

文章编号 :1009-038X(2002)02-0183-04

大豆皮生产性颗粒的研制

过世东¹, 李 珪¹, 王会兵¹, 熊易强²

(1. 江南大学 食品学院 江苏 无锡 214036 ;2. 美国大豆协会 北京办事处 北京 100004)

摘 要 :通过工厂中试发现 ,入模水分是影响大豆皮制粒产量和生产电耗的重要因素 .采用调质前预加水的方法 ,可将制粒产量从 2 t/h 提高到 8 t/h ,电耗由 52 kW·h/t 降低到 13 kW·h/t .实验所得大豆皮颗粒的容重达到 646~710 g/L .大豆皮颗粒形状稳定 ,坚实度大于(等于)94% .首次采用制粒法杀灭大豆或大豆制品中的脲酶 ,当制粒温度达 98 ℃ 时 ,脲酶杀灭率可达 62%~64% ,制粒后保持颗粒出模温度 40 min ,脲酶杀灭率由 62%~64% 增加至 76%~77% .

关键词 :大豆皮 ;制粒 ;产量 ;电耗 ;脲酶活性

中图分类号 S 816.34

文献标识码 :A

Study on Factory Pelleting Soyhull

GUO Shi-dong¹, LI Hua¹, WANG Hui-bing¹, XIONG Yi-qiang

(1. School of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China ;2. American Soybean Association Beijing office, Beijing 100004, China)

Abstract :With factory trials , it was found that the moisture of the soyhull (SH) mash after conditioning was the main factor to influence the pelleting rate of products and the electricity consumption . When adding some water to the SH before conditioning , the production rate increased from 2 t/h to 8 t/h , and electricity consumption decreased from 52 kwh/t to 13 kwh/t . The results showed the bulk density of pelleted SH was 646~710 g/L , and the SH pellet was with suitable durability (PDI≥94%) . It was the first time to use pelleting technology to reduce the urease activity in soybean or soybean product . The urease activity was reduced by 62%~64% when the SH was pelleted at 98 ℃ , and reduced by 76%~77% after this pellet was kept at that temperature for 40 minutes .

Key words :soyhull ; pelleting ; production rate ; electricity consumption ; urease activity

为保护草原生态环境 ,众多牧区变牛羊的放牧养殖为圈养或栏养 .开发低值高质饲料源有助于该养殖模式的健康发展 .大豆皮是牛、羊等草食性动物的良好饲料^[1~3] ,但其容重低 ,运输、贮藏成本高等因素 ,加剧了大豆皮由少量油脂加工厂集中供应和分散牧区大面积使用这一客观存在的矛盾 .同时 ,大豆皮中高活性的脲酶(及抗胰蛋白酶)亦会影响

响牛、羊等反刍动物对尿素的利用^[4]或抑制其它动物的正常生长^[5] .作者通过实验室研究、工厂中试 ,进行了大豆皮制粒产量、能耗及品质的研究 .

1 材料与方法

1.1 实验原料

大豆皮由江苏省张家港东海粮油工业有限公

收稿日期 2001-11-02 ; 修订日期 2001-12-25 .

基金项目 美国大豆协会基金资助课题 .

作者简介 过世东(1953-) ,男 ,江苏无锡人 ,工学博士 ,教授 ,博士生导师 .

司提供 ,各特性参数见表 1.

表 1 原料大豆皮特性参数

Tab.1 Characteristic parameters of soyhull			
容重/ (kg/m ³)	粒度/ μm	脲酶活性/ (mg/(min·g))	水分含量/%
120~130	1 700	1.0~1.6	6.5~9.0
粗蛋白质质量 分数/%	粗脂肪质量 分数/%	粗纤维质量 分数/%	粗灰分质量 分数/%
10.0~11.0	1.5~1.7	34.0~35.0	4.5~5.0
注 :脲酶活性单位为 :每分钟每克样的释放氮的毫克量 (mg/(min·g))			

1.2 实验条件与测定仪器

颗粒机 XCPM651 型 ,主电机 132 kW ,减压前蒸汽压力 1.17 MPa ,减压后调质蒸汽压力 0.22 MPa. 颗粒粉化仪 Retsch AP-1 型 ,容重仪 61-71 型.

颗粒机压模配备见表 2.

表 2 颗粒机压模配备

Tab.2 Die of pellet mill		
压模孔径-孔深/mm	压模内径/mm	开孔率/%
4.5-50.0	520.0	25.4

1.3 测定方法

几何平均粒度和几何标准差 :美国农业工程师学会标准 ASAE S319 法 ;容重、水分 :美国农业工程师学会标准 ASAE S269.3 法 ;坚实度 :中华人民共和国国家标准 GB/T16765-97 法 ;脲酶活性 :中华人民共和国国家标准 GB8381-87 法及 ΔpH 法 ,测定数值亦间接表示抗胰蛋白酶活性.

2 结果与讨论

2.1 容重、粉化率

检测不同制粒条件下工厂生产的 15 个样品. 其容重和粉化率的变动范围见表 3.

表 4 不同水分对豆皮制粒产量、电耗的影响

Tab.4 Soyhull mashes moisture and production rate , electricity consumption							
原料水分/%	入模温度/℃	入模水分 含量/%	出模温度/℃	出模水分 含量/%	压粒温升/℃	产量/(t/h)	电耗/(kW·h/t)
7.6	85.0	10.9	108.0	5.5	23.0	2.0	52.3
7.6	90.0	11.4	112.5	5.8	22.5	2.0	52.1
12.6	85.0	15.9	96.8	13.3	11.8	6.1	16.9
12.6	90.0	16.4	97.3	13.6	7.3	6.5	15.8
15.6	85.0	18.8	94.0	15.9	9.0	6.4	16.1
15.6	90.0	19.2	95.5	16.0	5.5	8.1	12.2

注 :制粒条件为 :原料粒度 500 μm ,压模孔径 4.5 mm.

表 3 15 个大豆皮颗粒样品容重及粉化率

Tab.3 15 Samples ' bulk density and durability of SH pellets

指标	范围
容重/(g/L)	646~710
坚实度/%	94.0~99.2

容重和坚实度是大豆皮颗粒的重要加工质量指标. 表 3 结果与实验室试验结果相似^[6] ,在工厂现有条件下 ,大豆皮颗粒的两项指标已能满足运输、贮藏的要求. 其中 ,容重与玉米的相似 ,坚实度达到国家标准对饲料规定的要求(≥90 %).

2.2 生产能力和电耗

实验室试验结果已证明^[6] ,入模水分是影响制粒产量和生产电耗的最主要因素. 在水分含量为 7.6% 的粉末大豆皮中 ,每吨分别加入 0 , 57.2 , 94.8 kg 水 ,并混合均匀 ,使制粒原料水分分别为 7.6 % ,12.6 % 及 15.6 % . 再经调质达到不同入模水分. 由此进行制粒实验 ,得表 4.

上述中试结果说明 :1)大豆皮原料经水分调节后 ,制粒产量增加达 300 % ;电耗仅为原电耗的 23% . 2)在入模水分低于 16 % 时 ,两种调质温度对产量、电耗的影响不大 ;当入模水分高于 16 % ,调质温度在 90 ℃ 时制粒效果优于 85 ℃ .

制粒产量和生产电耗是大豆皮生产厂家关心的重要经济指标之一. 入模水分较低时 ,大豆皮粉末不易软化 ,呈小容重的松散状态 ,压模、压辊组成的攪入区能容纳的豆皮量很少. 当压模保持固定速度转动时 ,受到有效挤压的大豆皮很少 ,从而导致制粒产量降低. 另一方面 ,表 4 中第一、第二行数据显示 ,低水分时 ,颗粒成形使大豆皮的温升高达 22.5~23.0 ℃ . 这意味着 ,入模水分低 ,颗粒表面与模孔内壁及压辊的摩擦强烈 ,大量机械能转化成热能而被消耗.

正常条件下的大豆皮水分为 6%~9%。刚出油厂的水分较低,在南方地区,贮藏时间长的水分则较高。在此水分段的大豆皮经调质后入模水分一般为 11%~14%。工厂制粒实验结果表明,在这一水分条件下制粒是不经济的。因而,针对大豆皮这一特定原料,进行制粒前的水分调节是必要和有效的。

2.3 脲酶活性变化

国内外饲料业都以脲酶活性作为抗胰蛋白酶活性的间接指数。大豆皮制粒过程如能将脲酶杀灭,则大豆皮的饲用范围将会扩大。高温可杀灭豆类饲料中的脲酶,这已被众多学者证实,但采用普通制粒机作为大豆类产品灭酶工具的研究尚未见报道,本课题对此进行首次探讨。

制粒时调质及强制过孔成形两过程均使豆皮温度升高。制粒后暂缓冷却干燥,在一定时间内保持出模颗粒的高温、高水分状态。测得大豆皮颗粒在此时间段内的脲酶活性变化,见表 5。

由表 5 可见:(1)大豆皮颗粒产品的脲酶活性随制粒温度的升高而降低。当颗粒出模温度高于 98℃时,大豆皮中的脲酶活性已低于 0.4 mg/(min·g)。当颗粒出模温度高于 114℃时,大豆皮中的脲酶活性已趋近于 0。(2)大豆皮颗粒产品的脲酶活性随制

粒后保温时间的延长而降低。当颗粒出模温度为 93℃时,虽脲酶活性高于 0.4 mg/(min·g),但经 20 min 保温,脲酶活性即降为 0.31 mg/(min·g)。

有关脲酶活性对大豆制品饲用影响的研究结果不尽相同^[5]。对饲用大豆制品脲酶活性的限制量各国都有规定。中国国家标准 GB10379-89、GB10380-89 中规定饲料用大豆饼、大豆粕的脲酶活性不得超过 0.4 mg/(min·g)。美国有关方面建议脲酶活性值为 pH 升高值 0.05~0.2。欧洲有关方面认为脲酶活性小于(等于)0.5 可以接受^[7]。

国内评定大豆制品或大豆副产品的脲酶活性通常采用国标法,英、美等国则习惯使用 ΔpH 法。本研究将 46 个样品同时采用国标法和 ΔpH 法进行脲酶活性测定,测定结果见图 1。

对测定结果进行回归,得下述关系式:

$$Y = 0.992X^2 + 0.887X - 0.001 \quad (R^2 = 0.988)$$

式中:X 为 GB 法测得的脲酶活性(mg/(min·g)),适用范围为 $X \geq 0.01$;Y 为对应样品用 ΔpH 法测得的脲酶活性(pH 值)。

这一关系式反映出,当样品的脲酶活性较低(小于 0.2 mg/(min·g))时,两法测得的数值相似。当样品的脲酶活性较高时,则 ΔpH 法测得的脲酶活

表 5 大豆皮脲酶活性在制粒、保温期间的变化

Tab.5 Variation of urease activity during pelleting at high temperature and moisture keeping

出模料温/℃	出模水分含量/%	保温时间/min							
			0	10	20	30	40	50	60
114	5.5	保温末温度/℃	114	110	102	93	93	93	78
		脲酶活性 ΔpH 法	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
		GB 法	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
115	5.8	保温末温度/℃	115	112	111	113	110	105	105
		脲酶活性 ΔpH 法	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
		GB 法	0.05	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
98	13.3	保温末温度/℃	98	97	98	98	98	97	96
		脲酶活性 ΔpH 法	0.42	0.38	0.32	0.26	0.27	0.19	0.19
		GB 法	0.34	0.31	0.27	0.24	0.23	0.19	0.20
98	13.6	保温末温度/℃	98	98	97	97	95	94	93
		脲酶活性 ΔpH 法	0.49	0.37	0.28	0.27	0.29	0.19	0.25
		GB 法	0.38	0.30	0.25	0.23	0.24	0.16	0.22
93	15.9	保温末温度/℃	93	89	89	90	89	90	89
		脲酶活性 ΔpH 法	0.54	0.37	0.36	0.34	0.29	0.19	0.31
		GB 法	0.43	0.29	0.31	0.30	0.24	0.17	0.25
101	16.0	保温末温度/℃	101	101	101	100	101	100	99
		脲酶活性 ΔpH 法	0.20	0.08	0.07	0.05	0.01	0.02	0.00
		GB 法	0.20	0.09	0.07	0.06	0.00	0.04	0.02

注:大豆皮原料脲酶活性为 1.0 mg/(min·g),脲酶活性单位为:ΔpH 法 pH 值;国标法 mg/(min·g)。

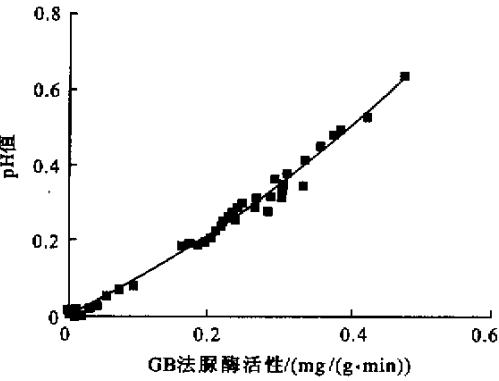


图 1 两种脲酶活性测定法结果

Fig.1 Urease activity data determined using different methods

性数值略高于国标法测得的值. 据此, 以中国国家标准为依据, 对各研究结果进行分析.

本研究结果显示, 如出模颗粒温度大于(等于) 101 ℃, 则杀灭大豆皮中脲酶的效果较明显. 制粒时间较短是灭酶的不利条件. 然而, 制粒过程中豆皮的高水分状态和制粒机对豆皮施加的高温、高压, 无疑有利于灭酶.

本试验中, 大豆皮颗粒出模温度为 98 ℃ 时, 其脲酶活性已达到安全程度(低于 0.4 mg/(min·g)). 但仅依靠这一加工参数还不能保证全部大豆皮颗粒在国家规定的脲酶活性允许范围. 在灭酶过程中, 绝大多数酶的活性呈比例降低^[8]. 本实验采用的大豆皮自身脲酶活性较低(1.0 mg/(min·g)), 采用出料温度 98 ℃ 的制粒参数, 脲酶活性为 0.34~0.38 mg/(min·g), 即制粒的灭酶率为 62%~64%. 通常, 大豆皮原料的脲酶活性范围为 1.0~1.6mg/(min·g). 在上述灭酶率下, 如原料脲酶活性为 1.6

mg/(min·g), 制粒后脲酶残留活性就可能达 0.54~0.61 mg/(min·g), 超出国家标准允许的范围.

从表 5 可得, 采用高温(出模温度大于(等于) 101 ℃)制粒可有效灭酶, 但受加工设备的限制, 并非所有厂家都能采用这种加工参数. 同时, 过高的制粒温度会在能耗、有效成分损失等方面带来负面影响. 大豆皮制粒后暂缓冷却干燥, 保持颗粒的出模温度 30~40 min, 可进一步杀灭脲酶. 在各制粒条件下, 出模颗粒经 40 min 的保温处理, 脲酶活性都低于(等于) 0.24 mg/(min·g). 即灭酶率达到 76% 以上. 即使原料脲酶活性为 1.6 mg/(min·g), 在此灭酶率下, 大豆皮颗粒中的脲酶残留活性也不会超出国家标准规定的允许范围.

3 结 论

1) 大豆皮制粒是提高大豆皮容重的有效措施. 颗粒大豆皮的容重可达 646~710 g/L, 是未制粒大豆皮容重的 5~6 倍. 2) 工厂所制颗粒大豆皮坚实度为 94.0%~99.2%, 达到国家对颗粒饲料坚实度的要求. 3) 入模水分是影响大豆皮制粒产量和生产电耗的重要因素. 调质前提高大豆皮水分可将制粒产量从 2 t/h 提高到 8 t/h, 电耗由 52 kW·h/t 降低到 13 kW·h/t. 4) 大豆皮制粒过程有杀灭脲酶的功能, 制粒温度越高, 杀灭脲酶的能力越强. 当颗粒出模温度达 98 ℃ 时, 脲酶杀灭率可达 62%~64%. 5) 进行高温颗粒大豆皮的保温处理, 能进一步杀灭脲酶. 保持颗粒温度 98 ℃ 40 min, 脲酶杀灭率由 62%~64% 增加至 76%~77%. 适宜的制粒工艺条件及制粒后处理, 可作为灭除大豆皮中脲酶和抗胰蛋白酶的新方法.

参考文献：

[1] MACGREGOR C A, OWEN F N. Effect of increasing ration fiber with soybean mill run on digestibility and lactation performance[J]. J Dairy Sci, 1976, 59: 682-689.

[2] ANDERSON S J, MERRILL J K, MCDONNELL M L. Digestibility and utilization of mechanically processed soybean hulls by lambs and steer[J]. J Anim Sci, 1988, 66: 2965-2976.

[3] GARCES Y P, KUNLLE W E, BATESDB. Effects of supplemental energy source and amount on forage intake and performance by steers and intake and diet digestibility by sheep[J]. J Anim Sci, 1997, 75: 1918-1925.

[4] 李德发. 现代饲料生产[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1997. 52.

[5] 于炎湖. 饲料毒物附毒物分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 1992. 52-54.

[6] 过世东, 李群, 王会兵. 实验室大豆皮制粒研究[J]. 饲料工业, 2001 (3) 5-7.

[7] DESCHRIFVER R. An evaluation of the urease activity test for determining the quality of soybean oil mea[J]. Vlaams Diergeneekd Tijdschr, 1997 46 333-339.

[8] 王璋. 食品酶学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1997. 238-246.