

# 谷豆萌芽过程中成分变化、生物活性及应用研究进展

来吉祥<sup>1</sup>, 魏少敏<sup>\*1</sup>, 方云<sup>1</sup>, 何聪芬<sup>2</sup>, 董银卯<sup>2</sup>

(1. 江南大学 化学与材料工程学院, 江苏 无锡 214122; 2. 北京工商大学 理学院, 北京 100048)

**摘要:** 谷物和豆类在萌芽过程中发生了物质的转化, 产生了许多新的物质, 这些新物质相比种子中的成分可能具有更为显著的生物活性, 因此谷物和豆类萌芽不仅在食品工业, 而且在医药、保健品和化妆品等领域中都得到广泛应用。介绍了谷豆萌发过程中物质的变化, 综述了萌芽的生理活性以及萌芽提取物在食品、保健品和化妆品中的应用, 对谷豆萌芽的应用前景进行了展望。

**关键词:** 谷物萌芽; 豆类萌芽; 保健品; 化妆品

中图分类号: S 643.7 文献标志码: A 文章编号: 1673—1689(2013)10—1016—09

## Research Advance on Composition Change, Biological Activity and Application of Grain Sprouts

LAI Ji-xiang<sup>1</sup>, WEI Shao-min<sup>\*1</sup>, FANG Yun<sup>1</sup>, HE Cong-fen<sup>2</sup>, DONG Yin-mao<sup>2</sup>

(1. School of Chemical and Material Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. School of Science, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China)

**Abstract:** Composition changed in the germination of grains and legumes; many new compositions were produced and have more significant biological activity than seeds. Hence sprouts are widely used not only in the food industry, but also in pharmaceuticals, health care products and cosmetics. In this review, after presenting general aspects about composition change in germination, is to focus on the biological activity of sprouts, as well as to summarize the application of sprouts.

**Keywords:** grain sprouts, legume sprouts, health care products, cosmetics

南朝宋谢庄在《郊庙歌辞》中写到过:“萌动达, 万品新。润无际, 泽无垠”。有生命力的种子受潮吸水后, 开始进行呼吸作用, 经过一定时期, 种胚突破种皮, 露出胚根, 这一过程为种子的萌发。萌发是生

命发展的最初阶段, 是植物生长过程中最有活力的时期<sup>[1]</sup>。萌发过程中, 各种酶被激活, 新的酶被合成, 种子内的淀粉、蛋白质、脂肪和其它的大分子物质被分解为小分子物质, 多种矿物质和维生素被释放

收稿日期: 2013-03-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(21276113); 国家“十二五”科技支撑计划项目(2011BAD23B03); 江苏省 2011 年度普通高校研究生科研创新计划项目(CXZZ11\_0467)。

作者简介: 来吉祥(1983—), 男, 河南洛阳人, 应用化学博士研究生, 主要从事植物源化妆品功效添加剂研究。E-Mail: laijixiang@yahoo.cn

\* 通信作者: 魏少敏(1952—), 男, 上海人, 教授, 博士研究生导师, 主要从事精细化学品科学研究。E-Mail: weishaomin@jahwa.com.cn

出来。这些新产生的物质对人体有特殊的功效,已经引起人们的关注,萌芽不仅在食品工业,而且在医药、保健品和化妆品等领域中都得到了广泛应用,成为国内外研究的新热点。这些研究使人们对萌芽的生物活性有了新的认识,也为食品、药品、保健品和化妆品等的开发提供了一类有前途的原料。

## 1 谷豆萌芽过程中的成分变化

科学研究表明:谷物、豆类种子萌发过程中发生了生理代谢变化,各种营养成分都有很大变化,这种变化对人体营养十分有益。籽粒萌动可以使谷物和豆类中有害或抗营养物质的含量降低甚至消除,可以提高谷物和豆类中蛋白质和淀粉的消化率。种子在萌发过程中,酶、蛋白质和脂肪等物质都发生了变化,由于植物的不同,其生成和富集的具体成分也有所不同。

### 1.1 淀粉糖类的变化

淀粉是植物种子中贮存养分的主要形式,各类植物种子中的淀粉含量都较高。黄国平等<sup>[2]</sup>研究发现,随着小麦种子发芽时间的增加,淀粉酶活性激增,多糖迅速被分解,生成了大量的还原糖,胚芽中含有质量分数3%~4%的还原糖。玉米种子发芽后,生理代谢活动旺盛,淀粉酶活性增强,使不溶性的大分子物质降解为易吸收的可溶性小分子物质,发芽5 d时可溶性糖含量增加了8倍<sup>[3-4]</sup>。玉米发芽过程中直链淀粉含量总体呈下降的趋势,发芽60 h后比未发芽降低了3.19%,而还原糖、可溶性糖含量逐渐增大,在发芽72 h达到最大值,分别是未发芽玉米的4.69倍和6.88倍<sup>[5]</sup>。研究还发现,裸燕麦发芽6 d后淀粉含量从原种子的63.0%降至52.8%,但是可溶性糖和还原糖质量分数则增加明显<sup>[6]</sup>,说明燕麦发芽后其营养价值增加。而且燕麦经过适度发芽可增加其淀粉的透明度,增强淀粉糊的热稳定性和冷稳定性<sup>[7]</sup>。绿豆发芽过程中还原糖质量分数随时间的延长而下降,还原糖质量分数在第1天时达到最大值0.82 g/hg,以后又逐渐减少,发芽到第7天时降至0.48 g/hg<sup>[8]</sup>。黑豆在萌动期总糖、还原糖含量显著提高,营养成分更有利于人体吸收<sup>[9]</sup>。

### 1.2 蛋白质氨基酸的变化

蛋白质是一切生命的物质基础,是机体细胞的重要组成部分,在细胞和生物体的生命活动过程中起着十分重要的作用。研究发现:小麦萌芽过程中,

蛋白质含量先上升后下降,胚芽中含有质量分数1%~2%的氨基酸<sup>[2]</sup>。糙米发芽后蛋白质、总氨基酸、必需氨基酸、支链氨基酸、鲜味氨基酸、抗氧化氨基酸的含量增加,必需氨基酸指数提高<sup>[10]</sup>,增加的蛋白质主要是谷蛋白,发芽可以提高糙米蛋白质的生物利用率<sup>[11-14]</sup>。玉米萌芽后,蛋白酶活性增强,发芽5 d时可溶性蛋白质含量增加了3倍,超氧化物歧化酶(SOD)含量增加<sup>[3]</sup>。薛云皓等人<sup>[4]</sup>的研究也证实玉米发芽后可溶性蛋白质质量分数增加260%,其中8种必需氨基酸总和增加11%,赖氨酸增加26%,色氨酸增加106%;发芽后的玉米,可吸收的营养成分增加,生物价提高,粘度降低,口感改善,提高了玉米的营养利用率。裸燕麦发芽后游离氨基酸质量分数增加<sup>[6]</sup>,燕麦肽含量及其抗氧化和降血压活性均呈增加的趋势<sup>[15]</sup>;发芽后燕麦总蛋白含量较高,未发芽时占总干物质质量分数的(16.99±0.30)%,发芽后总蛋白质量分数达到(20.44±0.40)%,燕麦发芽后,清蛋白含量增加明显,谷蛋白变化不大,而球蛋白与醇溶蛋白含量减少,这在营养上是有利的<sup>[16]</sup>。荞麦籽粒萌发后,氨基酸更为均衡<sup>[17]</sup>,萌动过程消除了胰蛋白酶抑制剂对蛋白酶的抑制作用,从而提高了蛋白质的吸收利用率,荞麦萌动后总氨基酸质量分数为10%~20%,高于荞麦籽粒中的质量分数,且检测到的17种氨基酸质量分数随萌发时间的增加明显提高<sup>[18]</sup>。大豆芽在我国的历史已经有两千年,清脆爽口,老少皆宜。研究发现大豆发芽48 h时总游离氨基酸含量明显增加,水解氨基酸的含量略有增加但变化不明显<sup>[19]</sup>。大豆在发芽过程中,蛋白质转化为更易为人体消化吸收的游离氨基酸,使游离氨基酸含量增加,其氨基酸组成比较合理,E/N比(E代表必需氨基酸,N代表非必需氨基酸)为1:1.08<sup>[20]</sup>。绿豆发芽后蛋白质含量增加较多,由25.01 g/hg增加至42.15 g/hg<sup>[8]</sup>。而且,绿豆在萌发过程中蛋白质转化为更易被人体吸收的游离氨基酸,萌发初期蛋白质质量分数降低,氨基酸种类增多,且氨基酸组成也比较合理,易被人体吸收,大大提高了其营养价值<sup>[21]</sup>。研究发现黑豆在萌动期蛋白质、氨基酸质量分数显著提高,营养成分更有利于人体吸收<sup>[9]</sup>。黑豆发芽过程中,蛋白质、必需氨基酸和非必需氨基酸的质量分数增加显著,尤其是天冬氨酸(Asp)和蛋氨酸(Met)质量分数增加显著,但赖氨酸(Lys)质量分数显著下降;内源蛋白酶活力先增加后降低;蛋白质

平均相对分子质量显著下降<sup>[22]</sup>。

### 1.3 脂肪的变化

植物种子中的脂肪是主要的储能物质,在发芽过程中常常被消耗。小麦发芽过程中,脂肪含量呈线形下降趋势,胚芽中含有质量分数2%~3%的类脂<sup>[2]</sup>。徐托明等人<sup>[6]</sup>研究发现裸燕麦发芽后其中总氮质量分数和脂肪质量分数变化不明显,分别下降了0.2%和0.1%。发芽苦荞中含有大量的不饱和脂肪酸<sup>[23]</sup>。大豆发芽后粗脂肪质量分数降低<sup>[20]</sup>。绿豆发芽过程中脂肪质量分数随时间的延长而下降,脂肪质量分数在7 d内下降27.78%<sup>[8]</sup>。可能是绿豆发芽过程中,消耗脂肪作能源或将脂肪降解为小分子物质,导致脂肪质量分数减少。

### 1.4 $\gamma$ -氨基丁酸的变化

$\gamma$ -氨基丁酸(GABA)是脑组织中重要的神经递质,存在于多种谷物萌芽中,具有多种生理功能。罗曦等人<sup>[24]</sup>研究了稻谷和糙米萌发后不同部位 $\gamma$ -氨基丁酸(GABA)的累积速率和累积量,各部位GABA质量分数依次为:胚芽>糙米>精米,颖壳最低;萌发活化后GABA质量分数累积呈现糙米大于稻谷;胚芽中GABA质量分数粳稻高于籼稻。大豆发芽后 $\gamma$ -氨基丁酸质量分数明显提高,其中,发芽48 h的大豆中 $\gamma$ -氨基丁酸的质量分数是干大豆的700%<sup>[19]</sup>。翟玮玮等人<sup>[22]</sup>研究发现,黑豆发芽过程中 $\gamma$ -氨基丁酸质量分数显著增加,质量分数可达94.4 mg/hg。申迎宾等人<sup>[25-26]</sup>以豇豆为原料,利用发芽过程积累 $\gamma$ -氨基丁酸,研究发现:在浸泡温度34℃,浸泡时间25 h,发芽温度33℃和发芽时间24 h的条件下,豇豆中 $\gamma$ -氨基丁酸的质量分数达到203.53 mg/hg,是未发芽豇豆中 $\gamma$ -氨基丁酸的7.48倍,大大富集了 $\gamma$ -氨基丁酸。

### 1.5 黄酮类化合物的变化

黄酮类化合物是植物体内一种重要的活性成分,具有多种生理活性。燕麦发芽过程中,酚类物质的质量分数明显提高,且芽和根中总酚的相对质量分数高于籽粒<sup>[27]</sup>,其中芦丁和表儿茶素的质量分数明显高于苦荞籽粒<sup>[28]</sup>。发芽苦荞中含有更为丰富的黄酮类物质<sup>[17]</sup>,其质量分数随萌发天数逐渐增加,在第6天达到最大,与籽粒相比增加了70.08%<sup>[28]</sup>。苦荞发芽过程中,总黄酮质量分数在3~9 d范围内增加幅度较大,其中子叶中最高,其次是胚轴,胚根中质量分数最低<sup>[29-30]</sup>。大豆异黄酮是存在于大豆中的

一种功能性成分,对植物、动物,特别是人,能起到重要的作用<sup>[31]</sup>。大豆发芽后大豆异黄酮含量明显提高,发芽48 h的大豆中大豆异黄酮的含量是干大豆的191.2%<sup>[19]</sup>。研究发现:大豆发芽后,其苷元含量呈现上升趋势,在96 h时,达到最大,且比未发芽的大豆质量分数提高512.9%;水解后总异黄酮的质量分数也呈上升趋势,在96 h时也达到最大值,比未发芽大豆总异黄酮的质量分数提高21.0%,糖苷的含量降低了31.7%。大豆发芽过程中总异黄酮的质量分数和苷元的质量分数都有提高,而糖苷的质量分数有所降低,说明此过程中开始了苷元的合成代谢,同时部分糖苷发生了转化代谢<sup>[31]</sup>。绿豆发芽过程中异黄酮质量分数在第4天时达到最大值0.78 g/hg,以后略有下降<sup>[8]</sup>。黑豆在萌动期异黄酮和皂甙的含量显著提高,是一种公认的药食同源芽苗蔬菜<sup>[9]</sup>。孙肖青等人<sup>[32]</sup>利用黑豆萌芽过程中内源性的 $\beta$ -葡萄糖苷酶,将以糖苷形式自然存在的大豆异黄酮转化为高活性的游离异黄酮苷元,方法简单、可行,降低了生产成本,增强了抗氧化活性,为开发高活性的黑豆功能性保健品提供了有效的依据。近年来的研究表明,异黄酮苷元比异黄酮葡萄糖苷更容易被人体吸收,抗氧化能力也较大,即异黄酮苷元比其葡萄糖苷具有更高的生物利用率。

### 1.6 矿物质和维生素的变化

谷豆萌芽中含有丰富的矿物质和维生素,使其膳食营养大大提高。玉米发芽后矿物质和维生素质量分数升高<sup>[3]</sup>。小麦发芽过程中,其微量元素铁、锌、硒、钙等含量增加,比小麦种子本身营养物质更为丰富,应用在食品中可以提高营养价值<sup>[2]</sup>。薛云皓等人<sup>[4]</sup>的研究发现玉米发芽后,钙含量增加115倍,磷质量分数增加4115%,发芽3 d时,核黄素增加10倍多,抗坏血酸从未检出增加到24125%。发芽苦荞中的VB1、VB6、VC、矿物质等营养成分含量明显提高<sup>[33]</sup>。发芽使大豆中Fe、Cu、Mn、Zn、K、Na等微量元素质量分数略有降低,而游离微量元素质量分数(除Na外)均有所增加,维生素C质量分数增长幅度最大。绿豆发芽过程中维生素A和维生素C的质量分数增加最多,维生素A质量分数在7 d内增幅92.42%,维生素C质量分数则由0增加至9.66 mg/hg,原绿豆中的胀气因子、胰蛋白酶抑制素等有害物质在发芽的过程中几乎被完全除去,在酶的作用下植酸被降解,生成更多的磷、钙、铁等矿物质<sup>[8]</sup>。



李瑞国等人<sup>[21]</sup>也发现绿豆中维生素 C 的质量分数很少,萌发后维生素 C 大幅增加。黑豆在萌动期矿物质元素和维生素 C 质量分数显著提高,营养成分更有利于人体吸收<sup>[9]</sup>。

## 2 谷豆萌芽的生物活性

玉米、大豆、糙米等谷物经适当发芽处理后,营养成分均有所改善,营养价值明显提高。发芽过程中一些功能因子的增加,如发芽大豆中的异黄酮,发芽糙米中的  $\gamma$ -氨基丁酸(GABA)等,使其保健功能明显增强。李时珍在《本草纲目》中记载:“谷芽能快脾开胃,下气和中,消食化积”,可见谷物萌芽具有很好的生理活性。

### 2.1 抑菌抗炎

周小理等人<sup>[34]</sup>研究了苦荞芽提取物的抑菌活性,结果发现,苦荞芽提取物对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌和沙门氏菌均具有抑制效果,其中对沙门氏菌的抑菌效果最为显著。胡一冰等人<sup>[35]</sup>研究了苦荞芽提取物的镇痛抗炎作用,采用热板法观察苦荞芽提取物对小鼠的镇痛作用,用二甲苯致小鼠耳肿胀模型,观察苦荞芽提取物对小鼠的抗炎作用,结果表明:苦荞芽提取物能延长小鼠舔后足潜伏期,对二甲苯所致小鼠耳肿胀有明显抑制作用,与生理盐水组比较,具有差异性( $P<0.01$ , $P<0.05$ ),证明苦荞芽提取物具有镇痛抗炎作用。

### 2.2 抗癌

日本科学家发现,豆芽菜(黄豆、绿豆、赤豆、蚕豆、花生等植物种子所发的嫩芽)生长发育时从胚体中抽芽长叶后形成的叶绿素,进行光合作用,病毒不能在这样的叶绿素中繁殖。因此,豆芽中的叶绿素能防治直肠癌及其它一些癌症,减少癌症发生<sup>[36]</sup>。大豆异黄酮在恶性肿瘤的孕育中可有效地阻滞新血管的生成,切断恶性肿瘤的营养供应,从而延缓或阻止肿瘤变成癌症<sup>[3]</sup>。

### 2.3 降低及消除抑郁

$\gamma$ -氨基丁酸(GABA)是脑组织中最重要神经递质之一,其作用是降低神经元活性,防止神经细胞过热,作用于脊髓的血管运动中枢,能有效促进血管扩张。另外,GABA 可以提高葡萄糖磷酸酯酶的活力,使脑细胞活动旺盛,促进脑组织的新陈代谢和恢复脑细胞功能,改善神经机能。因此,GABA 作为活性因子,具有降低血压,消除抑郁,增强脑功能和长

期记忆能力,以及利尿、健肾、强肝等生理功能<sup>[3]</sup>。稻谷和糙米发芽后,GABA 含量显著增加,功效增强。

### 2.4 抗氧化及延缓衰老

发芽糙米中含有丰富的抗脂质氧化物质,如阿魏酸、植酸、谷维素、三烯生育酚等。日本学者用老鼠所作的实验结果证实:发芽糙米中所含的抗活性氧植酸、阿魏酸等可以抑制黑色素的产生,使皮肤保持白净,并能促进皮肤的新陈代谢,防止皮肤氧化、损伤、衰老,预防动脉硬化、内脏功能障碍和癌症等<sup>[37]</sup>,发芽糙米也因此被称作“可吃的化妆品”。黑豆胚芽含有丰富的维生素,其中 E 族和 B 族维生素含量最高,维生素 E 的质量分数比肉类高 5~7 倍。众所周知,维生素 E 是一种相当重要的保持青春健美的物质,我国古人虽不知道黑豆中含有较多的维生素 E,却从实践中得知它是一种美容食品,如古代药典上曾记载黑豆具有驻颜、明目、乌发等功能。

发芽糙米具有抗氧化、抗肿瘤、延缓衰老等保健功能,发芽后抗氧化活性显著增强<sup>[38]</sup>,还具有增强免疫力、降胆固醇、降血脂、降血糖等功能<sup>[39-40]</sup>。绿豆萌芽中的酚类物质具有抗氧化、清除自由基、抑制肿瘤、抗诱变、改善毛细血管通透性和人体微循环等多种药理作用<sup>[41]</sup>。燕麦萌芽中的酚类物质对 DPPH 自由基具有较强的清除能力,对亚硝酸盐也有一定的清除作用,发芽在一定程度上提高了燕麦的抗氧化活性<sup>[42]</sup>。SOD 是生物防御氧化损伤的重要金属酶类,主要功能是清除体内的超氧自由基,对延缓衰老、抑制肿瘤、清除炎症、抗辐射等成效显著<sup>[3]</sup>,玉米萌发后 SOD 质量分数显著增加。人们已经认识到了玉米胚芽的保健功效,目前市场上已经有玉米胚芽油出售。黑豆胚芽中含有丰富的维生素 E,是一种抗氧化剂,能清除体内自由基,减少皮肤皱纹,保持青春健美。现在医学研究证明,黑豆胚芽中的多肽能使小鼠胸腺指数和脾脏指数升高,血清和肝脏丙二醛质量分数明显下降,显著提高谷胱甘肽过氧化物酶活力,并且使肝组织中脂褐质质量分数明显下降,说明黑豆胚芽中的多肽能显著提高亚急性衰老小鼠的抗氧化能力,具有一定延缓衰老的作用。

大豆异黄酮具有雌激素活性,能降低破骨细胞活力,防止钙从骨骼中游离出来,避免骨质疏松症的发生。大豆异黄酮还能缓解妇女更年期综合症,具有抗氧化、抗溶血、预防心血管疾病等作用。作为植物雌激素,大豆异黄酮可以提高动物的免疫能

力,改善动物体内的生理过程和繁殖能力<sup>[3]</sup>。黑豆胚芽中基本不含胆固醇,只含植物固醇,而植物固醇不被人体吸收利用,又有抑制人体吸收胆固醇、降低胆固醇在血液中含量的作用。因此,常食黑豆芽,能软化血管,滋润皮肤,延缓衰老,特别是对高血压、心脏病等患者有益。

### 3 谷豆萌芽的开发应用进展

萌发是植物生长过程中最有活力的阶段,萌发能使种子中的大分子物质转化为更易被人体吸收

的小分子物质,世界各国已经开始注意到种子萌发过程中生物活性酶和自身的物质变化,意识到植物萌芽比植物种子本身营养价值更高,开始重视对种子萌芽的开发和利用。

根据市场调查,目前谷豆萌芽主要应用于食品、保健品中,在药品和化妆品中已经开始得到重视,主要谷豆萌芽应用现状见表1。

#### 3.1 食品

萌芽在食品中的应用历史悠久,最常见的就是芽菜。我国劳动人民在长期的生产实践中,认识到

表1 常见谷物萌芽产品市场应用现状

Table 1 Market research on products of the plant germination

芽类	营养成分	应用领域	具体产品	功效
小麦胚芽	谷胱甘肽、二十八碳醇、亚油酸、维生素	食品、化妆品	小麦胚芽、小麦胚芽油、小麦胚芽油营养胶囊	抗衰老、促进皮肤新陈代谢、调节内分泌、美容润肤
玉米胚芽	亚油酸、油酸、维生素	食品、化妆品	玉米胚芽油、天然玉米胚芽爽身粉	软化血管、抗氧化、抗炎症、美容润肤
糙米胚芽	$\gamma$ -氨基丁酸、肌醇六磷酸、谷胱甘肽、阿魏酸	食品	有机胚芽糙米、玉米胚芽糙米胚芽片	抗氧化、延缓衰老、促进肠胃蠕动
燕麦胚芽	维生素 A/E、油酸、亚麻仁油酸、 $\beta$ -葡聚糖	食品、化妆品	燕麦胚芽粉、全胚芽燕麦米、婴儿有机金盏草滋润霜	降胆固醇、防心血管病、防肠癌、调节血糖、滋润皮肤
苦荞萌芽	黄酮类化合物、微量元素和维生素	食品、保健品	苦荞胚芽茶、苦荞胚芽粉胶囊、苦荞胚芽粉	软化血管、减肥败毒、凉血消肿、清除自由基
大豆萌芽	大豆异黄酮、 $\gamma$ -氨基丁酸	食品、保健品	大豆蛋白、大豆异黄酮胶囊	雌激素活性、抗氧化、提高免疫力
绿豆萌芽	维生素 C/E、氨基酸、亚油酸、油酸	食品	蔬菜绿豆芽	清热解毒、利尿除湿、解酒毒热毒、清肠胃
黑豆萌芽	异黄酮、花青素、食物纤维	食品	蔬菜黑豆萌芽、黑豆胚芽脆饼	抗氧化、延缓衰老、活血利水、清热消肿

一些植物种子的嫩芽以及植物幼嫩的部位可以食用,并将这一类食品冠以“芽”、“尖”等名字,以表示其营养丰富、口感清脆。在我国,早在两千多年前的秦汉时期就发明了豆芽菜的生产技术,并由我国传到日本、韩国等周边国家。芽菜由于其风味独特,营养丰富,深受广大消费者的喜爱,在韩国、日本也深受欢迎。目前已开发上市的芽菜品种有15科40余种,并还在不断发展与扩大。在对发芽后的谷类、豆类植物种子进行分析研究的基础上,各国已开发研制出许多大众化食品,如婴儿断奶食品、谷芽饮料、谷芽牛奶等。黄国平等<sup>[2]</sup>对萌动食品营养成分进行分析,制备成婴儿断奶食品和儿童营养食品,主要营养成分与牛奶极其相似。近年,日本开发出发芽糙米,并已产业化、商品化<sup>[43]</sup>。玉米胚芽可添加到

饼干等风味食品中,玉米胚芽油由于其独特的清香和显著的保健功效,已经风靡全球。一些萌芽具有抗氧化活性,将其添加应用于食品中,能够预防人体退行性疾病<sup>[44-45]</sup>。

#### 3.2 保健品

所谓的“芽”,代表着活力和新生命,萌芽对生活压力巨大的现代人有一定的保健作用,例如姜芽、豆芽、胚芽米等等。可能有的人不习惯鲜姜的辛辣而不喜欢吃姜,姜芽清脆鲜嫩,可以代替生姜,经常食用可以温肺暖胃,有驱风散寒的特殊保健疗效。大豆类制品营养价值丰富,但容易引起消化不良,可多食黄豆芽来代替,有助于减少体内酸性物质的堆积,排出有害物质,消除疲劳。豆芽富含叶绿素,可迅速溶入血红细胞,分解人体内有害的亚硝

酸胺(亚硝酸盐的堆积易造成癌症),抑制细菌增殖,有助体内毒素排出。国内外大量的研究表明,多食豆芽能够预防直肠癌等多种消化道疾病。胚芽米可以增强体质,并且其丰富的维生素对强化智力神经有神奇的作用,同时含有可溶性植物纤维,可促进肠道蠕动,加快毒素排出,预防高血压、糖尿病、动脉硬化、便秘等疾病<sup>[37]</sup>。

### 3.3 药品

李时珍在《本草纲目》中对绿豆芽有过这样记载:惟此豆芽白美独异,食后清心养身,具有“解酒毒、热毒,利三焦”之功效。黑豆胚芽又称“大豆卷”,是将黑大豆发芽至 5~6 cm 时,晒干或烘培而成,具有很高的药用价值,有补肾、利尿、消肿、滋阴壮阳等功效,《史书》中记载其具有“解表和中、利湿祛暑”的作用,现代医学证实,黑豆萌芽能够降血脂、软化血管、活血利水、清热消肿、补肝明目<sup>[32]</sup>。目前市场上的大豆异黄酮片,是以精选的大豆胚芽作为原料的提取物,生物活性更高,更容易被身体吸收利用。市场上还有各种各样的小麦胚芽油,富含维生素、蛋白质,还有亚麻酸、亚油酸等多种不饱和脂肪酸,能够避免细胞、血管等受到自由基的伤害,还能够改善皮肤色素沉积和干燥。

### 3.4 化妆品

人们已经认识到萌芽具有一些特殊的功效,开始探索将其应用于化妆品领域。目前市场上萌芽类的化妆品还很少,主要是添加了小麦胚芽油和玉米胚芽油等谷物类胚芽提取物,其它萌芽应用的很

少,其发展和应用潜力巨大。作者对黑豆萌芽进行了系统研究,发现其具有优异的美容功效<sup>[46]</sup>:黑豆萌芽水提液可以清除 DPPH 自由基和抑制酪氨酸酶活性,具有抗氧化和美白功效;如果纤维细胞先与黑豆萌芽提取物孵育,再与  $H_2O_2$  反应,则能够显著抵御  $H_2O_2$  引起的细胞损伤( $P<0.05$ )。红细胞溶血实验,鸡胚绒毛尿囊膜实验和人体皮肤斑贴实验的结果证明,黑豆萌芽水提液安全无刺激。相比种子,黑豆萌芽中含有更多的美容营养活性物质,而且天然、安全、绿色、环保,可以作为益肤添加剂应用在绿色化妆品、婴幼儿护理产品、敏感肌肤产品等化妆品中。

## 4 展望

谷豆萌芽提取物有着丰富的营养价值,具有食用、保健、药用或美容功效,其营养价值高于谷物和豆类的种子,有着广阔的市场前景。萌芽在培养过程中也有着无可比拟的优势,萌芽是通过温度和湿度控制等手段生长而成,期间不施用农药、化肥,属于无毒、无污染、无公害的纯天然绿色食品,且生长快,周期短,易于实现工厂化生产,符合“绿色、环保、安全、追求功效”的发展趋势。萌芽种子提取物作为食品、保健品和化妆品的添加剂将会更加天然、绿色、环保、低碳、高效。在追求“天然、安全、健康、美丽”的今天,植物种子萌芽提取物一定会有更大的市场空间和美好的发展前景。

## 参考文献:

- [1] 叶茂富. 植物种子[J]. 生物学通报, 2002, 37(3): 26.  
YE Mao-fu. Plant sprouts[J]. **Bulletin of Biology**, 2002, 37(3): 26. (in Chinese)
- [2] 黄国平. 萌动食品的研制[J]. 食品科技, 2006, 2: 22-25.  
HUANG Guo-ping. Preparation of germinated food[J]. **Food Science and Technology**, 2006, 2: 22-25. (in Chinese)
- [3] 刘兆庆, 王曙文, 姜媛媛. 豆谷类发芽前后营养变化及评价[J]. 农产品加工, 2004, 11: 35-36.  
LIU Zhao-qing, WANG Shu-wen, JIANG Yuan-yuan. Study on nutrient ingredient changes and evaluations of beans and grains after germination[J]. **Farm Products Processing**, 2004, 11: 35-36. (in Chinese)
- [4] 薛云皓, 仵红梅, 王爱月, 等. 玉米发芽前后的营养变化[J]. 河南医学研究, 2001, 10(1): 5-7.  
XUE Yun-hao, WU Hong-mei, WANG Hai-yue, et al. The study on nutrient ingredient changes of corn after germination[J]. **Henan Medical Research**, 2001, 10(1): 5-7. (in Chinese)
- [5] 刘娟, 史晓媛, 王庆南, 等. 玉米发芽过程中碳水化合物代谢变化的研究[J]. 食品科学, 2011, 32(11): 97-102.  
LIU Juan, SHI Xiao-yuan, WANG Qing-nan, et al. Preliminary study on carbohydrate metabolism during maize germination[J]. **Food Science**, 2011, 32(11): 97-102. (in Chinese)



- [6] 徐托明,田斌强,孙智达,等. 燕麦发芽过程中三大营养素的变化[J]. 天然产物研究与开发,2011,23:534-537,439.  
XU Tuo-ming, TIAN Bing-qiang, SUN Zhi-da, et al. Changes of three main nutrient during oat germination[J]. **Natural Product Research and Development**, 2011, 23: 534-537, 439. (in Chinese)
- [7] 徐建国. 燕麦发芽过程中淀粉理化特性的变化[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(5): 27-30, 34.  
XU Jian-guo. Changes in the physicochemical properties of starch in oats (*Avena nuda* L.) during germination[J]. **Journal of the Chinese Cereals and Oils Association**, 2012, 27(5): 27-30, 34. (in Chinese)
- [8] 郑丽娜,赵莹. 绿豆发芽过程中营养成分的变化[J]. 中国农学通报,2008,24(2):125-128.  
ZHENG Li-na, ZHAO Ying. The contents changes of nutritional composition during mung bean germination [J]. **Chinese Agricultural Science Bulletin**, 2008, 24(2): 125-128. (in Chinese)
- [9] 王莘,胡可心,汪树生,等. 豆类萌发期蛋白质和氨基酸含量的比较分析[J]. 吉林农业大学学报,2003,25(1):21-23.  
WANG Xin, HU Ke-xin, WANG Shu-sheng, et al. The comparison and analysis of protein and amino acid contents of beans in sprouting period[J]. **Journal of Jilin Agricultural University**, 2003, 25(1): 21-23. (in Chinese)
- [10] 郑艺梅,李群,华平,等. 发芽糙米蛋白质营养价值评价[J]. 食品科学,2006,27(10):549-551.  
ZHENG Yi-mei, LI Qun, HUA Ping, et al. Evaluation of protein nutritional value of germination brown rice [J]. **Food Science**, 2006, 27(10): 549-551. (in Chinese)
- [11] Sun L K, Young K S, Jong R S, et al. Effect of germination condition and drying methods on physicochemical properties of sprouted brown rice[J]. **Korean Journal of Crop Science**, 2001, 46(3): 221-228.
- [12] Urbano G, Lopez J M, Frejnagel S, et al. Nutritional assessment of raw and germinated pea (*Pisum sativum* L.) protein and carbohydrate by in vitro and in vivo techniques[J]. **Nutrition**, 2005, 21(2): 230-239.
- [13] Reema, Hira C K, Balwinder S. Nutritional evaluation of supplementary foods prepared from germinated cereals and legumes[J]. **Journal of Food Science and Technology**, 2004, 41(6): 627-629.
- [14] Saharan K, Khetarpaul N, Bishnoi S. Antinutrients and protein digest-ibility of fababean and ricebean as affected by soaking, dehulling and germination[J]. **Journal of Food Science and Technology**, 2002, 39(4): 418-422.
- [15] 徐建国,郝艳芳,介琳霞,等. 燕麦发芽过程中肽的变化及其相关特性研究[J]. 中国食品学报,2012,12(5):29-34.  
XU Jian-guo, HAO Yan-fang, JIE Lin-xia, et al. Changes of peptide and its related characteristics during oat seed germination [J]. **Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology**, 2012, 12(5): 29-34. (in Chinese)
- [16] 胡崇琳,谢笔钧,孙智达. 发芽前后燕麦蛋白质的组成变化及其营养评价[J]. 营养学报,2012,34(2):193-195.  
HU Chong-lin, XIE Bi-jun, SUN Zhi-da. Changes of protein components in oats before and after germination and their nutritional evaluation[J]. **Acta Nutrimenta Sinica**, 2012, 34(2): 193-195. (in Chinese)
- [17] 蔡马. 萌发对荞麦营养成分的影响研究[J]. 西北农业学报,2004,13(3):18-21.  
CAI Ma. Effect of germinating on the nutrient value of buckwheat [J]. **Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica**, 2004, 13(3): 18-21. (in Chinese)
- [18] 胡亚军,姜莹,冯丽君,等. 苦荞芽菜活性成分变化规律及营养成分分析评价[J]. 干旱地区农业研究,2008,26(2):111-114.  
HU Ya-jun, JIANG Ying, FENG Li-jun, et al. Study on changes of nutrient content and active ingredient of buckwheat peas[J]. **Agricultural Research in the Arid Areas**, 2008, 26(2): 111-114. (in Chinese)
- [19] 李振艳,张永忠,任红波. 大豆发芽过程中异黄酮、 $\gamma$ -氨基丁酸等成分含量变化的研究[J]. 食品工业科技,2009,12:356-361.  
LI Zhen-yan, ZHANG Yong-zhong, REN Hong-bo. Study on change of isoflavone,  $\gamma$ -GABA and other compositions during the germination of soybean[J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2009, 12: 356-361. (in Chinese)
- [20] 朱新荣,胡筱波,潘思轶,等. 大豆发芽期间多种营养成分变化的研究[J]. 中国酿造,2008,12:64-66.  
ZHU Xin-rong, HU Xiao-bo, PAN Si-yi, et al. Variation of nutrition during germination of soybean [J]. **China Brewing**, 2008, 12: 64-66. (in Chinese)
- [21] 李瑞国,朱秀敏,杨慧. 不同萌发期绿豆芽蛋白质含量的测定及营养价值分析[J]. 山东农业科学,2011,1:97-99.  
LI Rui-guo, ZHU Xiu-min, YANG Hui. Protein content determination and nutritional value analysis of mung bean sprouts in different germination periods[J]. **Shandong Agricultural Sciences**, 2011, 1: 97-99. (in Chinese)
- [22] 翟玮玮,焦宇知. 黑豆发芽过程中蛋白质及  $\gamma$ -氨基丁酸的变化及发芽条件的优化[J]. 食品科学,2009,30(19):51-54.  
ZHAI Wei-wei, JIAO Yu-zhi. Sprouting condition optimization based on protease activity and GABA of black soybean [J]. **Food**

- Science*, 2009, 30(19): 51–54. (in Chinese)
- [23] 张美莉, 吴继红, 赵镭, 等. 苦荞和甜荞萌发后脂肪酸营养评价[J]. 中国粮油学报, 2005, 20(3): 44–47.  
ZHANG Mei-li, WU Ji-hong, ZHAO Lei, et al. Nutrition estimation of fatty acids of buckwheat grains after germination[J]. *Chinese Cereals and Oils Association*, 2005, 20(3): 44–47. (in Chinese)
- [24] 罗曦, 曾亚文, 杨树明, 等. 不同发芽时间下发芽稻谷和糙米不同部位  $\gamma$ -氨基丁酸含量差异[J]. 食品科学, 2009, 30(13): 124–128.  
LUO Xi, ZENG Ya-wen, YANG Shu-ming, et al. Changes in gamma-aminobutyric acid content in different parts of rice and brown rice during germination[J]. *Food Science*, 2009, 30(13): 124–128. (in Chinese)
- [25] 申迎宾, 范子剑, 王显生, 等. 萌芽时间、温度以及不同浸泡液对萌芽豇豆  $\gamma$ -氨基丁酸含量的影响[J]. 食品与发酵工业, 2009, 35(4): 10–15.  
SHEN Ying-bin, FAN Zi-jian, WANG Xian-sheng, et al. Effects of different soaking solutions on the content of GABA in germinating seeds of cowpea[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2009, 35(4): 10–15. (in Chinese)
- [26] 申迎宾, 范子剑, 麻浩. 响应面法优化发芽豇豆积累  $\gamma$ -氨基丁酸工艺条件的研究[J]. 食品科学, 2010, 31(2): 10–16.  
SHEN Ying-bin, FAN Zi-jian, MA Hao. Optimization of GABA accumulation during cowpea germination by response surface methodology[J]. *Food Science*, 2010, 31(2): 10–16. (in Chinese)
- [27] 付晓燕, 胡崇琳, 田斌强, 等. 燕麦发芽过程中酚类物质的变化[J]. 食品科学, 2011, 32(5): 137–142.  
FU Xiao-yan, HU Chong-lin, TIAN Bin-qiang, et al. Changes in phenols during oat germination[J]. *Food Science*, 2011, 32(5): 137–142. (in Chinese)
- [28] 侯建霞, 汪云, 程宏英, 等. 毛细管电泳检测苦荞芽中的黄酮类化合物[J]. 食品与生物技术学报, 2007, 26(2): 12–15.  
HOU Jian-xia, WANG Yun, CHENG Hong-ying, et al. Determination of phenolic compounds in buckwheat sprout by capillary electrophoresis[J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2007, 26(2): 12–15. (in Chinese)
- [29] 王静波, 赵钢, 赵江林, 等. 苦荞发芽过程中不同部位黄酮合成动态研究[J]. 食品工业科技(网络预发表), 2013–01–30.  
WANG Jing-bo, ZHAO Gang, ZHAO Jiang-lin, et al. Kinetic studies on flavonoids accumulation in different parts of tartary buckwheat during germination process [J]. *Science and Technology of Food Industry*, (online publishing), 2013–01–30. (in Chinese)
- [30] Marta L A, Angelo F, Elisabetta P, et al. Simultaneous quantitation of free and conjugated phytoestrogens in Leguminosae by liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Talanta*, 2005, 66: 1025–1033.
- [31] 申海进, 汪海峰, 袁健, 等. 大豆发芽期异黄酮含量变化的研究及其促进剂的影响[J]. 中国粮油学报, 2012, 21(6): 75–77.  
SHEN Hai-jin, WANG Hai-feng, YUAN Jian, et al. Effect of accelerant on isoflavone content in soybean sprouts [J]. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 2012, 21(6): 75–77. (in Chinese)
- [32] 孙肖青, 孙筱林. 黑豆萌发期游离异黄酮苷元成分的测定[J]. 山东农业科学, 2008, 8: 110–111.  
SUN Xiao-qing, SUN Xiao-lin. Determination of free isoflavone aglycone composition in black bean sprouts [J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 2008, 8: 110–111. (in Chinese)
- [33] 刘本国, 陈永生, 高海燕, 等. 苦荞麦萌发过程中活性成分的变化[J]. 粮食加工, 2010, 3: 48–50.  
LIU Ben-guo, CHEN Yong-sheng, GAO Hai-yan, et al. Variation of active ingredients during germination of buckwheat[J]. *Cereals and Oils Processing*, 2010, 3: 48–50. (in Chinese)
- [34] 周小理, 成少宁, 周一鸣, 等. 苦荞芽中黄酮类化合物的抑菌作用研究[J]. 食品工业, 2010, 2: 12–14.  
ZHOU Xiao-li, CHENG Shao-ning, ZHOU Yi-ming, et al. Studies on antibacterial activity of flavonoids from germination of buckwheat[J]. *The Food Industry*, 2010, 2: 12–14. (in Chinese)
- [35] 胡一冰, 赵刚, 彭镡心, 等. 苦荞芽提取物的镇痛抗炎作用[J]. 成都大学学报, 2009, 28(2): 101–103.  
HU Yi-bing, ZHAO Gang, PENG Lian-xin, et al. Analgesic and anti-inflammatory effects of extracts from tartary buckwheat sprouts[J]. *Journal of Chengdu University: Natural Science Edition*, 2009, 28(2): 101–103. (in Chinese)
- [36] 韩文凤, 邱波. 绿豆开发利用研究概况[J]. 粮食加工, 2008, 33(5): 53–54.  
HAN Wen-feng, QIU Bo. Research progress on exploitation and utilization of mung bean [J]. *Grain Processing*, 2008, 33(5): 53–54. (in Chinese)
- [37] 张守文. 糙米的营养保健功能[J]. 粮食与饲料工业, 2003, 12: 38–41.



- ZHANG Shou-wen. The nutritional and health functions of brown rice should be attached great importance to[J]. **Cereal & Feed Industry**, 2003, 12: 38-41. (in Chinese)
- [38] 范军, 栗尤祥, 郭小云, 等. 发芽糙米抗氧化活性在发芽及干燥过程中的变化研究[J]. 农产品加工·学刊, 2012, 9: 9-11.  
FAN Jun, LI You-xiang, GUO Xiao-yun, et al. The antioxidative activity of germinated brown rice during germination and drying [J]. **Academic Periodical of Farm Products Processing**, 2012, 9: 9-11. (in Chinese)
- [39] 康彬彬, 陈团伟, 张鑫桐, 等. 发芽糙米的营养价值及开发利用[J]. 农产品加工(创新版), 2009, 3: 21-22.  
KANG Bin-bin, CHEN Tuan-wei, ZHANG Xin-tong, et al. Study on nutrition value and the development and utilization of germinated brown rice[J]. **Innovational Edition of Farm Products Processing**, 2009, 3: 21-22. (in Chinese)
- [40] Anuchita M, Nattawat S. Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice [J]. **Food Chemistry**, 2010, 122(3): 782-788.
- [41] 穆清泉, 梁雅芹, 范永强, 等. 聚乙二醇浸种对绿豆萌发过程中酚类物质及抗氧化活性的影响[J]. 山东农业科学, 2009, 11: 51-53.  
MU Qing-quan, LIANG Ya-qin, FAN Yong-qiang, et al. Effect of PEG on phenols and antioxidant activity during mung bean germination[J]. **Shandong Agricultural Sciences**, 2009, 11: 51-53. (in Chinese)
- [42] 付晓燕, 李海龙, 杨超, 等. 发芽燕麦不同溶剂提取液抗氧化活性的比较[J]. 食品与发酵工业, 2011, 37(4): 68-72, 77.  
FU Xiao-yan, LI Hai-long, YANG Chao, et al. Comparison of antioxidant activity for different solvents extracts from germinated oat[J]. **Food and Fermentation Industries**, 2011, 37(4): 68-72, 77. (in Chinese)
- [43] 孙向东. 发芽糙米研究最新进展[J]. 中国稻米, 2005, 3: 5-8.  
SUN Xiang-dong. Recent advances in germinated brown rice[J]. **China Rice**, 2005, 3: 5-8. (in Chinese)
- [44] 尤新. 食品抗氧化剂与人体健康[J]. 食品与生物技术学报, 2006, 25(2): 1-7.  
YOU Xin. Food anti-oxidants and their influence to human health [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2006, 25(2): 1-7. (in Chinese)
- [45] 尤新. 植物多酚黄酮抗氧化剂与人体健康[J]. 食品与生物技术学报, 2011, 30(4): 481-488.  
YOU Xin. Property of nature antioxidants-plants polyphenol and flavonoids extracts and their bioactivities on human health[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2011, 30(4): 481-488. (in Chinese)
- [46] Lai J X, Xin C, Zhao Y, et al. Study of active ingredients in black soybean sprouts and their safety in cosmetic use [J]. **Molecules**, 2012, 17: 11669-11679.

## 简 讯

### 本刊应邀参加首届中国刊博会

9月14-16日,首届中国期刊交易博览会(“刊博会”)在湖北省武汉国际博览中心举行。《食品与生物技术学报》作为中国权威学术期刊、CSCD核心期刊、中国精品科技期刊、全国中文核心期刊、中国科技核心期刊应邀参加。

据悉,江苏省共有441家期刊,本次江苏省新闻出版局重点推荐了几十种全国百强期刊,政府奖(报刊奖)获奖期刊,SCI/EI收录期刊,CSSCI和CSCD收录期刊等在全国有一定影响力的优秀期刊参加展出。江苏高校共有4种期刊参加现场展出,同时应邀参加的江苏高校期刊分别是《南京大学学报(社会科学版)》、《东南大学学报(自然科学版)》和中国药科大学主办的《中国天然药物》杂志。

另外,此次刊博会还专门设立了中国高校科技期刊展位,参展对象分别是“中国高校精品科技期刊”,“中国高校特色科技期刊”,“中国高校优秀科技期刊”等近百种优秀高校科技期刊,代表了近1500种中国高校科技期刊的总体形象。我校《食品与生物技术学报》作为中国高校精品科技期刊,同时应邀参加了中国高校科技期刊展团的展出。

此次刊博会由国家新闻出版广电总局、湖北省人民政府、中国邮政集团公司联合主办,是我国唯一一个国家级、国际化、综合性的期刊交易博览会。全国共7000余种期刊参加了本次展会,部分海外期刊一同参展。据组委会初步统计,历时3天的刊博会共有30万名读者到场参观。

(江南大学 杂志社)