

大豆加工热处理技术与抗营养因子的去除效果

大豆是我们中华民族传统的蛋白质和脂肪营养源。其中所含的氨基酸均衡,矿物质及微量元素含量也十分丰富,因此有较高的营养价值。但是大豆中也含有一些若干抗营养因子,如胰蛋白酶抑制剂、外源凝集素、致甲状腺肿素、致过敏因子等,其中胰蛋白酶抑制剂是一种最重要的抗营养因子。因此,抗营养因子的去除效果是大豆加工技术中极为重要的问题。

一、重要的大豆抗营养因子——胰蛋白酶抑制剂

胰蛋白酶抑制剂是大豆蛋白质中二类低分子量的蛋白质,分别是库尼兹(Kunitz)和包曼—伯克(Bowman—Birk)蛋白酶抑制剂,二者约占种子贮藏蛋白的6%,种子干重的2%,Kunitz胰蛋白酶抑制剂分子量为21,384道尔顿,181个氨基酸残基,含2个二硫键;Bowman—Birk抑制剂的分子量为7861道尔顿,是分子量较小的蛋白质,含有71个氨基酸残基,7个二硫键,2个活性中心,与胰蛋白酶结合的位点为赖氨酸16—丝氨酸17,与胰凝乳蛋白酶结合位点是亮氨酸44—丝氨酸45。胰蛋白酶抑制剂能引起人和单胃动物的胰脏肿大等疾病,造成消化不良、生长停滞等现象。抑制作用不单是酶的水解作用受到抑制当加入蛋白水解物与蛋白酶时,并不能去除抑制作用。这是由于胰腺分泌的增加,胰腺机能亢进,使必须的含硫氨基酸大量亏损。大豆蛋白质本身就缺少含硫氨基酸,而胰脏肿大会加重这一亏缺。因此,大豆加工中必须钝化胰蛋白酶抑制剂,提高大豆的营养价值的可利用性。

二、热处理与大豆的抗营养因子去除效果

生大豆或生大豆粉的胰蛋白酶抑制剂有很高的活性,高达92.4TIU/毫克。但是,大豆在经加热处理后,胰蛋白酶抑制剂的含量和抑制活性显著降低。如表1所示,加热处理后的大豆粉的胰蛋白酶抑制剂的量约降低了10倍,其抑制活性也降低了10倍。

表1 大豆蛋白制品中的胰蛋白酶抑制剂

品 名	蛋白质含量%	胰蛋白酶抑制剂活性	
		TIU/mg*	mgTI/g**
调制大豆粉			
生	54.6	92.4	48.6
加热	54.6	8.7	4.6
大豆粉			
未变性	54.2	80.4	42.3
中变性	53.8	29.1	15.3
高变性	53.1	10.5	5.5
浓缩蛋白	72.6	26.5	13.9
分离蛋白	91.8	20.7	10.9

* 胰蛋白酶抑制剂活性单位 ** 胰蛋白酶抑制剂药量

在大豆加工中较有效并且简单易行的方法是湿热处理。表2结果表明,随着蒸汽热处理时间的延长酶抑制剂活性显著降低,即由96.6TIU/毫克降低到8.0TIU/毫克,失活率达92%。但是由于抑制剂有较稳定的刚性结构,很难象其他酶那样使其彻底失活,另一方面,随热处理时间的延长,蛋白质的可溶性指数(NSI)也明显降低即大豆蛋白的变性程度增加,这样会降低

大豆蛋白质的营养价值。因此,在加工过程中,应注意掌握加热温度和时间,使大豆变性程度低,同时又能钝化胰蛋白酶抑制剂。研究表明,当胰蛋白酶抑制剂失活率为 54% 时,动物就不表现出生长受阻和胰脏肿大现象。目前,我省许多大豆加工厂采用的超高温杀菌(121~143℃)及 90℃ 3~6 分钟热处理均能达到此目的。同时,还能破坏大豆脂肪氧化酶,去除豆腥味。

表 2 加热处理对胰蛋白酶抑制剂活性及 NSI 的影响

蒸汽加热 时间(min)	酶抑制剂 活性 TIU/mg	酶抑制剂 失活率%	NSI
0	96.6	0	97.2
1	74.9	23	78.2
3	45.0	54	69.6
6	28.0	71	56.5
9	20.5	79	51.3
20	10.1	90	37.9
30	8.0	92	28.2

三、抗营养因子热处理与赖氨酸的有效性

在还原糖存在的条件下,若加热不当会降低大豆蛋白质中赖氨酸的营养价值。即还原糖与蛋白质的氨基特别是赖氨酸残基的 ϵ -氨基相结合,赖氨酸形成人体不能利用的非有效形态,使蛋白质的营养价值显著下降。另外,蛋白质失去与酶活性中心结合的能力,即由于美拉德反应蛋白质分子间生成新的架桥结合,降低了蛋白质的消化率。用大豆蛋白进行酶解消化试验,其分解度以高温短时间处理为最大,蒸煮时间越长分解度下降越显著。表 3 列举了加热方式及温度对胰蛋白酶抑制剂去除效果和有效赖氨酸及蛋白质有效利用率(PER)的影响,在湿热状态下赖氨酸的损失呈一级反应的反应速率常数为 0.166/h,比胰蛋白酶抑制剂的破坏速度大约快 100 倍。PER 反映了含硫氨基酸的破坏程度,在喷雾干燥时空气进口温度超过 227℃ 赖氨酸的损失和 PER 都急剧下降。这是由于:a)和酶结合的所有氨基酸残基由于长时间加热遭到破坏,或者是蛋白质分子内开始新的结合,而这种结合直接或间接地失去了和酶活性中心结合的能力;b)加热暴露出的疏水性氨基酸残基,由于加热时间延长而再次集合形成不能被酶分解的新的疏水区。大豆蛋白质在加工过程中若采用碱性条件,处理温度又较高,会加速有效赖氨酸的损失,形成赖丙氨酸(LAL)。

表 3 加热方式对豆乳蛋白质的影响

加工方法	温度 (℃)	持续时间 (min)	胰蛋白酶抑制 剂保存率(%)	有效赖氨酸 (g/16g 氮)	PER*
蒸煮	121	0	100	6.0	0.65
	121	4	20	5.8	2.21
	121	8	16	5.7	2.20
	121	16	12	5.8	2.11
	121	32	5	5.6	1.97
喷雾干燥(空气进口)	166		10	5.4	2.22
	182		8	5.3	2.10
	227		4	4.9	1.99
	277		5	4.0	1.6—3
	316		3	1.9	0.16
滚筒干燥(筒温)空气	150		5	5.5	2.19
真空滚筒	108	108	10	5.3	2.22
冷冻干燥	—		10	5.6	2.14

* 为蛋白质有效利用率

因此,在大豆加工过程选用中性或微碱性条件,并进行高温瞬时热处理会破坏大豆的胰蛋白酶抑制剂。使其抑制效果降到较低的程度。在豆乳喷粉干燥时,进口温度控制在 $160\pm 2^{\circ}\text{C}$ 时,胰蛋白酶抑制剂也会有较好的去除效果,同时,赖氨酶损失率也较低。

(郭顺堂 兰 静 孙向东)

加拿大的油料作物

加拿大是世界上生产油用原料最大的国家之一。油料作物占耕地面积的 8% 和农作物播种面积的 12%。

加拿大的油料作物有油菜、油用亚麻和大豆,分别占整个油料作物的 73%、16% 和 11%。同时,加拿大还是世界上生产油菜的最大国家之一,油菜种子的繁殖量占该作物世界产量的 18%,繁殖面积占世界的 17%。加拿大的育种家们育成的油菜新品种丰产性能好(14 公担/公顷),种子含油率高(40%),油中芥酸含量低(1%),油粕中硫甙葡萄糖苷含量低(28 微摩尔/克)。同时甘油三油酸含量(60%)、亚油酸含量(40%)也得到了大幅度的提高。

在加拿大,农场主联合体生产和销售着大部分油用原料。同时它还拥有一个日加工 600 吨的油菜籽联营工厂,占全国油菜加工能力的 12% 还强。

加拿大还是油料作物种子及加工产品(油、油粕)净出口额最大的国家之一。现阶段,国家非常重视油类贸易市场工作,以优惠的贷款鼓励出口。1984~1985 年仅出口的植物油就由 24.5 万吨增加到 27.6 万吨,提高了 13%,还出口了 45 万吨油粕,占全国生产总数的一半;同时国家还通过调节关税、提高工艺标准、卫生标准等方法,控制进口。

王殿奎摘译自《Технические культуры》1989,5

科技简讯

提高农作物光合效率研究的新途径

水稻、小麦等作物由于受光呼吸反应的影响,光合作用效率比正常情况下降低 30~50%,严重制约了生长和高产。要加速其生长,实现高产,就必须对光合作用中起主要作用的核酮糖二磷酸羧化酶进行研究,并重点对其中的小亚基进行解剖、改造,弄清它的精细结构,以及影响光合效率的原因,这是近 20 年来各国学者共同探讨的难题。

中国科学院上海有机化学研究所研究员陈海宝等科技人员,在有关研究所协助下,为取得对小亚基结构基因进行修补、改造的依据,从分子遗传学入手,运用计算机预测等新技术展开攻关,建立了了解小亚基基因结构与功能的体系,和装配这种基因的技术,最终用人工合成的水稻、小麦、烟草等三种作物的小亚基结构基因,均成功地在有关菌种中得到高度表达,显示了与天然小亚基结构基因一致的生物活力。

我国科研人员率先在国际上合成水稻、小麦、烟草等三种作物的羧化酶小亚基结构基因,这一重要成果的取得,不仅开辟了提高农作物光合作用效率研究的新途径,也为再造植物的新基因,为培育光合作用能力强的高产新品种提供了可能。

(苗玉新 供稿)