.
- [17] 张雷,闫洪睿,鹿文成,等.黑河 17 号的特征特性及高产栽培技术[J].*耕作与栽培*,2005(2):30,61.
- [18] 马启慧.2000 年黑龙江省审定推广的大豆品种[J].*大豆科学*,2000,19(2):193-196.
- [19] 王秋玲,李建奇.黄淮夏大豆主要农艺性状与单株产量关系分析[J].*山东农业科学*,1999(3):26-28.
- [20] 梁燕,杨又迪.大粒绿豆农艺性状与产量的相关关系[J].*西北农业学报*,1998,7(3):98-99.
- [21] 韩粉霞,李桂英.绿豆主要农艺性状的相关分析[J].*华北农学报*, 1998,13(4):66-69.
- [22] Danisova C, Holotnakova E, Hozova B, et al. Effect of germination on a range of nutrients of selected grains and legumes[J]. *Acta Alimentaria*, 1995,23(3):287-298.
- [23] Urbano G., Lopez-Jurado M, Hernandez J, et al. Nutritional assessment of raw, heated and germination lentils[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1995(43):1871-1877.
- [24] Ayet G, Burbano C, Cuadrado C, et al. Effect of germination, under different environmental conditions, on saponins, phytic acid and tannins in lentils (*Lens culinaris*) [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1997,74(2):273-278.
- [25] Vidal V C, Frias J, Sierra I, et al. New functional legume food by germination Effect on the nutritive value of beans, lentils and peas [J]. *European Food Research and Technology*, 2002(215):472-476.
- [26] Vidal V C, Frias J, Hernández A, et al. Assessment of nutritive compounds and ant nutritive factors in pea (*Pisum sativum*) seeds [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2003(83):1-4.
- [27] López A M L, Hernández T, Estrella I. The germination process in relation to the nutritional value of legumes[A]. In: Amadó R, Aby B, Bravo L, et al. *Bioactive Compounds in Plant Foods. Health Effects and Perspectives for the Food Industry*[C]. Cost 916. European Commission, Luxembourg, 2001:173-176.
- [28] Frias J, Fernández O R, Zielinski H, et al. Effect of germination on the content of vitamin C and E of lentils[J]. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 2002,52(11):76.
- [29] Bau H M, Villaume C, Nicolas J P. Effect of germination on chemical composition, biochemical constituents and anti-nutritional factors of Soya bean (*Glycine*) seeds[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1997(73):1-9.
- [30] Rozan P, Kuo Y H, Lambein F. Free amino acids present in commercially available seedlings sold for human consumption. A potential hazard for consumers[J]. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2000, 48(3):716.
- [31] Whalley W, Bengough A, Dexter A. Water stress induced by PEG decreases the maximum growth pressure of the roots of pea seedlings[J]. *Journal of Experimental Botany*, 1998(49):1689-1694.
- [32] 张永清,顾振新,张颖,等.豆芽生产中大豆浸泡条件与吸水率和发芽率的关系研究[J].*食品研究与开发*,2007,28(11):26-29.
- [33] 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].*食品工业科技*,2004,25(2):104-105.
- [34] 许彬,张应华,范眸天.不同处理对豌豆芽苗菜生长和产量的影响[J].*云南农业大学学报*,2004,19(5):613-615.
- [35] 刘福霞,刘乃森,何莉,等.浸种时间对黑豆芽苗菜产量及蛋白质和 Vc 含量的影响[J].*安徽农业科学*,2007,35(31):9855,9860.
- [36] 曹健,李植良.浸种时间对小豆种子萌发及生长的影响[J].*广东农业科学*,1999(3):25-25.
- [37] Taiwo K A. Regression Relationships for the Soaking and Cooking Properties of Two Cowpea Varieties[J]. *Food Engineering*, 1998,33(37):1-344.
- [38] Li Z H, Liu Z J. Effects of Benzyl adenine and Naphthalene Acetic Acid on Growth and Camptothecin accumulation in *Camptotheca Acuminata* Seedlings[J]. *J Plant Growth Regul*, 2003(22):205-216.
- [39] Karin K, Mária H, Desana L. Effect of auxins and plant oligosaccharides on root formation and Elongation growth of mung bean hypocotyls[J]. *Plant Growth Regulation*, 2005(46):1-9.
- [40] Polanco M C, Peláez M I, Ruiz M L. Factors that affect plant regeneration from in vitro culture of immature seeds in four lentil cultivars[J]. *Plant Cell Tissue Organ Cult*, 1988(15):175-182.
- [41] Jin M C, Ren Y P, Chen X H. Determination of 6-Benzyladenine in Bean Sprout by LC-ESI-IT-MS-MS[J]. *Chromatographia*, 2007(66):

- 407-410.
- [42] Seop R Y, Dong H. Effects of watering method and BA concentration on growth and Morphological characteristics of mungbean sporouts[J]. Korean Journal of Crop science, 2006,51(3): 204-208.
- [43] Li Q, Zhou Q, Zhao X R. Application of chitosan and chitosan derivatives into processing of mung bean sprout[J]. Journal of Anhui Agricultural University,2005,32(3):402-405.
- [44] Ro J S, Chung I M. Method for manufacturing green elemental bean sprouts using yellow light[P]. Korea,428997,2005.
- [45] 吴正景,郭大龙,王少先,等.有色薄膜覆盖对豌豆芽苗生长及富硒的影响[J].河南科技大学学报:自然科学版,2008,29(5):70-72.
- [46] Hwang Y H, Lee J D, Cho H Y. Sprout characteristics of improved and indigenous soybeans in Korea[J]. Agric Res Bull Kyungpook Natl Univ, 2002(20):99-105.
- [47] Yoon D J, Lee J D, Kang D J. Effect of electgrolyzed acidic water on the growth of soybean sprout[J]. J Life Sci, 2004(14):809-814.
- [48] Lee J D, Shannon J G, Jeong Y S. A simple method for evaluation of sprout characters in soybean[J]. Euphytica, 2007(153):171-180.
- [49] 张丽,吴小刚,张力群,等.豆芽烂芽的病原菌分离鉴定及致病性研究[J].长江蔬菜,2010(2):71-74.