

清洁米的研究(二)

—清洁米生产与高蛋白营养米粉提取工艺的研究

朱斌昕 姚惠源 黄诗安 黄卫宁 蒋蕴珍

一、引言

清洁米制成品必须无霉、无毒、无杂质,才能免于淘洗。此外,为了提高其商品价值和食用品质,还应尽可能的减少不完善粒、腹白粒、心白粒及全粉质粒的含量,提高清洁米的透明度与光泽。因此清洁米生产工艺的研究包括糙米精选去杂、分层碾磨、白米上光、包装贮藏等一系列新工艺与新技术。为了提高清洁米生产的经济效益,分层碾磨研究中还包括高蛋白营养米粉的提取和利用。本文着重论述清洁米生产工艺中有关糙米精选、分层碾磨、白米上光与高蛋白营养米粉提取等的研究内容。

二、糙米精选与碾米对比试验

根据我国及世界各国碾米工艺的实践经验^[1]证明,要在原粮清理过程中完全去除各种杂质是困难的,或者是不经济的,有时甚至是不可能的,因为大米在生产过程中不断会产生新的杂质,如稻灰、砷糠片等。为此,必须在良好的原粮清理的基础上,进一步研究砷后糙米精选除杂的新工艺。本研究主要致力不完善粒的分选。

1. 糙米精选试验

1) 试验原粮的工艺性质见表1。

表1 试验原粮糙米的工艺性质

糙米品种	水分 (%)	不完善粒 (%)	爆腰率 (%)	异品种粮 (%)
镇江晚粳	13.88	10	20~22	2.40

2) 试验工具 ①长孔实验筛一套:规格为20×2.4毫米,20×2.0毫米,20×1.8毫米,20×1.6毫米;②方孔实验筛一套:规格为8目,10目,12目,16目;③圆孔实验筛一套:规格为φ3.4, φ3.2, φ3.0, φ2.8, φ2.6, φ2.5毫米。

3) 试验方法 用四分法取样品100克,按常规方法用不同孔型的实验筛进行筛分,并分别称取其各部分的重量。试验结果见表2。

本文1984年11月1日收到。

表2 各种不同孔型和尺寸的糙米精选试验

孔型	精选情况 尺寸	筛上物重量 (克)	筛上物含不完善粒重量 (克)	筛上物含不完善粒 (%)	筛上物含异种粮粒重量 (克)	筛上物含异种粮粒 (%)
长孔	20×2.4(毫米)	0.40	0	0	0	0
	20×2.2(毫米)	12.85	0.27	2.10	0.15	1.17
	20×2.0(毫米)	43.30	0.95	2.19	0.27	0.62
	20×1.8(毫米)	33.65	3.05	9.06	1.43	4.25
	20×1.6(毫米)	7.58	4.07	53.69	0.77	10.16
	筛底	1.91	1.85	96.86	0	0
方孔	8目	54.40	1.88	3.46	0.34	0.63
	10目	45.20	7.92	17.52	2.13	4.7
	12目	0.32	0.32	100	0	0
	16目	0.08	0.08	100	0	0
圆孔	φ3.4(毫米)	19.30	0.55	2.85	0.34	1.76
	φ3.2(毫米)	37.40	1.76	4.71	0.95	2.54
	φ3.0(毫米)	26.60	2.11	7.93	0.61	2.29
	φ2.8(毫米)	12.70	3.30	25.98	0.42	3.31
	φ2.6(毫米)	2.76	1.13	40.94	0	0
	φ2.5(毫米)	0.56	0.57	100	0	0
	筛底	0.47	0.47	100	0	0

试验结果分析见表3。

表3 试验结果分析

孔型 与 尺寸	分选效率 (%)	糙米提 取 量 (%)	提取糙米质量		不完善粒 去 除 率 (%)	异种粮粒 去 除 率 (%)
			含不完善粒 (%)	含异种粮粒 (%)		
长孔 20×2.0(毫米)		56.55	2.16	0.74	87.80	19.80
方孔 8目		54.40	3.46	0.63	81.20	20.60
圆孔 φ3.2(毫米)		56.70	4.07	2.28	76.90	11.10

从表3可知,在提取糙米数量相仿的情况下,不完善粒的去除率以长方孔最好,方孔次之,圆孔最差,说明糙米与不完善粒之间的差别以厚度最大、长度次之、宽度最小;异种粮的去除率,长孔与方孔相近,圆孔最差。

筛选是当前碾米厂最常用的分级方法,也是最经济最容易实现的方法,采用长孔筛可将含不完善粒高达10%的一般中等粳糙,分选出含不完善粒约为2%的50%左右的优质糙米用于碾制优质清洁米,分选中尚能除去各种细小杂质,为清洁米断杂提供了充分条件。被分

选的另外 50%左右的糙米,经筛分部分不完善粒和小杂,使糙米含不完善粒小于 4%,仍能完全保证加工标一米的质量。

2. 碾米对比试验

糙米精选可以提高糙米的纯度和整齐度,以保证清洁米的断杂要求和提高碾米的工艺效果。

1) 试验糙米的工艺性质可见表 1。

2) 试验工具 ①长孔实验筛:规格为 20×2.0 毫米 ②间隙式实验砂轮碾米机:规格为砂轮直径 154 毫米,米筛与砂轮间隙 10 毫米,转速 1450 转/分。

3) 试验方法 ①每次准确称取样品 200 克,按常规筛选法用实验筛进行糙米精选,将精选糙米混合成统样 ②将精选的和未精选的糙米每次分别称取 300 克,用实验米机各碾白 3 分钟,重复 3 次,分别检验其成品,取其平均值。

4) 试验结果 精选后的糙米,已去除糙碎,细砂、尘土,不完善粒含量为 1%。对比碾米试验结果见表 4。

表 4 碾 白 对 比 试 验

糙 米 情 况		精 选 糙 米	未 精 选 糙 米
碾 米 效 果	糙 米 出 率 (%)	88.33	87.67
	碎 米 率 (%)	5.10	8.50
	不 完 善 粒 (%)	0.16	3.22
	异 种 粮 粒 (%)	0.40	1.98
	爆 腰 率 (%)	26	32
	留 胚 率 (%)	0	0
	碾 白 均 匀 度	均 匀	不 均 匀
	米 粒 整 齐 度	粒 度 整 齐	粒 度 不 整 齐
外 观 色 泽		好	差

表 4 表明,经精选后的糙米进行碾米时,其工艺效果显著提高,糙米出率提高 0.66%,碎米率减少 3.4%,爆腰率降低 6%,白米精度均匀,粒度整齐,外观色泽好,不完善粒与异种粮粒含量大大减少,可见糙米精选是制备清洁米的重要工序。

三、分层碾磨与高蛋白质营养米粉提取

糙米的皮层(即糠层)含有很多营养物质,其中有蛋白质(干基)11.5%~17.2%,脂肪 12.8%~22.6%,无氮溶提物 33.5%~53.5%。还含有不宜食用的聚戊糖、木质素、半纤维素及纤维素约 6.2%~14.4%,灰分 8.0%~17.7%^[2]。糙米糠层中的二氧化硅(SiO_2),其含量大于白米的 17~19 倍,以及含有大量的植酸,它能阻碍人体对钙素与镁素的有效吸收。糙米中所含脂酶(lipase)存在于种皮之中,而所含的油脂主要存在于糊粉层、亚糊粉层与胚内,未经碾磨的糙米,其脂酶与油脂呈隔离状态,一经碾米过程中的破坏作用,使脂酶水解油脂成为可能,使米发生酸败^[2]。大多数粮粒的皮层内存在着原生性与次生性微生物的菌丝体^[2]。无疑它将影响成品白米的贮藏品质与“货架寿命”。

鉴于上述原因,要生产具有足够货架寿命的食用可口的清洁米,应将米粒的皮层全部碾削干净。但是,这在当前采用碾米机去皮的情况下,不可避免地会使米粒某些部位上的胚乳受到损失,首先是亚糊粉层的损失。而亚糊粉层中的蛋白质是籽粒中含量最高的部位,此外还含有大量的脂肪、维生素和有效矿物质^[2]。为了既要制备高质量、耐贮藏与可口的清洁米,又能回收以亚糊粉层为主的碾下物,故进行分层碾磨试验,分析其主要营养成分的分布情况,以制定合理的工艺路线和充分利用其各种副产品,以提高清洁米的质量和生产的经济效益。

1. 试验原料

- 1) 经精选的镇江晚粳糙米,含不完善粒为1%。
- 2) 经精选的镇江杂优粳糙米,含不完善粒为3.2%。

2. 试验工具

- 1) 分层碾磨设备采用上节碾米对比试验相同的间隙式实验砂轮碾米机。
- 2) 方孔实验筛一套:规格为8目、10目、12目、16目、26目。
- 3) 化学分析实验设备。

3. 试验方法

1) 分层碾磨 准确称取试样350~400克,置入试验碾米机进行碾白,每隔30秒钟取出半成品,用方孔实验筛按常规筛理方法筛理2分钟,分别收集8目,10目,12目,16目筛上物,集中称重后,继续用同样方法碾磨。26目筛上物为米胚,筛下物为糠粉。连续碾磨五次,分别称取半成品及最后白米成品的重量,计算糙出白率,并分别收集每次碾后的碾下的糠粉,分析其成分。

2) 化学分析测定方法

含水量:标准法(105℃恒重法)

粗蛋白:凯氏微量定氮法(系数5.95)

粗脂肪:索氏抽提法

粗灰分:醋酸镁酒精溶液法

粗纤维:标准方法

维生素:液相色谱

矿物微量元素及重金属:原子吸收光谱

试验结果分析见表5、6、7、8和图1、2、3、4。

4. 试验结果分析

1) 分析碾磨所测定的数据表明:①米粒中蛋白质的含量由表层外部向内部逐渐增加,在碾下物达到糙米重量的12%左右处含量为最高,达粳糙米平均含量的2.3倍与杂优粳糙米的1.7倍、越过最高点后向内层逐渐减少。②脂肪在米粒中的含量外层含量最高,达粳糙米平均含量的8.6倍与杂优粳糙米的8.4倍,由外层向内层逐渐减少。③米粒灰分含量最外层最高,达晚粳糙米的7.5倍与杂优粳糙米的7.9倍,由外层向内层逐渐减少。④米粒的硫胺素含量最外层最高,达晚粳糙米平均含量的7.1倍与杂优粳糙米的19.7倍,由米粒外层向内层逐渐减少。⑤纤维素的含量,从碾下物色泽观察,也是外层较高,向内层逐渐减少,至第四、五道碾下物的纤维素含量均在3%以下。

2) 根据成分分析结果可以断定,第一道碾下物适合于提取米糠油之用;第二、三道碾

表5 晚粳糙米分层碾磨计算及营养素成分

项 目		糙 米	碾 下 的 糠 和 粉					剩 余 白 米
			第一道	第二道	第三道	第四道	第五道	
碾 去 物 料(%)		0	4.94	2.36	2.32	1.73	1.36	
累 计 碾 去 率(%)		0	4.94	7.30	9.62	11.35	12.71	
糙 出 白 率(%)		100	95.06	92.70	90.38	88.65	87.29	87.29
营 养 成 分	粗 蛋 白 (%)	8.76	14.42	15.61	17.45	18.86	20.23	7.35
	粗 脂 肪 (%)	2.38	20.35	19.82	17.30	13.53	10.73	0.34
	灰 分 (%)	1.47	11.02	10.87	9.69	7.33	6.02	0.36
	粗 纤 维 (%)					2.86	1.83	
	硫胺素(毫克/100克)	0.51	3.61	2.77	2.71	2.58	1.94	0.03

注：曾将剩余的米进一步碾磨第六道与第七道，分别测得碾下粉料的蛋白质含量为17.09%与16.23%，逐渐降低。

表6 晚粳糙米分层碾磨后剩余白米的成品质量

含 石 (%)	含 谷 (粒/公斤)	含 稗 (粒/公斤)	含 糠 (%)	含 碎 (%)	爆腰率 (%)	留胚率 (%)	不完善率 (%)	异种粮粒 (%)
0	0	0	0.012	6.48	35	0	0	0.43

表7 杂优粳糙米分层碾磨计算及营养素成分

项 目		糙 米	碾 下 的 糠 和 粉					剩 余 白 米
			第一道	第二道	第三道	第四道	第五道	
碾 去 物 料(%)		0	4.43	2.57	2.86	1.57	1.43	
累 计 碾 去 率(%)		0	4.43	7.00	9.86	11.43	12.86	
糙 出 白 率(%)		100	95.57	93.00	90.14	88.57	87.14	87.14
营 养 成 分	粗 蛋 白 (%)	9.49	13.91	15.32	15.51	16.32	16.50	8.79
	粗 脂 肪 (%)	2.57	21.60	20.90	18.32	14.41	10.96	0.42
	灰 分 (%)	1.38	10.93	10.80	9.86	7.36	6.39	0.47
	粗 纤 维 (%)					2.76	1.34	
	硫胺素(毫克/100克)	0.23	4.52	2.77	2.71	2.71	2.32	<0.03

注：曾将剩余白米进一步碾磨第六道与第七道，分别测得碾下粉料的蛋白质含量为16.04%与16.09%，逐渐下降。

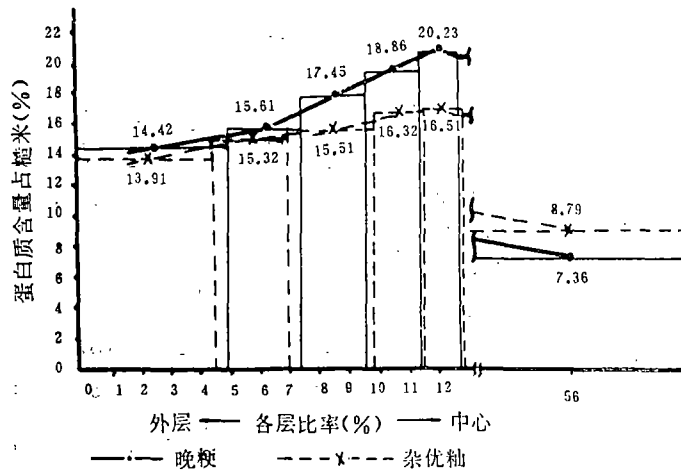


图1 糙米中蛋白质含量分布图

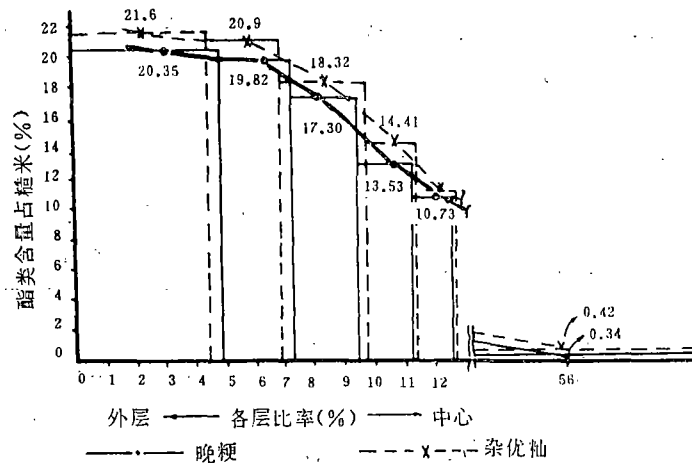


图2 糙米中脂肪含量分布图

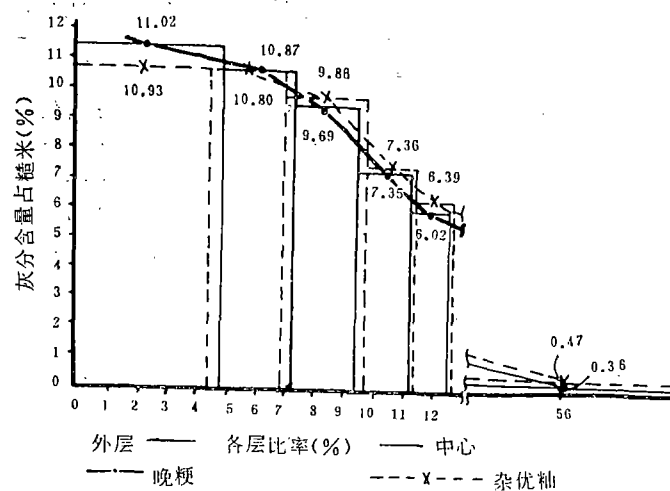


图3 糙米中灰分含量分布图

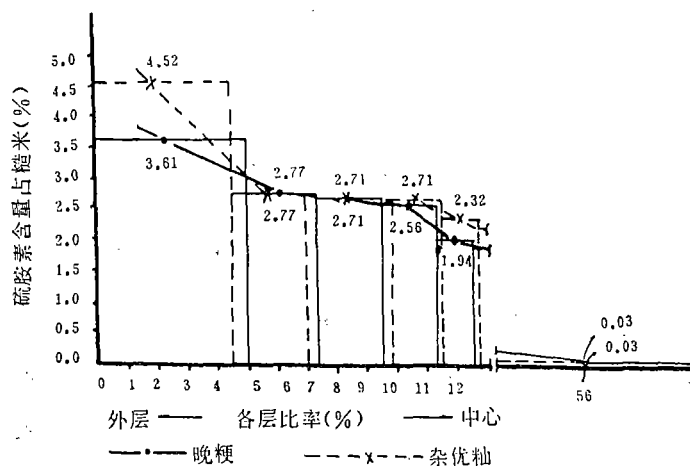


图4 硫胺素在糙米中的分布图

下物由于含淀粉较多,可用作饲料;第四、五道碾下物含有丰富的蛋白质和其它营养素,是一种高蛋白营养米粉,可作营养食品的原料或添加剂。最后剩下的白米(占糙米重量的87.29%与87.14%),达到纯净光洁,经后道工艺上光后可制备优质清洁米。

3) 从分层碾磨各道碾下物的重量比例可以得出结论,即糙米制备清洁米的碾磨工艺最少经过三道碾磨,第一道碾去糙米重量的4.5%~5.0%,第二道碾去4.5%左右,共碾去糙米重量的9%左右。糙米各部分重量比例为果皮1%~2%,种皮、珠心层、糊粉层4%~6%,胚芽2%~3%,胚乳为89%~94%。本试验中第一、二道碾下物(9%左右)相当于糙米的全部皮层,所以第三层的碾下物基本上属于含有高营养物的亚糊粉层,完全可供食品用。当然,由于碾米的籽粒群体碾磨作用,必然在第二道碾下物中会含有少量的胚乳,第三道碾下物中也必然会含有少量皮层。但是,可以肯定,分层碾磨,不仅提高成品的碾磨质量,而且可为碾下物的充分利用各得其所提供条件,从而大大提高生产清洁米的经济效益。

4) 本试验第四、五道碾下的高蛋白营养米粉具有很高的营养价值,因为大米蛋白的PER值(蛋白质效率比值)为1.8~2.1,(小麦蛋白为1.0,大豆蛋白为0.7~1.8),其中赖氨酸为大米蛋白质的第一限制性氨基酸,但其含量恰是各种粮食蛋白中含量最多的一种,并且大米中的氨基酸组成,在籽粒的所有各部分所含的蛋白质中均十分相似,再加上还含有其它营养成分,所以高蛋白营养米粉与市售的某些婴儿食品相似。(见表8)

表8 高蛋白营养米粉与某些婴儿食品主要成分对照表

产 品 名 称 成 分	高蛋白营养米粉		婴 儿	5410	婴 儿	4 个月以上
	晚 梗	杂优粳	奶 粉	乳 儿 粉	食 品	离乳食品
蛋 白 质(%)	19.36	16.41	19.70	18.80	15.50~17.50	19.00
脂 肪(%)	12.30	12.77	20.83	13.30	14.50~16.50	10.00
酯 (%)	58.28	62.92	53.16	58.10	62.33~62.61	60.00
VB ₁ (毫克/100克)	2.30	2.52	0.113	—	0.58~0.74	—
纤 维 素(%)	2.41	2.08	—	—	—	0.80
灰 分(%)	6.75	6.90	3.99	—	—	5.20

5) 在碾制清洁米过程中, 碾去了约 3% 的亚糊粉层, 某些营养素必然比不进行 深 层 碾磨有所降低, 但由于清洁米饮食时无需淘洗, 因此提取亚糊粉层的营养下降尚小于市销米在淘洗中的营养损失(见表 9)。

表 9 深层碾磨的清洁米与淘洗后市销米的营养对比

品 种	主要营养素	蛋 白 质 (%)	硫胺素(毫克/100克)
未经深层碾磨的市销白米		7.76	0.11
未经深层碾磨而经淘洗后的白米*		7.30	0.04
清洁米		7.35	0.03

* 损失量根据白米经淘洗后蛋白质损失量为 5.5~6.1%; 维生素损失为 60% 计算。

四、白米上光和成品贮藏试验

白米上光是生产优质清洁米的关键, 它能使米粒阴色透明, 在米粒表层形成一层极薄的凝胶膜, 产生珍珠光泽, 外观晶莹如玉, 煮食爽口细腻, 由于大米表面上光后有一层珠光蜡质的保护层, 不仅可防止大米在生产、贮存、运输、销售各环节中米糠的粘附或米粉脱落, 保证大米清洁卫生, 食用前不用淘洗, 而且可提高大米的贮藏性能, 保持大米口味的新鲜度, 提高大米的食用品质。

1. 上光白米的镜检试验

- 1) 试验样品: 上光前的精白米, 上光后的珠光清洁米。
- 2) 试验方法: 用扫描电子显微镜拍照片对比。
- 3) 试验结果: 见图 5 至图 10。



图 5 未上光白米表面(×10)

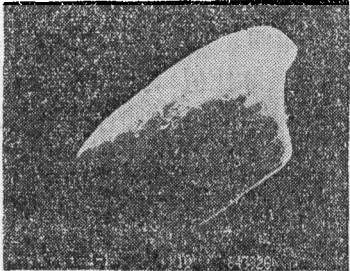


图 6 上光后的白米表面(×10)

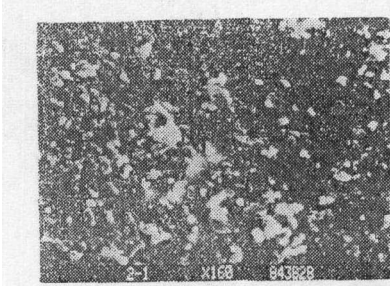


图 7 未上光白米表层局部放大(×160)

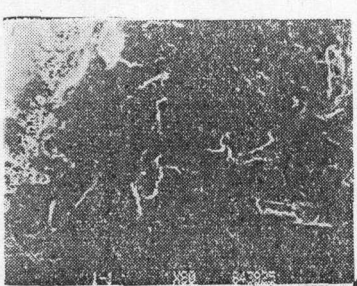


图 8 上光后白米表层局部放大(×80)

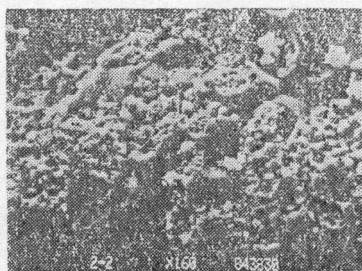


图9 未上光白米的横断面

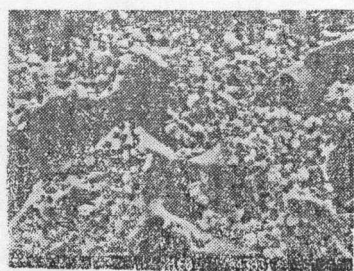


图10 上光白米的横断面

4) 试验结果分析: 由图5至8可知, 未上光白米的表面粗糙, 上光白米的表面形成光滑的凝胶层, 从图9和10可知, 上光和未上光白米的内部构造相同, 其中大粒块为大米淀粉块, 小粒为淀粉小体, 黑色弯曲线为粒内管线。

2. 清洁米贮藏试验

1) 总酸度测定 ①试验样品: 出机清洁米, 强制陈化清洁米。②测定方法: 酒精水浸出液酚酞滴定法。③测定结果: 见表10。

表10 总酸度对比

单位(毫克 NaOH/100 克)

样 品 名 称	总 酸 度
经 35~40℃强制陈化 38 天的清洁米	1.00
原始清洁米	0.93

表10表明清洁米在高温下可贮藏一个月以上, 常温可贮藏五个月以上(强制陈化一周相当于常温一个月)。

2) 微生物含量的测定 ①测定样品: 清洁米, 市销标一米。②测定方法: SPC(标准平板计数)法, 培养基为高渗饴糖水及高渗蔡氏琼脂培养基。测定结果: 见表11。

表11 微生物含量

样 品 名 称	带菌量(个/克)
市销标一粳米	6.3×10^3
市销标一粳米	3.1×10^4
上光前清洁米	$(0.3 \sim 2.0) \times 10^2$
上光后清洁米	3.5×10^2
经 40℃保温一个月后的清洁米	4.2×10^2

微生物种类以原生性交链孢霉为主要微生物, 在抛光前还有灰绿曲霉和少量青霉、毛霉。

清洁米带菌量比市售米要少得多。

清洁米在塑料袋小包装中经低、高温贮藏后, 其带菌量正常, 食用可保证无微生物毒素。

3. 清洁米新鲜度保持性的对比试验

新鲜大米挥发性米香的成分中, H_2S 为其主要成分之一, H_2S 在大米中保持能力, 可以作为大米保持新鲜度的指示物。

1) 测定样品: 无锡市销标一粳米, 珠光清洁米。

2) 测定方法: 大米样品在 N_2 气保护下蒸煮, 逐出所含 H_2S , 以醋酸锌水溶液吸收, 并用对氨基二甲苯胺及三氯化铁试剂显色后, 用分光光度计测定。

3) 测定结果: 见表 12 和图 11。

表 12 H_2S 保持能力 单位($\mu g/100g$)

	原始样	经 35~40℃ 贮藏 30 天后
市售标一粳	734.5	415.0
珠光清洁米	688.5	699.0

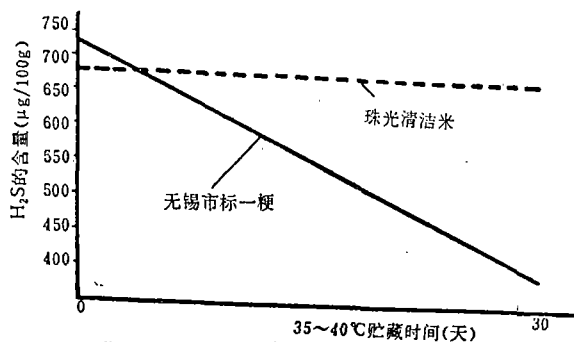


图 11

经 35℃~40℃ 贮藏 30 天后, 市售米 H_2S 含量明显下降, 感官鉴定米色发褐黄, 无光泽、有陈米臭气, 清洁米 H_2S 含量与原始样相似, 感官鉴定米色仍保持原来的洁白状态, 有光泽, 这说明珠光清洁米在高温下至少可保鲜一个月, 在常温下至少可保鲜四个月。

五、小 结

1) 糙米精选是我国大米加工向深度加工发展的技术途径, 它不仅是提高出米率、减少碎米率, 提高成品大米质量, 降低加工成本的有效技术措施, 而且为从一般原粮中选取部分优质糙米用于加工优质清洁米提供了可能, 为我国广大碾米厂生产清洁米创造了条件。长方孔筛与方孔筛是糙米精选分级、分离不完善粒的较佳孔型。

2) 分层碾磨是碾制高精度大米和清洁米的科学而有效的碾磨工艺, 三道碾白是目前碾制精洁米行之有效的碾白路线, 它不仅可改善碾米的工艺效果, 而且解决了合理收集和利用大米各部分物料的技术途径。

3) 白米上光可以使米粒表面产生珍珠蜡质光泽, 使米粒不粘糠、不脱粉, 能提高大米的商品价值和食用品质, 对白米内部起到保护作用, 使白米保持新鲜度。对加工高精度优质大米具有极其重要的作用。

4) 高蛋白营养米粉的提取为开发和利用丰富的大米蛋白资源开辟了广阔前景, 高蛋白

营养米粉的利用是很有价值的研究课题。

5) 进一步提高清洁米的营养价值, 必须进行必需氨基酸、维生素及矿物质的强化, 清洁米的生产将为大米强化打下了良好的基础。

(全文完)

主 要 参 考 文 献

- [1] 商业部湖北粮食工业科学研究所情报室, 《国外碾米工业》, 1978
- [2] Salvador Barber, Carmen Benedito de Barber 1979 年综合 Panda, Gupte 1965, Fessati et al, 1976, Leonzio 1965, Maymne eta. 1962; Yokochi 1977, Arnott, Lim 1966, Yokochi 1972; 1977, Limcangco-Lopez et al, 1962, Pivmo et al, 1970, Siriwardene 1969, Betschart et al, 1977, Lew et al, 1975 诸人的实验数据
- [3] Barbara M, Kennedy, 《Nutritional Quality of Rice Endosperm》1979, 《Rice production and utilization》Vol. 2 1980
- [4] 王鸣歧、文永昌, 《粮食微生物手册》, 上海科技出版社, 1965
- [5] Beinvenido O. Juliano, 《properties of the Rice Caryopsis》1979, 《Rice: production and utilization》Vol.2 1980
- [6] Saloador Barbor, Carmen Benelito de Bareber, 《Rice Bran: Chemistry and Technology》1979, 《Rice: production and utilization》Vol.2 1980
- [7] 张锦同、王亦芸编, 《食品与营养》, 上海科学技术文献出版社, 1983.