

大豆凝集素抗营养的研究进展^{*}

潘洪彬 秦贵信^{**} 孙泽威

(吉林农业大学动物科技学院, 长春 131108)

摘要 大豆凝集素是一种糖蛋白质, 具有凝集和促分裂的生物学活性, 可以通过小肠上皮刷状缘进入循环系统而诱发免疫反应, 能够引起动物的小肠黏膜损伤, 绒毛萎缩、腺窝增生, 胰脏增生, 体蛋白分解加强, 内源氮的损失增加。本文对大豆凝集素及其抗营养作用和检测方法进行了综述。

关键词 大豆; 凝集素; 抗营养

中图分类号 S 565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2005)03-0210-06

0 前言

Landsteiner 和 Raubitschek (1908)^[1] 发现包括生大豆在内的许多食用豆类的粗提物具有凝集红细胞活性, 但他们并没有意识到这种具有凝集活性物质的重要性。Kunitz (1945)^[2] 首次从生大豆中分离提纯并结晶得到胰蛋白酶抑制因子, 于是人们将生大豆的抗营养作用完全归结为胰蛋白酶抑制因子的作用造成的, 但是 Linder (1949)^[3] 通过将纯化的 K 型胰蛋白酶抑制因子添加到经过热处理的大豆中, 并以其做为主要的日粮蛋白源饲喂大鼠, 结果大鼠受到的抑制作用达不到生大豆的抑制效果, 因而通过这个试验可以推断生大豆中除了胰蛋白酶抑制因子以外还有其它的抗营养因子。Lienner 和 Pallansch (1952)^[4] 采用等电点盐析、移动界面电泳、超速离心沉淀技术结合红细胞凝集反应检测生物活性方法, 从大豆提取物中分离出一种能凝集红细胞的蛋白质, 并将其名为大豆凝集素 (Lectin)。

1 大豆凝集素的理化性质及生物学功能

1.1 理化性质

通常所说的大豆凝集素是指对 N-乙酰基 D

一半乳糖胺/D-一半乳糖有结合特异性、分子量约 120, 000 道尔顿的一类糖蛋白, 在超速离心中随 7S 蛋白一起沉淀, 是大豆中主要抗营养因子之一。大豆凝集素是大豆中唯一的含量较高的生物活性蛋白 (1%) (Sharon 和 Lis, 2002)^[5], 主要存在于大豆的籽粒及饼粕中, 对豆科植物与固氮菌之间的共生起重要作用 (Smith 和 Gallon, 1993)^[6]。大豆凝集素具有典型的豆类凝集素的四级结构, 由等量的两种略有不同的四个亚基组成, 每个亚基分子量约 30, 000 道尔顿。Lotan 等 (1974)^[7] 测定了大豆凝集素的氨基酸组成, 发现大豆凝集素中富含酸性和羟基氨基酸, 尤其是 4-羟基脯氨酸的含量较高, 而胱氨酸、蛋氨酸含量较低。大豆凝集素亚基完整的基因序列已经被测出 (其基因库查询号码为 K00821 和 M30884), 从大豆凝集素的 cDNA 推导出每个亚基中含有 253 个氨基酸残基, 每个亚基都有一个共价连接的含 9 个甘露糖 (Man9NAc) 的寡糖链 (Vodkin 等, 1983)^[8]。

天然大豆凝集素实际上是几种同工凝集素的混和物。它们具有相似的组成、凝集结合特性、免疫化学性质和金属离子结合特性, 等电点范围在 5.85-6.20。Mandal 等 (1994)^[9] 的研究表明, 天然大豆凝集素至少含有 5 种同工凝集素, 其中三种 (SBA-I, SBA-II, SBA-III) 已被用色谱聚焦方法纯化。每个同工大豆凝集素都有相同的 N 端

^{*} 收稿日期: 2005-01-10

基金项目: 国家自然科学基金 (30471251) 资助项目

作者简介: 潘洪彬 (1974-) 男, 讲师, 吉林农业大学硕士研究生, 从事大豆抗营养因子的研究。

^{**} 通讯作者

区氨基酸顺序。由于组成大豆凝集素的四个亚基中($\alpha, \beta, \gamma, \gamma'$), α 是完整亚基, 其它主要的亚基片断包括 β (240)、 γ (243)、 γ' (246) 分别在 Asp240, Asp243, Ser246 处被蛋白酶剪切形成, 其中 β 亚基缺少两个酸性氨基酸残基(即 Asp243 和 Glu251), γ 亚基少了一个酸性残基(Glu251), 因此 SBA-I ($\alpha 2\beta 2$) 的等电点最高($pI=7.0$), SBA-II ($\alpha 2\beta \gamma$) 等电点略低于 SBA-I (6.85), 而 SBA-III ($\alpha 2\gamma 2$) 的等电点最低($pI=6.7$)。Rüdiger (1997)^[10] 认为, 产生同工大豆凝集素的原因可能是转录后期处理的不完善所致。

大豆凝集素对热敏感, 但大豆凝集素对干燥加热处理相当稳定(de Muelenaere, 1964)^[11]。而在 70℃ 无论用干法或湿法加热大豆种子数小时, 对凝集素活性几乎没有什么影响, 因此灭活豆类凝集素的生物学和抗营养作用需要更高的温度处理(Grant 和 van Driessche, 1993)^[12]。Qin (1996)^[13] 研究表明在流通蒸汽, 121℃、7.5 分钟时能将大豆中热不稳定性抗营养因子去除, 其中包括大豆凝集素。

1.2 生物学功能

大豆凝集素的生物学功能是通过与细胞的结合而直接或间接发挥作用的, 概括起来可分为两类: 凝集活性和促分裂活性。

1.2.1 凝集活性

凝集活性是含有两个以上糖结合位点的植物凝集素的最典型、最重要的特性之一。大豆凝集素能凝集人、兔、鼠、奶牛等几种动物的红细胞, 还具有种属特异性, 如对兔和人红细胞的凝集反应最灵敏(Pereira 等, 1974)^[14]。并且红细胞经胰蛋白酶或链霉蛋白酶处理后, 与大豆凝集素的凝集反应程度大大增强。

1.2.2 促分裂活性

大豆凝集素可以促进淋巴细胞分裂(Pusztai, 1991)^[15]。Krugluger 等(1996)^[16] 发现大豆凝集素还能与小鼠血液来源于骨髓的巨噬细胞膜上分子量约为 160,000 道尔顿的糖蛋白受体结合, 加强巨噬细胞的分化和活动状态。目前在临床应用上大豆凝集素被用来选择性分离 T 细胞和骨髓干细胞, 近而用来治疗淋巴白血病。另外大豆凝集素可以使肠增长, 重量增加, 使更多的养分流向肠腔, 因而还具有抑制肿瘤生长的作用。

2 抗营养机理

2.1 对肠道的抗营养机理

大豆凝集素每个亚基有一个与糖分子特异性结合的专一位点, 在该位点对红细胞、淋巴细胞或小肠壁表面绒毛上的特定糖基加以识别而结合, 使绒毛产生病变和异常发育, 进而干扰消化吸收过程。大多数凝集素对肠道内的蛋白水解酶有抗性, 并且可以和食糜的排泄通过肠道(Pusztai, 1989)^[17], 因此能在整个肠道内与上皮表面受体结合, 而上皮表面的多糖使二者结合面积大大增加(Jaffe, 1980)^[18]。小肠壁表面受到大豆凝集素损伤后, 会发生糖、氨基酸、VB12 吸收不良, 以及干扰离子转运。并且肠黏膜损伤后, 会使黏膜上皮通透性增加, 使大豆凝集素和其它一些肽类及肠道内有害微生物产生的一些毒素吸收入体内。不同的类型凝集素在肠道内的不同部位结合能力也不同, 大豆和菜豆凝集素多与小肠前段上皮细胞的多糖结合, 大豆凝集素主要与小肠吸收性绒毛的上半部分结合, 而与绒毛的下半部分和腺窝细胞则很少结合(Liener, 1986)^[19], King 等(1983)^[20] 通过鼠的研究也有相同的报道。凝集素的亲和力还受糖类型的影响。DeBoedck 等(1984)^[21] 研究表明大豆凝集素对 N-乙酰基半乳糖胺的亲和力是对半乳糖亲和力的 30 倍, 而对 N-丹磺酰基半乳糖胺的亲和力是对 N-乙酰基半乳糖胺的亲和力的 20 倍。

2.2 对胰腺的抗营养机理

大豆凝集素可能通过两种途径刺激胰腺增生, 一种是凝集素通过胆囊收缩素(CCK)的作用, 间接诱发胰腺增生。大鼠胰岛上的 CCK 受体已经被确认(Santer, 1990)^[22], 由于凝集素能在胃肠道存活并保持完整的生物学活性, 因而可能与肠道神经内分泌细胞结合, 刺激 CCK 释放。CCK 和胰腺腺泡上的特定受体结合, 激活鸟氨酸脱羧酶并使多胺浓度上升, 增加 DNA 合成酶活性, 从而增加蛋白质合成和胰腺增生(Liser, 1998)^[23]。体外试验也发现, 菜豆凝集素和大豆凝集素能够诱发肠道 CCK 的分泌(Herzig 等, 1998; Jordinson 等, 1998)^[24, 25]。另一种途径是凝集素直接作用于胰腺腺泡, 促进胰腺分泌, 通过反馈作用引起胰腺增生。Grant 等(1997)^[26] 研究发现, 菜豆凝集素和大豆凝集素能够刺激体外培养的大鼠胰腺腺泡分泌酶液, 提示直接与胰腺腺泡的 CCK 受体结合, 模仿 CCK 作用, 触发 α -淀粉酶和其它胰酶的分泌。

2.3 对免疫系统的抗营养机理

Greer等(1985)^[27]通过研究证明凝集素还会影响动物的免疫系统,大豆凝集素可以触发肥大细胞脱粒和暂时性过敏反应,造成血管通透性和血清蛋白流失增加,降低体液中血清蛋白数量,降低免疫力。Pusztai(1989)^[17]发现毒性凝集素通过影响小肠上皮的刷状缘而被转运到循环系统,这些凝集素与血细胞结合能诱发IgG类抗体。医学上对大豆凝集素的研究应用比较深入,表明大豆凝集素可以诱导嗜碱性细胞分泌IL-13和IL-4,对于风湿性关节炎大豆凝集素也有调整外周免疫系统的作用。

3 抗营养作用

3.1 对生长性能的影响

Liener(1994)^[28]总结了用分别选择性除去凝集素和胰蛋白酶抑制因子的生大豆饲喂大鼠的试验结果,认为大豆凝集素代表了生大豆生长抑制作用的50%,胰蛋白酶抑制因子代表40%,而其它10%很可能是由于那些未变性蛋白的低消化率造成的。饲喂含有大豆凝集素的日粮可以降低动物的增重,大豆凝集素对动物生产性能的影响随动物年龄、物种等因素而异(Grant, 1993)^[12]。大豆凝集素对单胃动物的影响远大于对反刍动物的影响。Grant(1989)^[29]报道,当进食含0.7%~1%纯化大豆凝集素的日粮时,大鼠没有明显的体重减轻或死亡率升高发生,也没有发生体储存(脂肪、糖原、蛋白质)的明显耗竭,但大鼠的生长受到严重抑制。Makind等(1996)^[30]研究发现大豆凝集素能使猪体重减轻和腹泻。对鸡来讲大豆凝集素代表了生大豆15%的抗营养作用(Douglas等,1999)^[31]。

3.2 对氮代谢的影响

大豆凝集素对氮代谢的影响比较明显,Grant等(1986),Pusztai(1991)^[32,15]研究表明饲喂大豆凝集素日粮使氮排出量的增加,这是由粪和尿中氮排出量共同增加造成的。Donatucci(1983)^[33]研究表明,含低大豆凝集素活性的大豆品种(T102,凝集活性为普通品种的0.05%)的蛋白质效率比(PER)高于普通品种(Amosy)。Schulze等(1995)^[34]研究发现,仔猪基础日粮补充纯化大豆凝集素能导致动物的内源氮损失增加,高剂量时回肠末端总氮的流出显著增加。消耗含有豆类凝集素的食物导致内源氮的损失和净蛋白利用率(NPU)的降低(Schahidi,1997)^[35]。Douglas等(1999)^[31]的研究

表明,对仔鸡来说,无凝集素大豆品种的氮校正代谢能高于传统生大豆的11%,但差异不显著。

3.3 对消化道的影响

高剂量大豆凝集素结合于大鼠小肠粘膜上皮细胞导致刷状缘膜紊乱、微绒毛萎缩(Pustai等,1990)^[36]、上皮细胞的生存发育能力降低(Ishiguro等,1992)^[37]。大豆凝集素对空肠绒毛的影响较明显,Grant等(1989)^[29]报道鼠饲喂大豆凝集素后,空肠绒毛在1小时后就出现绒毛缩短、紊乱及微绒毛结构异常;空肠黏膜形态的变化也很大,隐窝深度大大增加,绒毛/隐窝为3:1,而对照乳清蛋白组为12:1。Oliverira等(1988)^[38]报道凝集素在肠道壁上皮数量的增加使黏膜细胞的蛋白质合成迅速增加,Palmer等(1987)^[39]报道凝集素增加空肠黏膜蛋白质的合成70%。Grant等(1987)^[40]指出大豆凝集素能够促进小肠增生和平滑肌厚度增加,而且这种作用随剂量的加大和时间的延长而增强;因此对动物的生产性能来讲营养成分更多的流向小肠组织,用于合成肌肉等组织的营养成分减少,从而降低了其生长性能。King等(1983)^[20]发现饲喂凝集素的猪肠腔中的大肠杆菌数量要比正常的多,对这种现象有许多解释,其中一种解释是因为肠道对营养消化能力的降低,以至于更多的底物基质可以被细菌所利用,因而导致了细菌的繁殖。Pusztai等(1989)^[17]则认为肠壁被凝集素结合后对大肠杆菌起到了新的感受器的作用。凝集素对脂肪的新陈代谢也有影响,Grant等(1987)^[40]发现鼠饲喂纯的凝集素身体内脂肪的流失增加,同时身体内糖的贮存也在排空,血液中胰岛素水平也下降。Rouanet等(1985)^[41]报道鼠在饲喂0.25%纯的植物凝集素后肠道黏膜中的肠肽酶、碱性磷酸酶、亮氨酸胺酶和谷氨酸转氨酶的活性降低。

3.4 对胰腺的影响

Grant等(1987)^[40]报道大豆凝集素能引起胰腺的广泛增生,开始阶段表现为细胞的肥大,10~16天后,细胞的增生逐渐明显。大豆凝集素促进胰腺增生的作用具有持续性和长期性,但没有胰蛋白酶抑制因子持续时间长,Grant等(1995)^[42]的研究表明,生大豆引起的胰腺增生可持续1~2年左右,其中前250天左右的增生由凝集素和蛋白酶抑制因子共同作用,而后期则主要是蛋白酶抑制因子的作用。Grant(1987)^[40]称大豆凝集素没有造成肝脏在大小和组成上的任何显著变化。但De Aizpurua和Rushell(1988)^[43]报道大豆凝集素能

引起肝脏和肾脏的退化。Makind 等(1996)^[30]研究发现大豆凝集素能使猪体重减轻和腹泻。

4 大豆凝集素的检测方法

人们运用凝集素具有和红细胞壁结合凝集的特性,采用体外试管内红细胞凝集反应对大豆凝集素进行观察和量化,Huisman 等(1990)^[44]研究表明对同一种饲料样品应用不同种类动物的红细胞其凝集活性是不同的。并且凝集反应只能对凝集素含量进行半定量评价,其精确性、准确性和灵敏性对评价全部凝集素活性是不够充分的。由于红细胞来源对测定结果有重要影响,于是 Kaul 等(1991)^[45]提出一种不需要红细胞的方案,其基本方法是把与相应凝集素具有结合特异性的糖复合物共价连接于聚苯乙烯胶粒上来替代红细胞,其它步骤与红细胞凝集反应相同。这种方法不仅不需要新鲜红细胞,还提供了测定凝集素糖特异性的简便方法。对于大豆凝集素来说,把 N-乙酰基一半乳糖胺和乳糖胺共价连接与胶粒上,是最灵敏的凝集反应系统。

另外一种测定凝集素的方法是酶联免疫吸附试验(ELISA)(Hamer, 1989)^[46]。Miller 等(1998)^[47]采用功能性大豆凝集素测定方法(Functional soybean Lectin Assay, FSBLA)测定大豆凝集素,这个方法的基础是在微量滴定板上凝集素凝集分别包被糖基质和刷状缘黏膜的能力不同,这种方法具有较高的灵敏度和准确度,而且可以测定具有生物学功能的凝集素的含量,但试验步骤复杂、成本高,所以应用有一定的困难。

5 研究前景

对于动物营养领域来讲,应该进一步研究大豆凝集素对不同种属动物的抗营养作用阈值,以及大豆凝集素含量不同的日粮对不同种属动物的抗营养作用,特别是大豆加工产品中的大豆凝集素含量因加工条件差异变化较大,而豆类制品是人类食品和畜禽日粮中主要原料之一,因此大豆加工产品中低含量大豆凝集素对不同种属动物的抗营养影响及可能产生的病理变化也应引起足够的重视。

大豆凝集素对不同种属动物消化动力学方面的研究,研究大豆凝集素在消化道的分布状况,消

化道不同部位大豆凝集素的分布状况和其完整性,研究其作用机制。

对于营养学家和植物育种者来讲,发现一种能够检测大豆中凝集素含量的方法是非常重要的,因此快速、准确、经济实用的检测大豆及大豆加工产品中大豆凝集素含量的方法也是应该重点研究的内容之一,筛选大豆凝集素的单克隆抗体,并且制备大豆凝集素试剂盒,解决生产实践中检测难的问题,以此作为人类食品和动物日粮及植物育种者的有利依据。并且应该从受体水平对大豆凝集素进行深入研究,从而针对性地筛选大豆植物凝集素受体类似物,并研究它的作用条件和机理,从而从根本上阻断大豆植物凝集素的抗营养作用。

参 考 文 献

- 1 Landsteiner, K., H. Raubitschek. Beobachtungen über hamolyse und hamagglutination[J]. Zentralbl. Bakteriologie, Parasitenkd, Infektionskrankh. Hyg. Abt. 2. Orig. 1908, 45, 660—667.
- 2 Kunitz, M. Crystallization of a trypsin inhibitor from soybean [J]. Science 1945, 101, 668—669.
- 3 Liener, I. E., H. J. Deuel, H. L. Fevold. The effect of supplemental methionine on the nutritive value of diets containing concentrates of the soybean trypsin inhibitors. [J]. Nutr. 1949, 39, 325—339.
- 4 Liener, I. E., M. J. Pallansch. Purification of a toxic substance from the defatted soybean flour[J]. Biol. Chem. 1952, 197, 29—36.
- 5 Sharon, N., H. Lis. How proteins bind carbohydrate: Lessons from legume lectins[J]. Agric. Food Chem. 2002, 50, 6586—6591.
- 6 Smith, R. J., J. R. Gallon. Nitrogen fixation. In: P. J. Lea and R. C. Leegood (ed.) Plant Biochemistry and Molecular Biology. 1993, pp129—153. John Wiley and Sons Chichester.
- 7 Lotan, R., H. W. Siegelman, H. Lis et al. Subunit structure of soybean agglutinin[J]. Biol. Chem. 1974, 249, 1219—1224.
- 8 Vodkin, L. O., P. R. Rhodes, R. B. Goldberg. A lectin gene insertion has the transposable element[J]. Cell. 1983, 34, 1023—1031.
- 9 Mandal D. K., E. Nieves, L. Bhattacharyya, et al. Purification and characterization of three isolectins of soybean agglutinin. Evidence for C-terminal truncation by electrospray ionization mass spectrometry[J]. Eur. J. Biochem. 1994, 221, 547—553.
- 10 Rüdiger, H. Structure and function of plant lectin. In: H. J. Gabius and S. Gabius (ed.) Glycosciences. 1997, pp 415—427. Chapman & Hall, Weinheim.
- 11 De Muelenaere, H. J. H. Effects of heat treatments on the he-

- magglutinating activity of legumes[J]. *Nature*. 1964,201,1029~1030.
- 12 Grant, G., E. van Driessche. Legume lectins, Physiochemical and nutritional properties. In: A. F. B. van der Poel, J. Huisman and H. S. Saini (ed.) Recent advances of research in antinutritional factors in legumes seeds. 1993, pp219—234. Wageningen Pers, Wageningen.
 - 13 G. X. Qin, M. R. ter Elst, M. Borsh et al. F. B. van der Poel Effect of steam toasting on the digestibility and nitrogen utilization Argentine and Chinese soybeans in piglets. In 1996, Ph. D. 71—82.
 - 14 Pereira, M. E. A., E. A. Kaabat, N. Sharon. Immunochemical studies on the specificity to soybean agglutinin. *Carbohydr. Res.* 1974,37,89—102.
 - 15 Pusztai, A., B. Willam, J. C. Stewart. A comprehensive scheme for the isolation of trypsin inhibitors and the agglutinin from soybean seeds. [J]. *Agric. Food Chem.* 1991, 39, 862—866.
 - 16 Krugluger, W., T. Lucas, M. Koller. Soybean agglutinin binds a 160—kDa rat macrophage membrane glycoprotein and enhances cell differentiation and activation[J]. *Immunol. Lett.* 1996,52,53—56.
 - 17 Pusztai, A. Biological effects of dietary lectins. In: J. Huisman, A. F. B. van der Poel and I. E. Liener. (Eds). Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds. Pudoc, Wageningen, The Netherlands, 1989, 17—29.
 - 18 Jaffe W G Hemagglutinins(lectins) In I E Liner(Ed) Toxic constituents of plant foodstuffs Academic Press New York U S 1980,73—102.
 - 19 Liener I. E. Nutritional significance of lectins in the diet. In: I. E. Liener, N. Sharon, and I. J. Goldstein. (ed.) The Lectins. 1986, pp527—552. Academic Press, New York.
 - 20 King, T. P. Begbie, R. Cadenhead. A Nutritional toxicity of raw beans in pig. Immunocytochemical and cytopathological studies on the pancreas[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 1404—1412.
 - 21 DeBoeck, H., H. Lie, H. van Tilbeurgh, et al. Binding of simple carbohydrate and some chromophore derivatives of soybean agglutinin as followed by titrimetric procedure and stopped—flow kinetics. [J]. *Biochem. Chem.* 1984,259, 7067—7074.
 - 22 Santer, R. K. Y. Leung, Alliet, E. Lebenthal, et al. The role of carbohydrate moieties of cholecystokinin receptors in cholecystokinin octapeptide binding, Alteration of binding data by specific lectins[J]. *Biochim Biophys. Acta*. 1990,1051,78—73.
 - 23 Liser, C., U. R. Folsch, U. Cleffmann, et al. Role of ornithine decarboxylase and polyamines in camostat—(foy—305)—induced pancreatic growth in rats[J]. *Digestion*. 1989,43,98.
 - 24 Herzig, K. H., Bardocz, G. Grant, R. Nustede, et al. Red kidney bean lectin is potent cholecystokinin releasing stimulus in the rat inducing pancreatic growth[J]. *Gut*. 1997,41,333—338.
 - 25 Jordonson, M., I. L. Beales, J. Calam. Soybean agglutinin stimulated cholecystokinin release from cultured rabbit jejunal cells required calcium influx via L—type calcium channels. *Pep-tides*. 1998,19,1541—1547.
 - 26 Grant, G., L. T. Henderson, J. E. Edwards, et al. Kidney bean and soybean lectins cause enzyme secretion by pancreatic acini in vitro[J]. *Life Sci.* 1997,60,1589—1595.
 - 27 Greer, F., A. Pusztai. Toxicity of kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) in rats, Changes in intestinal permeability[J]. *Digestion*. 1985,32,42—46.
 - 28 Liener, I. E. Implications of antinutritional components in soybean foods[J]. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 1994,34,31—67.
 - 29 Grant, G. Antinutritional effects of soybean, A Review[J]. *Prog. Food Nutr. Sci.* 1989,13, 317—348.
 - 30 Makind, M. O., E. Umapathy, B. T. Akingbemi, et al. Effects of dietary soybean and cowpea on gut morphology and faecal composition in creep and non creep fed pigs[J]. *J. Vet. Med., Ser.* 1996,A 43,75—85.
 - 31 Douglas, M. W., C. M. Parsons, T. Hymowitz. Nutritional evaluation of lectin—free soybeans for poultry[J]. *Poult. Sci.* 1999,78,91—95.
 - 32 Grant, G., N. H. McKenzie, W. B. Watt, et al. Nutritional evaluation of soybean (*Glycine max*) 1. Nitrogen balance and fractional studies[J]. *Sci. Food Agri.* 1986,37,1001—1010.
 - 33 Donatucci, D. A. The role of the lectin on the nutritional toxicity of raw legumes. PhD. Dissertation, University of Nesota, St. Paul. M. N. 1983.
 - 34 Schulze, H., H. S. Saini, J. Huisman, et al. Increased nitrogen secretion by inclusion of soya lectin in the diets of pigs. *Sci. Food. Agric.* 1995,69, 501—505.
 - 35 Schahidi, F. Beneficial health effects and drawbacks to antinutrients and phytochemicals in foods, An Overview[J]. *American Chemical Society* 1997,1—9.
 - 36 Pusztai, A., S. W. Ewen, G. Grant, et al. Relationship between survival and binding of plant lectins during small intestinal passage and their effectiveness as growth factors[J]. *Digestion*. 1990,46 (Suppl 2),308—316.
 - 37 Ishiguro, M., H. Nakashima, S. Tanabe, et al. Biochemical studies on oral toxicity of ricin. III. Interaction to toxic lectin with epithelial cells of rat small intestine in vitro[J]. *Chem. Pharmacol. Bull.* 1992, 40,441. Tokyo.
 - 38 Oliveira de, J. T. A. Pusztai, A. Grant, G. Changes in organs and tissues induced by feeding of purified kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) lectins[J]. *Nutrition Research*, 1988, (8),943—947.
 - 39 Palmer, R. M., Pusztai, A., Bain, P. et al. Changes in rats of tissue protein synthesis in rats induced in vivo by consumption of kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) lectins. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 1987,88c,179—183.
 - 40 Grant, G., W. B. Watt, J. C. S. Steward et al. Changes in the small intestine and hind leg muscle of rats induced by dietary soybean (*Glycine max*) proteins[J]. *Med. Sci. Res.* 1987,15, 1355—1356.
 - 41 Rouanet, J. M. Lafont, J., Creppy, A. et al. Effect of dietary kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) lectins in growing rats[J].

- Nutrition Reports international, 1985,31, 237—244.
- 42 Grant, G. , P. M. Dorward, W. C. Buchan, et al. Consumption of diets containing raw soya beans (*Glycine max*), kidney beans (*Phaseolus vulgaris*), cowpeas (*Vigna unguiculata*) or lupin seeds (*Lupinus angustifolius*) by rats for up to 700 days, effects on body composition and organ weights[J]. Br. J. Nutr. 1995,73,17—29.
- 43 De Aizpurua, H. J. , G. J. Russell—Jones. Oral vaccination identification of classes of proteins that provokes an immune response upon oral feeding[J]. Exper. Med. 1988,167, 440—451.
- 44 Huisman, J. , Van der Poel, A. F. B. , Verstegen, M. W. A. et al. Antinutritional factors in pig nutrition. World Review of Animal Production. In press,1990.
- 45 Kaul, R. , Read, B. Mattiasson. Screening for plant lectins by latex agglutination test[J]. Phytochemistry. 1991,30,4005.
- 46 Hamer, R. J. , J. Konikx, M. G. van Oort, et al. New developments in lectin analysis. In: J. Huisman, A. F. B. van der Poel and I. E. Liener. (ed.) Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds. 1989, pp 30—33. Pudoc Wageningen, The Netherland.
- 47 Miller, B. G. , J. Thorpe, D. Patel, et al. Technique to determine levels of soyabean lectin in feed samples and digesta samples collected in vivo. In: A. J. M. Fansman, G. D. Hill, J. Huisman, A. F. B. van der Poel (ed.) Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds and rapeseed. 1998, pp29—32. Wageningen Press, Wageningen, The Netherland.

RESEARCH ADVANCES OF ANTINUTRITION ON SOYBEAN LECTIN ANTINUTRITION

Pan Hongbin Qin Guixin* * Sun Zewei

(College of Anim. Sci. and Techn. , Jilin Agricultural University, Changchun 131108)

Abstract Soybean lectin is a kind of glycoprotein, which has the biological functions of agglutinate and promote divide. It can be transported from the small intestine mucosa brush border into systemic circulation and induce immune reaction. In addition, it can induce mucosa damaged, villus atrophied and crypt increased in the small intestine, pancreas enlarged, body protein decomposed increasingly, and the loss of endogenous protein increased. Soybean lectin and its antinutritional effect on animals and determination methods were summarized in this paper.

Key words Soybean; Lectin; Antinutrition

(上接第 209 页)

DYNAMIC EFFECTS OF DIFFERENT KINDS OF SEED FERTILIZERS ON PROTEIN AND OIL CONTENT OF SOYBEAN

Miao Xingfen Chen Qingshan* * Lui Chunyan Shen Hongbo Xin Dawei Qui Hongmie

(Heilongjiang Agriculture College of Vocational Technology , Jiamusi 154007)

Abstract Dongnong 46, which is a high—oil variety, was used as material in this experiment. Seven seed fertilizer treatments, N, P, K, NP, NK, PK, NPK were designed and each treatment had four levels. It was discussed that the influence of all kinds of fertilizers on protein and oil content of soybean after 45—65 days of flowering. The results showed, that the protein content after 55 days flowering, the oil content after 65 days of flowering reached maxima. So did oil content at NPK low level and protein content at N middle level.

Key words Soybean; Protein; Oil; Fertilizer