

大豆肽的特性和功能及研究进展^{*}

王 静, 郝再彬

(东北农业大学生命科学学院, 哈尔滨 150030)

摘要: 小分子大豆肽是大豆蛋白水解后, 由 3~6 个氨基酸残基组成的肽混和物, 分子量在 1kDa 以下。由于它具有很多优良的理化特性和生理功能, 因此在很多领域得到了广泛的应用。本文简要综述了这方面的内容以及关于大豆肽的最新研究进展。

关键词: 大豆肽; 理化特性; 生理功能; 研究进展

中图分类号: S 565.101 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2004)05-0032-05

Advance in Study on Properties and Function of Soybean Peptides

WANG Jing, HAO Zai-bin

(College of Life Sciences, Northeast Agricultural University, Harbin 150030)

Abstract: little molecule soybean peptides is the hydrolysate of soy protein and a mix of low peptides which composis of three to six residences. Its molecular weight is under 1kDa. Because of its good functional properties and physiological activities, it is used in many fields. This thesis briefly summarizes the progress in this field.

Key words: soybean peptides; functional properties; physiological function; progress of research

0 前言

近 10 年来, 人们的健康意识逐渐强烈起来, 大豆食品继而受到了普遍的欢迎。2000 年调查显示: 27% 的美国消费者每周至少吃一次大豆食品, 这一数字是 1998 年的近两倍, 大豆食品的预计销售额达 6 亿美元, 是 1999 年的三倍。几个大的食品公司正在开拓大豆市场, 如推出早餐豆类营养条, 而且开始收购小型大豆食品公司。对于大豆成份研究的意义主要因其潜在的医疗价值, 尤其针对癌症、骨质疏松及冠心病等。早在 1999 年, 食品与药物管理委员会上就证明了大豆肽具有降低胆固醇的效应, 大豆中已知含有几种生物活性成份, 吸引了更多人的关注, 大豆肽食品会成为未来大豆食品的主流^[1]。为此, 世界上一些发达的国家正积极致力于大豆肽开发利用新途径的研究。美国在 70 年代取得研究成果, Deltow n Specaties 公司建成了年产 5 000 t 食用蛋白肽的工厂。日本于 80 年代开展此方面的研究, 日本不二制油公司、雪印和森永等乳业公司均成功地将

大豆肽用于食品工业^[2]。我国于 80 年代后期也开始对大豆肽进行了研究, 目前国内许多科技人员已对大豆肽进行研究和生产肽类食品, 如生产大豆肽豆奶^[3]等。本文综述了大豆肽的理化性质和生理功能及其应用, 以及几种大豆肽的最新研究进展。

1 大豆肽的理化特性及应用

小分子大豆肽是大豆蛋白经水解后, 由 3~6 个氨基酸组成的低分子量肽。大豆肽在原来大豆蛋白序列中并无活性, 一般通过胃肠道时释放出来的很少, 但在体外可通过水解将这些活性肽释放出来并加以富集, 然后作为新的治疗药剂、功能食品添加剂或饲料添加剂来使用^[4]。大豆肽的氨基酸组成与大豆蛋白质基本相同, 必需氨基酸平衡良好且含量丰富, 同时大豆肽与大豆蛋白相比具有无豆腥味、无蛋白变性、酸性不沉淀、加热不凝固、易溶于水、流动性好等良好的理化特性, 是优良的保健食品。

1.1 粘度及溶解度

大豆肽作为食品原料具有低粘度、速溶于水和

^{*} 收稿日期: 2004-04-03

第一作者简介: 王静(1978-), 女, 哈尔滨市人, 硕士, 从事生物技术研究。

无残渣等特点。大豆蛋白溶液在浓度为 10% 以上时经高温处理易于产生疏水键和二硫键结合成网状聚合物,使得大豆蛋白溶液粘度高达 9 000 厘泊,从而限制了大豆分离蛋白在流体食品中的添加使用。而大豆肽溶液的粘度在其浓度高达 65% 以上时也只有 2 200 厘泊,溶解度高达 99% 以上,流动良好^[4]。大豆肽的粘度较大豆蛋白明显下降,是因为蛋白多聚体的解体和离子基团的增加,使蛋白分子的有序性增加,从而使蛋白分子的表现体积减少,粘度下降。并且肽溶液的粘度一般不受热处理的影响,加热也不会凝胶,是因为其疏水性下降^[5]。另外,大豆肽在广泛的 pH 值(3~9)范围内,在 Ca^{2+} 大豆分离存在的情况下,依然保持很高的溶解度^[6]。蛋白在酸性状态下溶解性降低,特别是在 pH4.5(大豆球蛋白的等电点)时,蛋白质基本上不溶解而沉淀。而蛋白水解后,肽链变短,功能性质发生了明显改变,体积变小,离子性增强,端基极性基团增加,使溶解度增加^[3]。

这一酸溶特性为开发酸性大豆饮品提供了有利的条件。例如在酸性乳饮料中,蛋白质含量只能维系在 1%,若乳蛋白浓度过高会使产品产生沉淀或凝乳现象,大豆肽按适当比例添加到乳饮料中,不仅提高了产品的营养价值,而且能保持产品状态均一、稳定、不分层、不产生沉淀。大豆肽还可以应用到豆制品、鱼肉制品、焙烤制品、糖果、蛋糕中,使产品质地柔软,具有弹性,品质和风格都可以得到一定的改善^[7]。

1.2 低渗透压

大豆肽溶液的渗透压处于大豆蛋白质与同一组成的氨基酸混合物之间。当一种营养液的渗透压比体液高时,就会发生人体周边组织细胞中的水分向胃肠移动,这样易引起营养素吸收的恶化,由高渗透压引起的腹泻就是这个原因^[8]。当 5% 浓度下,氨基酸混合物为 422 mosm,而 5% 大豆多肽的渗透压为 93~261 mosm。可见,大豆肽的渗透压比氨基酸低得多,因而大豆肽比氨基酸易于在肠道吸收,这样就极大地减少了腹泻脱水等不适症的可能性。

1.3 吸湿性和保湿性

大豆肽具有较强的吸湿性和保湿性。调整蛋白质食品的硬度,改善口感如面包、蛋糕、饼干等焙烤食品易失水干燥,利用大豆肽良好的吸湿性可以解决这一问题^[8]。也可用大豆肽作保湿性添加剂生产各种化妆品。例如,大豆肽可以与各种护发剂原料充分混合制成洗发香波和护发素。由于大豆肽中

含有丰富的必需氨基酸,可与毛发中的二硫键作用,因而对毛发有持续性保护作用,可改善发质,有助于毛发损伤的修复^[9]。再如,用大豆肽可配制成护肤性化妆品,比先前在化妆品领域广泛应用的胶原肽、丝肽有更好的效果^[10]。

1.4 易消化和易吸收性

历来作为食品摄取的蛋白质被认为是在胃中被胃蛋白酶消化成肽后,再到小肠由胰蛋白酶、糜蛋白酶等胰液蛋白酶完全水解后最终以氨基酸的形式被吸收^[11]。但用酶水解大豆蛋白质的大豆肽研究发现,大豆肽比大豆蛋白更易消化吸收,而且其吸收速度和吸收率与其他蛋白质和氨基酸混合物相比都是最高的^[12]。大豆肽的这种特点非常适用于作为病人及病后恢复期的营养剂、肠道营养剂、消化功能衰退或婴儿流态食品以及老年人食品中的理想氮源强化剂^[13]。也适合运动员服用,使得运动后所消耗的机体物质能够得到及时的补充。

2 大豆肽的生理功能及应用

大豆肽除了营养丰富、容易吸收外,还具有抗高血压、抗胆固醇、抗血栓形成,促进脂肪代谢,防止动脉硬化,增强肌肉运动能力,促进肌红细胞复原,帮助恢复体力,促进矿物质吸收和微生物发酵,具有抗氧化作用。肽还能促进大脑发育提高记忆力,还具有增强吞噬细胞和 B 细胞活力,增强免疫力功能,在抗癌、延缓衰老等方面具有广阔的应用前景。

2.1 降低血压作用

大豆肽能抑制血管紧张素转换酶(ACE)的活性,由于血管中 ACE 能使血管紧张素 X 转换为 Y,后者能使末梢血管收缩,血压升高。大豆蛋白提取的“降血压肽”对 ACE 具有抑制作用,使机体 ACE 生成减少,缓激肽活性增加,导致血管紧张度降低,因而起到降血压的作用,对原发性高血压患者具有显著疗效^[14],大豆肽对正常人无降压作用^[8],并且无毒副作用,是降压首选的功能因子^[7],因此其应用安全可靠。

2.2 降血脂作用

据报道,大豆蛋白具有降低血浆低密度脂蛋白(LDL)及提高高密度脂蛋白(HDL)的作用。在不同人群应用中,也证实了大豆蛋白对高胆固醇血症、高脂蛋白血症等人群的血脂有降低作用。陈栋梁等用含 88% 紫苏油和 12% 大豆肽制备的降脂合剂给予高脂饮食饲养的大鼠连续灌胃 40d 后,试验组血清胆固醇(TC)及甘油三酯(TG)浓度明显低于高脂模型对照组,而 HDL 浓度则明显高于高脂模型对

照组。停止降脂制剂灌胃 1 周后, 仍可使血清 TC 维持在较低水平^[15]。加拿大学者证明, 家族性高脂血症儿童应用大豆蛋白饮料, 对照组饮用牛奶。4 周后检查表明, 饮用大豆饮料组 TG 和低密度脂蛋白—胆固醇 (LDL-C) 明显降低 ($p < 0.05$), 高密度脂蛋白—胆固醇 (HDL-C) 显著升高。

2.3 降胆固醇作用

LDL-C 及载脂蛋白 B 含量较高时给人的健康带来很多危害, 包括冠心病严重者会导致死亡。在动物模型及人的临床疾病研究中发现, 食用植物蛋白比用动物蛋白体内胆固醇的含量会少得多。豆类是常用的食物蛋白, 特异的成份包括: 肽、异黄酮、氨基酸、皂苷、植酸及胰蛋白酶抑制剂^[16]。大豆肽中含有一些肽链, 其分子量在 5 000 以上, 这些肽能够刺激甲状腺激素的分泌增加, 促进胆汁酸化, 使人体有效地排出胆固醇, 同时防止胆固醇的过多吸收^[7]。血单核细胞及培养的肝脏细胞研究已表明, 某种大豆肽如 7S 球蛋白激活了 LDL 受体的表达。这一途径代表了假设的机制, 通过此途径大豆的低胆固醇和抗动脉粥样硬化作用得以证实^[1]。

冠心病仍然是绝经妇女死亡的主要原因, 故而妇女心血管健康与大豆关系的研究迫在眉睫。大豆肽的有效成分对膜脂和脂蛋白的含量有明显影响, 使 LDL 中胆固醇减少 13%, 膜脂中三酰甘油降低 10%, 而 HDL 中胆固醇却平均有 2% 的升高, 美国食品与药物管理委员会提倡每天吃 25g 大豆肽^[17]。为此, 大豆肽可用于生产降低胆固醇、预防心血管系统疾病、肥胖病患者蛋白、健康食品及婴儿奶粉、甜点等非致敏性保健食品。

2.4 增强运动员肌肉的力量和消除疲劳

运动员在剧烈运动初期, 首先消耗体内的三磷酸腺苷磷酸肌酸, 然后分解糖原, 经苯丙酸至乳酸, 在这期间还产生三磷酸腺苷又可作为能源, 当氧供给充分时乳酸经三羧酸循环水解成二氧化碳, 同时释放能量, 这一过程需要有充分的蛋白质来补充, 大豆肽的有效摄取, 可以作为肌肉蛋白质的来源^[7]。通常在运动 15~30 min 之间以及睡眠后 60 min 时刺激蛋白质合成的激素分泌达到顶峰。若能在这段时间内适时提供消化、吸收性良好的大豆肽对运动员肌肉力量的增加是非常有效的^[14]。日本学者试验证明, 每天服用 20 g 大豆肽者体能明显增强。

食用大豆肽制品能加速疲劳肌肉的恢复, 当肌肉剧烈运动时, 血液中的肌红蛋白就会增加; 反之, 当血液中肌红蛋白减少就意味着恢复过程减慢。20

km 竞走运动员走后饮服 20 g 大豆肽饮料, 肌红蛋白值减少比对照快。表明大豆肽有加速肌肉消除疲劳的效果。并且由于体育活动中一般 4%~10% 的能量消耗是由蛋白质所提供的, 所以必须及时地从外部补充氮源以免造成体内“负氮平衡”^[11]。

因此, 大豆肽可用于制造运动员用的粉状、片状和颗粒状食品, 蛋白质强化食品和能量补给饮品等。

2.5 抗肥胖作用

过度肥胖会引起许多疾病, 但低能膳食方式的减肥又会导致减肥者体质下降, 因此在减肥过程中保持氮的平衡非常重要。大豆肽能够活化交感神经, 阻止脂肪吸收和促进脂质代谢, 减少身体皮下脂肪, 在保证足够肽摄入的基础上, 将其余能量组分降至最低, 既可达到减肥的目的, 又能保证减肥者的体质^[11]。小松等给小儿肥胖患者食用大豆肽, 可减少皮下脂肪和增加饮食诱导产热, 并与基础代谢的提高有联系^[19]。伏木等给经过游泳负荷的小白鼠服用 5% 大豆肽饮用水, 发现比饮用自来水的小鼠体内脂肪量明显减小, 而运动能力明显增强^[18]。

摄食蛋白质比摄食有脂肪和糖类更能促进能量代谢, 有试验对添加各种蛋白质的食品摄取后产生的热量进行了比较, 试验结果表明, 添加大豆肽的食品产热量最高, 说明大豆肽比其它蛋白质具有更大的促进能量代谢的效果。由于大豆肽具有这样的特殊作用, 可作为肥胖病人减肥的良好食品^[14]。

2.6 抗癌作用

有丝分裂、细胞增殖的调节失控被认为是影响肿瘤发生、发展的重要因素。最近加州大学伯克利分校营养学系的 Hellerstein M. 从大豆中鉴别、克隆、定性了一个抗有丝分裂肽, 颇受关注, 流行病学会提出多吃大豆产品可防治肿瘤^[19]。

美国哈佛医学院学者通过试验确认了大豆营养成分抑制前列腺癌生长的能力并改变和血管生成有关的肿瘤生物标记。大豆异黄酮或大豆肽能够在体外抑制前列腺癌细胞系 LNCaP、DU145 和 PC-3 的生长, 但只有其在超生理水平的条件下 ($IC_{50} > 50 \mu\text{mol/L}$) 即浓度到达能引起生长抑制, 我们才能观察到 G-2-M 失活和前列腺癌细胞凋亡时出现的 DNA 片断。相反, 在低浓度条件下大豆肽能抑制体外扩增血管内皮细胞的生长。因此推论出, 食物中的大豆蛋白分离物即大豆肽能抑制转入免疫缺陷老鼠中人类前列腺癌细胞 LNCaP 的生长。肿瘤的组织学检验表明, 大豆蛋白肽的消耗明显减小了肿瘤扩增, 增加细胞凋亡, 减小了微管密度^[29]。

3 国外对几种大豆肽及相关基因的研究进展

3.1 大豆 4kDa 肽的结构域以及与 43kDa 蛋白的相互作用

在大豆种子中发现了一个分子量为 43kDa, 沉降系数 7S, 等电点在 9.05~9.26 之间的糖蛋白, 该蛋白隶属球蛋白, 只有高盐浓度时才可溶解。免疫细胞化学研究表明这个蛋白定位在质膜和细胞壁的中层, 暗示它可能是受体样蛋白。4kDa 蛋白的细胞定位类似于 43kDa 蛋白, 有利于它与 43kDa 蛋白的相互作用。现今的研究表明 4kDa 肽段参与了愈伤组织生长调控和细胞增殖。4kDa 肽段的三维结构研究表明, 它包括三个 β 折叠的 T 形结骨架, 特异的 43kDa 蛋白的结合位点及蛋白磷酸化活性^[21]。

通过突变分析研究表明, 4kDa 肽中的 13 个氨基酸对于它与 43kDa 蛋白的相互作用至关重要, 其中的 11 个氨基酸形成了两个不连续的片断。片断 1 包括 N 末端区(Asp2-Ser8), 而片断 2 构成了 C 末端区(Ile25-Thr36)。由于片断 2 的突变使分子量增加程度大于片断 1、片断 2, 因而被认为对 43kDa 蛋白的亲合力所起的作用更大。在这 11 个氨基酸中, 1 个是带电的, 4 个是极性氨基酸, 4 个具有疏水性, 2 个是有芳香性的。疏水及芳香性氨基酸在 4kDa 肽与 43kDa 蛋白的相互作用中起重要作用。从 4kDa 肽的核磁共振波谱分析已揭示了这两个片断的二级结构。

大豆的 4kDa 肽似有激素样肽链结构, 在豆类植物中是可控制细胞增殖与分化的 43kDa 蛋白激酶的配体, 由于 4kDa 肽链可激活蛋白激酶, 因而二者的相互作用对于信号转导至关重要。通过凝胶排阻层析及点杂交免疫分析发现 4kDa 肽链结合于 43kDa 蛋白的二聚体形成三聚体。当 4kDa 肽的 cDNA 转化到胡萝卜的愈伤组织中, 在早期发育中转化的相对于未转化的生长更快^[22]。

3.2 大豆的 ENOD40 基因

ENOD40 在豆类植物根瘤器官形成的早期阶段表达, ENOD40 在其它非豆类植物中有同源基因存在, 表明该基因有普遍的生物功能。大豆 ENOD40 mRNA 在小麦生殖细胞提取物中的翻译研究显示 5' 末端的保守核苷酸序列编码两种肽 A 和 B 分别为 12 和 24 个氨基酸。这些肽由非常短的且重叠的氨基酸从头起始合成, 此时这些小肽段从真核的多顺反子 mRNA 翻译而成。两者均与 93kDa 蛋白相

互作用, 后者是蔗糖合成酶的一个亚基, 预示这两个肽段参与了固氮根瘤中蔗糖利用的控制。ENOD40 基因是早期结瘤素的成员, 它由结瘤因子和植物激素细胞因子诱导, 它的表达先于第一次皮质细胞分裂^[23]。

3.3 大豆肽—Lunasin

Lunasin 是具有 43 个氨基酸的大豆肽, 在它的羧基末端包括: (a)9 个天冬氨酸残基, (b)一个细胞粘附因子模块 Arg—Gly—Asp(RGD), (c)与染色质结合蛋白保守区同源的螺旋结构。通过抑制组蛋白乙酰化, Lunasin 选择性诱导了凋亡, 而且主要是转化细胞的凋亡。在 SENCAR 小鼠表皮癌模型中, 表皮应用 250 mg/week 剂量的 Lunasin 后使表皮瘤的产生降了 70%, 并且相对于对照延缓两周出现肿瘤。Lunasin 可能通过染色质修饰来起到化学抑制剂的作用^[24]。

4 展望

人们对于大豆肽的研究越来越深入, 也越来越发现作为植物蛋白, 大豆肽具有人们无法预料的特性和生理功能。在食品工业中也具有十分广阔的开发应用前景。但在生产上与大豆蛋白相比较, 制备大豆肽需要一流的设备和工艺程序, 生产成本有所提高, 所以售价也必然偏高。其次, 将大豆蛋白酶解成肽后, 不可避免地要产生少量苦味物质, 影响了产品的风味。这些均在某些程度上限制了大豆肽的推广应用。今后还有待于进一步研究改进大豆肽, 开发大豆肽的新用途, 估计在不久的将来, 大豆肽必将在食品工业及其它领域内得到更加广泛而又合理的开发应用。

参考文献:

- [1] Mark J. Messina, Charles L. Loprinz. Soy for Breast Cancer Survivors: A Critical Review of the Literature 1. American Institute for Cancer Research 11th Annual Research Conference on Diet [R]. Nutrition and Cancer, 2001.
- [2] 张延坤, 刘炳智. 大豆肽在食品工业中的应用[J]. 食品工业, 1997, (3): 5-6.
- [3] 王利, 姜筱红, 徐敬华. 大豆肽豆奶生产工艺的研究[J]. 食品工业科技, 2003, 24(5): 68-69.
- [4] 潘进权, 刘耘. 大豆多肽研究概况[J]. 中国调味品, 2003, (2): 6-10.
- [5] 荣建华, 李小定, 谢笔钧. 大豆肽的理化性质及其对脂肪氧合酶活性的影响[J]. 研究与探讨, 2002, 23(8): 19-21.
- [6] 冯永财, 赵晓丹, 刘涛. 大豆肽的生理及加工特性分析[J]. 哈尔滨商业大学学报, 2003, 19(1): 90-92.
- [7] 张智, 孙凌雪. 大豆蛋白活性肽在相关行业中的应用[J]. 中国调味品, 2003, (5): 11-13.

[8] 汪建斌, 邓勇. 大豆多肽的生理功能及开发利用[J]. 广州食品工业科技, 2001, 17(3): 52-53.

[9] 刘炳智. 大豆肽及其开发应用前景[J]. 日用化学工业, 1997, (1): 61-62.

[10] 陈海敏 华欲飞. 大豆蛋白产品的功能及在化妆品中的应用[J]. 日用化学工业, 2000, 30(6): 62-64.

[11] 刘传富, 董海洲, 刘晓婷. 大豆多肽及其在食品工业中的应用[J]. 粮食与油脂, 2002, (10): 31-32.

[12] 宋俊梅, 曲静然, 徐少萍. 大豆肽的研究进展[J]. 山东轻工业学院学报, 2002, 16(3): 1—3; 16(4): 44-47.

[13] 张智, 赵云财, 梁金钟. 大豆蛋白活性肽的生理功能及产品开发[J]. 大豆通报, 2003, (2): 25-26.

[14] 黄骊虹. 大豆多肽的生理功能及应用[J]. 食品科技, 1999, 3: 50-51, (4): 51-52.

[15] 陈栋梁, 刘莉, 黄刚, 等. 紫苏油及大豆肽合剂对大鼠血脂的调节作用[J]. 临床心血管病杂志, 2003 19(1): 30-31.

[16] Claudia Tovar—Palacio, Susan M. Potter, Julie C. Hafermann, et al.. Intake of Soy Protein and Soy Protein Extracts Influences Lipid Metabolism and Hepatic Gene Expression in Gerbils[J]. Biochemical and Molecular Roles of Nutrients, 1998, 128: 839-842.

[17] Thomas M. Badger, Martin J. J. Ronis, Reza Hakkak, et al. The Health Consequences of Early Soy Consumption[J]. J. Nutr., 2002, 132: 559-565.

[18] 高长城, 胡锐, 李煜馨. 大豆肽对增强体能的作用[J]. 大豆

通报, 2001, (2): 24.

[19] Hellerstein M.. Antimitotic peptide characterized from soybean: role in protection from cancer[J]. Nutr. Rev., 1999, 57(11): 359-361.

[20] Zhou JR, Gugger ET, Tanaka T, et al. Soybean phytochemicals inhibit the growth of transplantable human prostate carcinoma and tumor angiogenesis in mice[J]. J. Nutr, 1999, 129(9): 1628-1635.

[21] Toshimasa Yamazaki1, Motoko Takaoka, Etsuko Katoh1, et al. A possible physiological function and the tertiary structure of a 4—kDa peptide in legumes[J]. Eur J. Biochem, 2003, 270: 1269-1276.

[22] Kazuki Hanada, Yuji Nishiuchi, Hisashi Hirano. Amino acid residues on the surface of soybean 4—kDa peptide involved in the interaction with its binding protein[J]. Eur J. Biochem, 2003, 270: 2583-2592.

[23] Host RO hrig, J rgen Schmidt, Edvins Miklashevichs, et al. Soybean ENOD40 encodes two peptides that bind to sucrose synthase[J]. PNAS February, 2002, 99(4): 1915-1920.

[24] Alfredo F. Galvez, Na Chen, Janet Macasieb, et al. Chemopreventive Property of a Soybean Peptide (Lunasin) That Binds to Deacetylated Histones and Inhibits Acetylation[J]. cancer research, 2001, (61): 7473-7478.

(上接第 18 页)

杀菌剂在植物体内的持效期长短的差异, 用气相色谱分析法对不同叶龄辣椒体内甲霜灵的残留进行测定。由表 4 可以看出, 随着植物生育期的延长, 种衣剂包衣处理及常规拌种处理植株体内甲霜灵的含量均逐渐降低, 在辣椒幼苗 10~12 叶龄即苗后 45d 时, 拌种处理甲霜灵在植株体内的含量小于 0.001 $\mu\text{g/g}$ 已无法检测出, 而包衣处理甲霜灵含量虽有降低, 但在植株体内仍有 0.0189 $\mu\text{g/g}$ 的甲霜灵存在, 说明包衣处理的持效期比常规拌种的持效期明显延长, 从而大大提高对辣椒疫病防治效果。

表 4 同一剂量药剂(10%)不同叶龄植株体内残留量

取样时间	残留量 ($\mu\text{g/g}$)	
	2%甲霜灵种衣剂	甲霜灵 (25%WP)
苗后 25 天(4—6 叶)	0.1134	0.0875
苗后 35 天(8—10 叶)	0.0440	0.0380
苗后 45 天(12 叶以上)	0.0189	未检测出(< 0.001)

3 结论

甲霜灵是目前用于控制疫病最有效的杀菌剂, 其粉剂可用于叶部喷施、土壤处理和浸种, 将甲霜灵

制成种衣剂, 可提高甲霜灵的利用率 and 安全性, 包衣后可提高出苗率, 对出苗期、齐苗期无影响, 用量为 6% 时防病效果高达 98.8%。

辣椒植株体内残留量测定结果表明, 2%甲霜灵种衣剂包衣与可湿性粉剂拌种相比, 出苗一定时间后辣椒幼苗中的含量高于粉剂拌种处理, 与防治效果测定所得结果一致, 种衣剂包衣的防病效果明显高于粉剂拌种, 说明种衣剂中的成膜剂能够有效地将药剂固着在种子表面, 避免了药剂的流失, 具有缓释和延长持效期、提高药剂利用率的功能。利用种子包衣技术防治辣椒幼苗期疫病是一项非常经济、有效的措施。

参考文献:

[1] 陈新刚. 辣椒疫病的发生与综合防治[J]. 植保技术与推广, 1998, (3): 22-23.

[2] 贾菊生. 新疆辣椒疫病及防治研究[J]. 植物病理学报, 1992, (3): 257-262.

[3] 魏成贵. 青椒疫病防治研究初报[J]. 辽宁农业科学, 1989, (1): 35-39.

[4] 任光地. 甘肃辣椒疫病的发生与防治[J]. 植物保护, 1990, (5): 16-17.

[5] 张俐清. 辣椒疫病的防治[J]. 中国蔬菜, 1992, (1): 29-30.