

脱脂玉米胚芽粉的相对蛋白值

摘 要:

含有不同量蛋白质的同等热量食品,如添加了0.07%蛋氨酸,0.02%白氨酸、酪朊及乳白朊的商业制备的脱脂玉米胚芽粉,並对此进行了研究。对用不同数量蛋白来喂养的幼鼠,控制其生长並对进行称重,来测定蛋白值。通过吸收蛋白而获得的重量有关的回归斜线来确定。对每一种蛋白的来源进行测定。脱脂玉米胚芽粉中的蛋白与乳白朊中的绝然不同,但与蛋氨酸、白氨酸及酪朊中的蛋白区别不大。脱脂玉米胚芽粉中的蛋白值,即脱脂玉米胚芽粉蛋白与乳白朊中的蛋白的比率为 0.62 ± 0.06 。这些数据表明商业制备的脱脂玉米胚芽粉的蛋白品质优良,可作为人类食品蛋白的来源。

概 述:

布莱辛等人于1974年对商业制备玉米胚芽粉的程度进行了报导。这一工艺的发展有助于人类消费蛋白的应用,传统用法这些蛋白都用来作动物饲料。这一项目研究的目的是对这种蛋白的品质进行评价。对添加的0.07%蛋氨酸和0.02%的白氨酸、氨基酸的作用也进行了测定。乳白朊作为参照蛋白用。

实 验:

在研究中所使用的脱脂玉米胚芽粉是用一家商业粉厂的干磨玉米组分制备的。它包括(以干物质为基础)20%蛋白,2%油,6%纤维,7%的灰份。在食物中用油、葡萄糖、及纤维素的比例为2:85:13的混合物代替脱脂玉米胚芽粉及添加物蛋氨酸及白氨酸,食物中含有6、8、10、12%的蛋白质。将13%的纤维素加到

酪朊6、8、10、12%蛋白)和乳白朊食物中(4、6、8、10%的蛋白)来补偿脱脂玉米胚芽粉中的纤维和灰分。除了蛋白、碳水化合物及纤维素外,全部食物中含有2%维他命混合物,3%盐的混合物和8%的油,这样就配出了同等热量的配方。

将幼鼠单独关在屋子内喂养一定的限制生长的蛋白达3周,将定量玉米胚芽粉任意喂给幼鼠。

结 果:

平均重量的变化及16组幼鼠吸收的蛋白量见表1,重量的增加与蛋白的食入量有关,通过线性回归,用回归斜线表示蛋白值。

结果见表2,其结果说明极限制计算的氨基酸没有改善脱脂玉米胚芽粉的蛋白,而脱脂玉米胚芽粉的蛋白与酪朊蛋白进行了比较,脱脂玉米胚芽粉蛋白与乳白朊蛋白有关,其结果比率表明相对的蛋白值,脱脂玉米胚芽粉的相对的蛋白值为 0.62 ± 0.06 。

这一研究结果表明脱脂玉米胚芽粉含有优质蛋白,研究说明了加入脱脂玉米胚芽粉可以改进面包、牛肉、小馅饼、小甜饼、玉米小松糕等的营养组分。美国中西部粮食公司将很快将脱脂玉米胚芽粉投放市场,这种以前只用于饲料的新的食品产品将为人类提供优质蛋白。

表 1. 玉米胚芽粉、补偿玉米胚芽粉、酪朊、乳白酪蛋白生长限制量喂养的实验

鼠的蛋白吸收及平均重量

食物中蛋白 的百分比 (%)	玉米胚芽粉 ^a 获得的重量	蛋白的吸收量	获重	蛋白吸收量	获重	蛋白吸收量	获重	蛋白吸收量	获重	蛋白吸收量	获重
	(克/21天)	(克/21天)	(克/21天)	(克/21天)	(克/21天)	(克/21天)	(克/21天)	(克/21天)	(克/21天)	(克/21天)	(克/21天)
4%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6%	10±5	12±1	14±3	13±1	34±3	13±1	59±8	18±1	—	—	—
8%	44±4	22±1	50±4	24±1	57±7	23±1	93±8	27±1	—	—	—
10%	78±5	34±1	81±4	38±2	100±11	33±3	136±10	37±1	—	—	—
12%	83±7	40±1	101±5	46±2	121±5	44±2	—	—	—	—	—

a N=食物为6%、8%、10%及12%分别蛋白为3、4、3及5

b N= " " " " " " 3、5、3及4

c N= " " " " " " 4、5、3及4

d N= " " " " " " 3、4、4及5

表 2. 喂养生长限制型蛋白玉米胚芽料，补偿玉米胚芽粉，酪蛋白及乳白脱实验
鼠吸收蛋白量及获得重量的关系

蛋白来源	氮	蛋白的含量	相对相关系数	Y 轴的截距 (焦点) (标准差) ^a	蛋白值 (标准差) ^b	相对蛋白值 (标准差) ^c
玉米胚芽粉	15	5, 8, 10, 12	0.95	-8.63(±6.27)	2.40(±0.21)	0.62±0.06
	15	6, 8, 10, 12	0.99	-19.34(±3.77)	2.74(±0.12)	0.71±0.05
酪蛋白	16	6, 8, 10, 12	0.97	-7.83(±6.15)	2.98(±0.20)	0.78±0.07
		4, 6, 8, 10	0.98	-8.47(±5.87)	3.84(±0.22)	

a. 相关系数

b. 一组动物喂养无蛋白含量的食物三周，失重 29 克，实验蛋白所获得的回归线没有在 Y 轴动物蛋白控制量为 0 的指定点相交

c. 当获得的重量对蛋白的吸收量是回归的，就获得了斜线

α. 蛋白值用乳白脱获得的蛋白值百分比表示

玉 米 蛋 白 的 应 用

玉米的最初产品是湿磨的玉米淀粉。第二项产品是胚芽中的油和胚乳中的60—65%的蛋白，或称玉米面筋粉。它是传统饲料（玉米麸质饲用料），消化适中，氨基酸中的赖氨酸和色氨酸含量有限，但含有大量含硫的氨基酸如蛋氨酸和胱氨酸。

90%蛋白离析物供商业用，玉米面筋离析物呈浅棕黄色，只微溶于水，在水中只吸收它本身重量三倍的水。与本身的脂肪结合。离析物中含有少量赖氨酸和色氨酸（分别为1.5克/100克蛋白，0.45克/100克蛋白），但含有丰富的蛋氨酸和胱氨酸（4.8克/100克蛋白），当把它加在食品中，特别是在如下的食品中，如菜籽、花生、大豆、干豆蛋白食品中，离析物是最有营养价值的添加物。这种食品含有丰富的赖氨酸和色氨酸即氨基酸蛋白质，但添加在谷物食品中其营养价值就不大。从玉米湿磨中获得的第三种组分是胚芽中含有丰富的油，布莱辛等人（1974）与加西亚等人（1972）阐述了干磨玉米胚芽加工蛋白粉。尼尔森等人（1979）与英格莱特和布莱辛（1979）阐述了通过湿磨玉米所获得的高蛋白粉的特性。粉的制备包括如下程序：

(1)干燥胚芽

(2)将玉米皮颗粒吸走

(3)筛选获得颗粒筛出胚芽

(4)通过溶剂萃取将胚芽进行脱脂，并研磨成粉。胚芽粉含有28—30%蛋白，而干磨的胚芽粉只含25%蛋白，湿磨的玉米胚芽粉与水结合性能极好（可结合其本身重量，6.9—8倍的水）而干磨的粉只结合其本身重量4.2倍的水。

~ 128 ~

与玉米面筋离析物相比，玉米胚芽粉全部主要氨基酸的平衡良好 (EAA)，正如通过2.44电子计算机 (PER) 所示。

玉 米 强 化 食 品

对早餐食品的营养品质人们早已给予很大的关注。制备的目的是提供足够数量的蛋白和其他主要的营养物质。大多数早餐谷物食品是用面团制备的。使用的面粉是经过加工的，含有主要营养物质极少，因此对产品来讲大多数营养价值是添加进去的。

高蛋白含量

玉米粉与大豆粉制备的早餐谷物有较高的营养价值，但由于大豆具有豆科植物的苦味特点，并对谷物的食用品质起相反的作用，也就是说它会影响食品的酥脆及鲜嫩性。因此大豆在早餐食品中的使用是有限度的。但是人们发现用水和解朊酶处理的大豆蛋白其结果出现了部分水解，这样就使含有处理了的大豆蛋白谷物食品比未处理的大豆蛋白的谷物食品味美可口。有关工艺贝登克及珀维斯克作了详细的叙述。

大豆粉有三种：脱脂大豆粉、大豆蛋白浓缩物及离析的大豆蛋白。由于这三种大豆粉的蛋白含量不同，所以每种蛋白源加入的谷物数量不同，从而生产出高蛋白含量的谷物食品。除了谷物与蛋白的比例外，用两者制备的面团工艺基本是相同的。大豆蛋白源水解的程度主要是受所使用的特别酶的作用，也受酶的含量、温度、加入水量及加入的物料的数量影响。由于后两种因素，将大豆蛋白加入糊化时或烹调的谷物中就不会出现水解反应。谷物放在水中进行烹调其水的比例为混合物总重量的12—75%，而总的重量又取决于谷物的品种和烹调方法，在相对低的水分含量下，最好使谷物不断地送入水中，这样使水分不进入大豆蛋白部分水解中。但是，当根据已定的条件进行加

工时，亦将大豆蛋白加入到烹调的谷物时，在对糊化谷物不进行加水的情况下，加入烹调谷物中的大豆蛋白可进行部分水解。

从玉米、小麦、燕麦、稻米或混合物中选择谷物，首先在水存在的条件下进行烹调使其彻底糊化。烹调的不同方法包括在旋转锅内，在常压下进行加热。也可以在滚筒形的混合器中，在梯度压力下进行加热。或者在连续混合挤压器中，在高压下进行加热均可。

在糊化谷物时，需要的水量及温度取决于谷物种类及所使用的方法。通常所喜欢的糊化谷物的方法是在压力下于挤压器中进行烹调。这种工艺继续下来了，因为工艺比较简单。此外，与间歇或烹调相比，在挤压器中较高压力的使用可允许较高温度的使用，也降低了水的含量。在后面的步骤中由于水分含量降低，要求干燥的量就可降低。使用挤压形工艺压力为：100—200磅/平方吋，温度为：250°F—350°F，水占总的混合物百分比应足以糊化谷物的12—25%。

即使在其他烹调的条件下，水分含量占总混合物的75%以上。这个比例的水分含量是非常粘的。在普通的工艺条件下，由于糊化谷物水滞因素作用，蛋白原的部分水解是达不到的。有必要分离糊化谷物及部分水解大豆蛋白。部分干燥后，在这一工艺中为了进一步冷却谷物，将分开加工的组分与恰当浓度的面团混在一起，从糊化谷物中分离的大豆蛋白不必在容器中进行水解，而是把它加入到烹调的谷物中，从中有效的提取水。这样，在分离设备中不仅避免了所需大豆蛋白的加工，而且避免了消除水分含量的步骤。

解脲酶选自于几种人们共知的解脲酶中或从动物、植物、真菌及微生物中提取的混合物中。关于使用的酶的混合物的初步考虑是它对最终

产品的香味不会有什么影响。发现某些解脲酶在大豆的处理中是有效的如：瓜脲酶、胃脲酶、菠萝脲酶、无花果脲酶、热酶。

大豆是提供蛋白的主要来源，而谷类如玉米、大米、燕麦和小麦的蛋白含量，其干重量大约分别占9、7、12和14%。因此必须考虑确定谷物的配方。含一定蛋白量的谷物和大豆蛋白进行比例配方可生产出理想的最终产品。这个比例是很容易确定的。在干物质的基础上，大豆与谷物的平衡比例列表如下：

	豆 粉 (%)	大豆浓缩物 (%)	大豆离析物 (%)
玉 米	18-68	14-34	12-26
大 米	20-70	16-37	14-28
燕 麦	10-62	8-29	7-21
小 麦	14-64	10-31	9-23

谷物与大豆按上述比例的混合可制备出含有理想的总蛋白含量的食品。谷物烹调后，大豆蛋白与解脲酶在温度为80°F—160°F在压力下迫使它们混合，压力范围介于100—1000磅/平方吋为佳。在这种反应条件下，大豆蛋白可以从烹调的谷物中吸取足够的水，而在解脲酶存在的条件下，可以部分水解，其最佳压力为：200—500磅/平方吋，温度为：110°F—150°F。

虽然其他设备也能抗得住在反应中出现的压力和温度，但还是用挤压器进行混合为佳。因为它可以通过模子挤压反应混合物成形有利于谷物的进一步加工。比如：将反应混合物挤压成模剖面很小的条，並切成短段，形成小的片状颗粒，如果必要的话，将这些小的片状颗

粒进行部分烘干，然后就形成了片状物。

下一程序将片状物进行膨化，将其制成多孔松软的片状物，再进行烘烤或涂料，加深了颜色和蛋白的香味，强化了谷物食品。相反，如不生产片状产品可去掉片状步骤而膨化成球状产品。如谷片中含有未处理的大豆蛋白，进行膨化就困难，但当大豆蛋白按这一工艺进行处理后，谷片膨化大豆不会给膨化造成障碍而且改进了膨化效果。这一因素的重要性就在于与未处理大豆孔少膨效低的相比，这种方法加工的多孔片酥。而且这种含大豆的膨化谷物没有豆腥味。由于在谷片中保留了一定水分，可迅速膨化使液体状态变为气体状态。为了改变密度通常用快速加热和快速降压方法。这一方法在工业上使用很普遍。

用上述方法可制备人们所喜爱的早餐谷物

——玉米片

配方	克
玉米渣（9%蛋白）	14.00
糖	82
盐	35
大豆离析物（95%蛋白）	450
瓜胺酶	0.20*

* 大豆离析物 445 P P m

将玉米渣、糖、盐及400克水混合制备成为水分含量为21%混合物，然后将混合物通过挤压机制成糊化玉米，压力控制为150磅/英寸，温度270°F。将膨化的混合物与配料混合物放入另一个挤压器形成部分水解大豆离析物，在挤压器中停留3分钟，温度控制140°F，压力：200磅/吋²，将混合物挤压成条、横切面大

~133~

约为3/16英寸。将条切成大约3/16英寸的小片。然后使碎片通过双辊磨压成大约0.009英寸的薄片。将薄片部分干燥使其水分含量达到12%。再将薄片与热盐接触进行膨化，温度控制350°F—360°F达10秒钟。最后，将膨化玉米片在温度为400°F下进行烘烤。这种产品的蛋白的含量为28%。

为了比较用上述工艺制作玉米片，假如配方中不放瓜朊酶，这种玉米片放在牛奶中比较硬，所以人们更喜欢上述配方制备的玉米片，这种薄片味道好，泡在牛奶中比较嫩，因为进行了部分水解。

用酶处理的大豆离析物制备高蛋白方便食品用贝登克工艺制备。

例1：

配方	克
大豆离析物	204
瓜朊酶(490PPm大豆离析物)	0.1
酿酒渣(玉米)	500
蔗糖	30
盐	14

将玉米酿酒渣、蔗糖、盐与625克的水混合制成50%的水混合物，将混合物放入旋转锅中，烹调达1小时，温度为250°F，压力为：18磅/吋。烹调近1小时，玉米彻底糊化。通过锤磨将块打碎后，将混合物放入一个压力空气干燥器中达16小时，温度160°F，水分含量为2.5%。在容器中将270克的水、解朊酶及瓜朊酶配料混合搅拌直到瓜朊酶溶解为止。大豆离析物中的蛋白含量为90%，将大豆离析物慢慢的放入水及瓜朊酶混合物中进行混合，其总的含水量为57%。

~134~

将一个水温为 180°F 的带水套筒套在容器的周围，这样加入大豆离析物后，混合物温度为 125°F 。这种混合物在 125°F 温度下放置约 3 分钟，部分干燥的。烹调的玉米混合物与大豆离析物混合并通过挤压机进行挤压，压力为：700 磅/平方吋，模温度 200°F 。将混合物挤压成条，圆的横切面大约为 $3/16$ 英寸，然后将这些条切成 $3/16$ 大小的碎片，这些碎片通过两辊磨制成厚度大约为 0.010 英寸的薄片。

将切好的薄片放入旋转干燥器中，出口的温度为 225°F ，放置时间达 4 分钟，操作后，薄片的水分含量为 10—12%，喷嘴区热空气罐温度 310°F ，然后膨化薄片达 3 分钟，此时产品薄片蛋白含量达 28%。比用同样配方，同样方法制作的不加瓜脱酶的玉米片要脆而嫩，这种玉米片比对照玉米片容易膨化。

例 2：

配方	克
大豆离析物	200
无花果脱酶 (250 PPM 大豆离析物)	0.05
玉米酿酒渣	800
蔗糖	13
盐	14

将玉米酿酒渣、盐及蔗糖与 150 克的水混合形成含 15% 的水混合物，将混合物喂入挤压机内，在挤压器内将混合物糊化，压力大约为 150 磅/平方吋，温度 300°F 。将糊化玉米进行闪击干燥，使其水分含量达 3.5%，将含有 90% 蛋白的大豆离析物加入无花果脱酶及解肌酶溶解的 300 克水中。将含有 60% 水的大豆离析液
~135~

合物加热到130°F达4分钟。

将烹调的玉米酿酒渣及大豆离析混合物制成面团喂入挤压机，这种混合物就被置于600磅/平方英寸，温度180°F的条件下进行挤压成条，圆的横剖面大约为3/16英寸，放置常温下达20分钟后，将条切成大约3/16的碎片，使这些碎片通过两辊磨制成大约0.009英寸厚的玉米片，将玉米片干燥使其水分含量为10.5%，然后在快速膨化机中膨化，也就是说使玉米片与热盐接触在350°F温度下膨化达10秒钟，产品制成。

强化膨化玉米食品

贝登克先生给出如下工艺：

将玉米加工成适合人类消费的食品。包括加水烹调使其成为糊化玉米，按着产品的最后形式要求，经过一系列加工步骤制成最终产品。比如：方便谷物产品可以是片状的，也可以膨化为球状。饼干、碎条、颗粒等形状。

有关片状膨化球状谷物制品的制造，在膨化操作中遇到一些特别的问题，在这一步骤中相对密度的片状及颗粒状制品被转变成较轻的多孔的玉米片和颗粒，这是由于里边的水分很快从液体状态变为气体状态，与未膨化的谷物产品相比，这种膨化的最终产品比较脆比较嫩。普通的膨化方法包括热的应用，热量多少取决于你所膨化的原料组分、水分含量及热量传播的速度。最好尽量少用热量，过多的热量会把谷物颗粒烤焦，从而影响产品的外观和口感。要用相当低的热和适当的膨化。

玉米片早餐谷物含有其他原料，並占有重要的比例作为调味营养添加剂。比如：糖、调料、颜色、大豆粉、维生素以及矿物质。这些

都构成了方便谷物食品配方的组成部分。这些添加的原料可以强化谷物食品，但它们也会反过来影响谷物的膨化，特别是这些原料可以抑制膨化，因此就要增加热量使其达到恰到好处的膨化。较高的温度会引起谷物焦化，因此如果可能的话，尽量避免温度过高。

含有玉米及其他添加原料的食品的加工通常是困难的。因为它们增加了膨化操作的困难程度，如果不烘烤含有营养添加剂及调料的谷物食品，进行膨化就比较困难。要想达到理想的膨化程度就需加较高的温度才能进行膨化，当将大豆粉加入在高度研磨而使淀粉颗粒破裂的烹调玉米面中时，玉米的加工能力是可以改进的。

将玉米首先在水中烹调并进行彻底糊化，并干燥为其重量为10%的水分含量，而后进行强度研磨，加工的程度玉米中游离淀粉的含量至少为12%。继而用传统方法将玉米加工成人类消费所适应的形式。这种方法包括将足够量的水加入研磨的玉米中制成挤压块或面团，然后将面团挤压成横剖面很小的面条，再将面条切成小的颗粒状并压成片状膨化，即立即膨化成最终产品。最后进行烘烤和涂料，美化产品外观，加强产品口感。

用传统方法可对玉米进行烹调，通常为工业所采用，不同的烹调方法包括在大气压力下于搅拌锅中进行加热，在梯度压力下于滚筒式（或翻斗式）混合器中进行加热，或在高压下连续混合——挤压器中进行加热均可。无论使用什么特别的烹调方法，重要的是要有足够的水和烹调条件来保证彻底的糊化。

人们所喜欢的糊化方法是在压力下挤压器中烹调玉米，这种工艺是连续的，而且比较简单。与间歇操作相比，在挤压器中用较高的压力可用较高的温度和较低的水分含量。低水分含量是令人引起兴趣的，

因为在后面加工的步骤中要求干燥量最小。用挤压形式加工压力要求：100—200磅/平方吋，温度控制为250°F—350°F，水分占总混合物的12—25%的水分含量就足以达到玉米的糊化。

彻底糊化后，将玉米进行加工研磨，使淀粉颗粒破碎从而形成某些游离淀粉，由于要采用这种淀粉，可通过淀粉的破坏分析测定了游离淀粉的百分比。也用乌斯德方法测定淀粉的破损程度。

玉米的糊化受5%的游离淀粉的影响，而加工的玉米可达到大约15%的游离淀粉，这种含量产品的膨化能力没有明显的影响。通过上述分析测定至少12%的游离淀粉比较理想。大多数玉米中含有12—15%的游离淀粉。虽然破碎淀粉的方式是无关紧要的，但一般为了去皮或减少颗粒的大小而进行的研磨是不能达到明显的改进——所要求的最小含量。为了增加烹调谷物游离淀粉含量所要求的能量，一种方法是使淀粉通过碰撞磨，这种磨包括两块相对的板，每个板上装有成行的夹子，当两个板子合上时，夹子就相互夹在一起，当一个板处于静止状态时，另一个板固定旋转；而当一个板转动时，将玉米颗粒喂入磨中。由于夹子的作用达到研磨的效果。加工的程度受转动板速度的控制，也受夹子的数量和玉米通过磨子的数量及玉米水分含量的影响。

为了更有效的使用这种碰撞磨，要事先将烹调的玉米部分干燥到其总的混合物重量10%以下的水分含量。水分含量高于10%会影响玉米中游离淀粉的产生，因为倾向于在玉米研磨加工之前要进行部分干燥。如果按上面所描述的玉米在挤压器中初步进行烹调。由于闪击干燥，其糊化玉米的水分含量低于10%的水分含量。在这种情况下就要求再进一步干燥了。但事先要对淀粉进行释放工艺。玉米中含

有水的重量占5—10%。

当将玉米进行加工从而将游离淀粉增加到12%，也可进一步用传统方法将其制成最终产品，将足够的水加进被加工的玉米中做成适宜挤压的面团，然后将面团压成条，再将条切成小块，而后压成薄片膨化或立即膨化。挤压操作可形成一种容易加工的面团，并能更好的适应现有的设备。压力范围：500—1000磅/平方吋。也可用低压，但最好不要这样做，因为在挤压器中如果混合不到的话，较低的压力会造成挤压力量也低。如果压力超过1000磅/平方吋也不利，所以也不必超过这个数据。在挤压工艺中所使用的温度没有临界的特点，但对挤压的操作特性有影响，如粘、稠。温度的幅度为：140—200°F为佳。

挤压器挤出的面条形状受挤压器出口处模子的影响，而反过来这些面条又影响最终产品的碎片的形状。例如：假使面条的横剖面是圆的，做出来的方便食品就与用偏条、方条、或其他形状的条制备出的产品的形状不一样。挤压器出口用的模子是人们需要做出最后产品形状的关键。

将挤压出来的面条切成片状颗粒。模子压出面条横剖面大小的造型取决于最终产品的尺寸要求，这一系数是很容易确定的，因此，不需要详细在此讲了。

当片状颗粒处理后，如果必要的话，可进一步加工，可将新鲜面条立即切片、冷却、或者烘干。这一点取决于整个工艺的配方及加工条件。调节的作用是减少加工面团的粘性，面条调节的控制时间30分钟就足够了，而刚刚切断的碎片调节时间为2分钟足够。对某些配方可能不存在粘性問題，在这种情况下，面条与碎片可直接进行下一

步加工，而无需调节步骤。

如果需要片状产品，切成碎片后的下一步骤是将碎片颗粒压成片。压片是在两个双辊中间进行的，或用有一定距离的一个辊子和一个平面进行加工薄片。用这种工艺可以生产出满意的产品，薄片厚度为7—12密尔。片刚压出来时比较厚也比较硬。这种薄片不能为消费者所接受，所以还要进一步加工成薄而轻的、多孔的、嫩的片状结构。

要想获得理想的早餐谷物薄片结构，大家都知道可采用膨化工艺。由于进行了淀粉的释放，玉米的膨化是很容易的。这一工艺的主要优点是：薄片被烤焦的情况下降了。因为与传统的玉米的加工方法相比，这种方法膨化的谷物需要的热量少。

为了获得最佳的膨化，必须注意与膨化片有关的水分，而原料的水分含量又取决于所用的膨化工艺。如喷爆原料的水分含量为12—14%，而快速加热薄片的膨化工艺，其水分含量最佳为10%—12%。可以通过实验来确定任何膨化技术的最佳水分含量。

如果你需要更理想的产品，还可增加加工步骤。如：如果烘烤能使片状颜色变为比较理想的金黄褐色，因此膨化步骤完毕后，可增加烘烤技术。同时，轻微的烘烤还会带来烘烤的香味。

向玉米中加入大豆蛋白可生产出高营养价值的早餐谷物，但大豆蛋白可影响膨化加工的效率。然而由于加强了玉米的膨化能力，如上所述，大豆所造成的不利影响是可以克服的。

在研磨加工之前，最好将适量的大豆蛋白加入到烹调的和部分干燥的玉米中，这样将大豆和玉米一块通过磨子加工获得了有效的混合大豆与玉米一块儿加工也可以获得一样大小的合成颗粒。由于混合的

~140~