

ПРОИЗВОДСТВО РИСОВОГО КРАХМАЛА

ДЖ. Т. ХОГАН

I. ВВЕДЕНИЕ

Рис (*Oryza sativa* L) — одна из наиболее широко используемых зерновых культур, распространенных на всем земном шаре [1].

Рис произрастает во всех тропических странах восточной и юго-восточной Азии, включая обширные области около островов, особенно Японии. Общий мировой сбор риса составляет приблизительно 490 млн. т. Основными производителями риса являются Китай, Индия, Пакистан, Япония и Индонезия. Таиланд, Индокитай, Бирма и Филиппины также производят большое количество риса. Эти девять стран дают более 90% мирового сбора риса.

Соединенные Штаты производят около 6 млн. т, что составляет лишь немногим более 2% общего мирового сбора, но, несмотря на это, приблизительно половина риса, производимого внутри страны, экспортируется [2, 3].

II. КУЛЬТУРА РИСА В СОЕДИНЕННЫХ ШТАТАХ

Рис не должен выращиваться в воде, но так как он является водолюбивой культурой, орошение рисовых полей является наиболее эффективным методом борьбы с сорняками и насекомыми. Поэтому в Соединенных Штатах и в большинстве других стран рис выращивают в воде. Так как рисовые поля необходимо выдерживать под равномерным заливом, ростки риса определенной длины высаживают в почву, подготовленную для залива. Рис сеют вразброс с самолетов или используют механические сеялки. Поля заливают водой на глубину около 10 см. Их держат затопленными в течение 75—100 дней или до тех пор, пока рис будет готов к уборке. Перед уборкой поля осушают, чтобы по ним могли двигаться уборочные машины. Рис убирают комбайнами, когда влажность зерна достигает приблизительно 20%, и отправляют на высушивание. Так как рис нельзя перерабатывать или хранить при такой влажности, содержание влаги понижают до 12—13%. Сушку осуществляют в специальных сушилках, в которых горячий воздух пропускают через слой риса [4]. Процесс высушивания осуществляют

ется медленно, так как чрезмерная температура или слишком быстрое удаление влаги из зерна вызовет его растрескивание. Рис с содержанием влаги 20% обычно требует трехстадийного высушивания с интервалами.

III. ОБМОЛОТ РИСА

Зерна риса имеют пленки, семенную оболочку (перикарпий), зародыш и крахмальный эндосперм [6]. Оболочка зерна состоит из 6 слоев различного типа клеток, последний из которых, алейроновый, богат белками, липидами и витаминами группы В (рис. 14) [7]. Белки и минеральные соли находятся в клетках алейронового слоя и в других клетках, содержащих крахмал.

Обмолоченные высушенные зерна риса называют необрушенным или сырым рисом. Различные виды и различные сорта риса отделяют и хранят отдельно. На первой стадии обработки риса удаляют пленки и сохраняют большинство зерен в целом виде. В процессе обрушивания сырой рис загружают в большие бункера и пропускают через серию машин для обрушивания, просеивания, проветривания, удаления камней, грязи, соломы и других посторонних веществ (рис. 15) [8].

Чистый сырой рис пропускают между большими вращающимися обрушивающими камнями [9]. Зазор между камнями устанавливают по длине зерна риса. Центробежное движение заставляет зерно становиться в перпендикулярном положении; обрушивающие камни размещают довольно близко друг к другу, что обеспечивает разрушение концов пленок и освобождение зерна без его дробления. На многих мельницах используют оболочки в качестве топлива для получения электроэнергии; или ее выбрасывают как отбросы. Другие примеры использования рисовой шелухи приведены в разд. V.

После обрушивания рис транспортируют в сепаратор для разделения продуктов шелушения зерна. Рис, обрушенный на этой стадии процесса, известен как неполированный рис; его окраска изменяется от коричневой до зеленой. Затем неполированный рис направляют на шелушительную машину, где зерна очищают от коричневой оболочки и зародыша. Отруби и небольшие частички зерна постепенно проходят через сито шелушителя и отделяются аспирацией и просеиванием.

Отруби представляют собой несколько сладковатый порошкообразный продукт коричневого цвета. Хотя в свежем виде они довольно приятны на вкус и богаты липидами, минеральными солями и витаминами группы В, фактически все рисовые отруби реализуют как побочный продукт для питания животных.

Обрушенный рис имеет слегка кремовый оттенок; его называют неполированным.

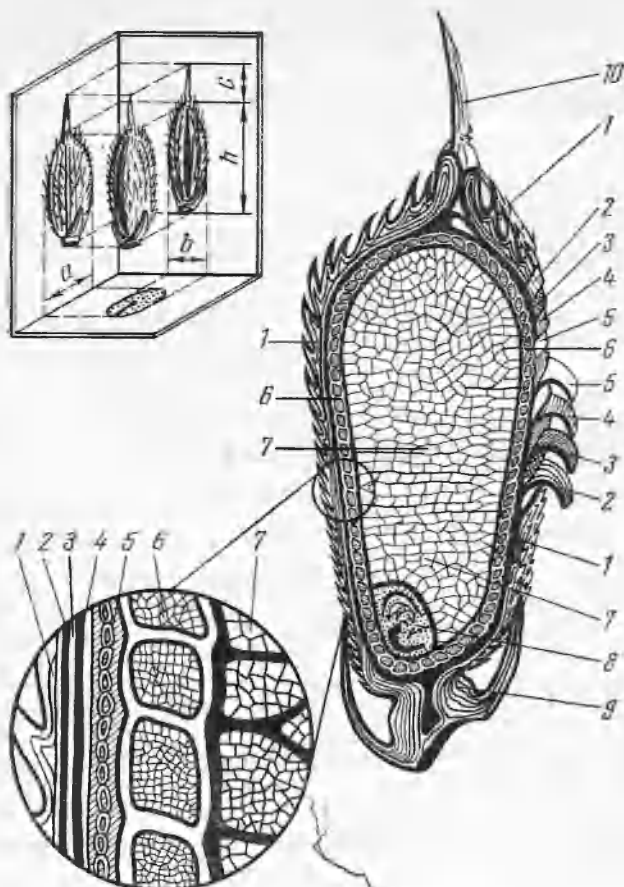


Рис. 14. Строение зерна риса [7]:

1 — оболочка (колосковая и цветковая чешуя); 2 — эпикарп; 3 — мезокарп; 4 — большой слой; 5 — семенная кожура; 6 — алейроновый слой; 7 — крахмальный эндосперм; 8 — зародыш; 9 — нецветочная оболочка; 10 — верхушка или ость; а — ширина; б — толщина; в — длина; с — длина ости.

Рисовая мука — порошок сладковатого вкуса, содержащий по сравнению с отрубями несколько большее количество углеводов и меньше жира и необработанных волокон. Ее также используют как побочный продукт для питания животных. Рис, полученный после этой операции, называется полированным.

Полированный рис состоит из белого, крахмального, эндосперма вместе с частицами алейронового слоя. Его используют непосредственно в таком виде или покрывают тальком и глюкозой в специальных машинах. Это инертное безвредное покрытие используют для того, чтобы придать рису глянец.

Несмотря на все предосторожности, некоторые зерна в процессе обрушивания дробятся. Целые и на $\frac{3}{4}$ целые зерна от-

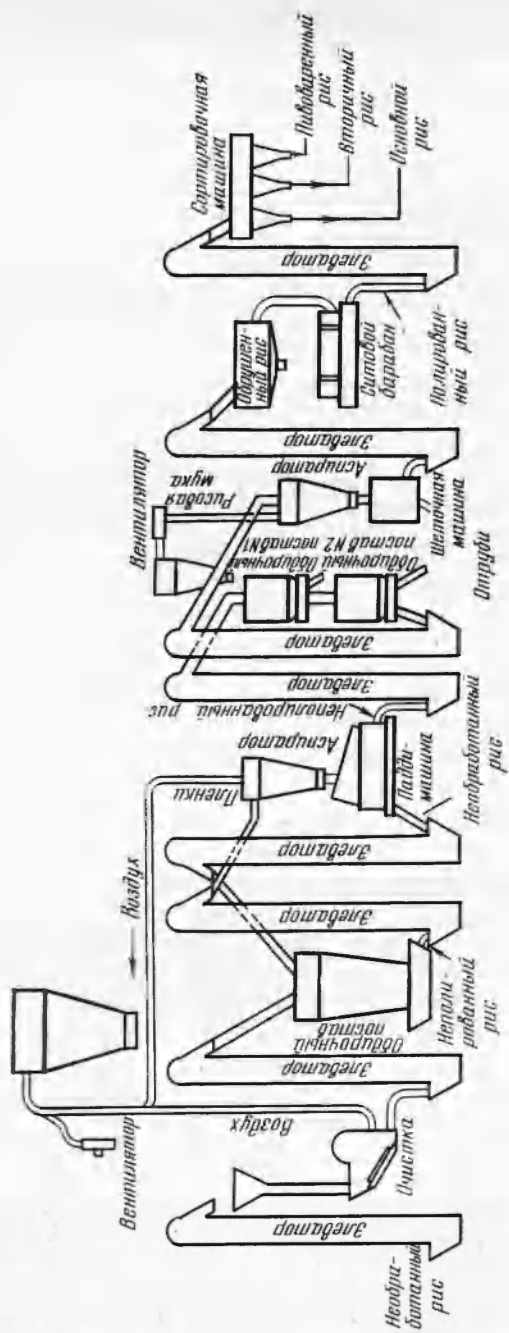


Рис. 15. Схема мельницы для измельчения риса.

сеивают и обозначают как «основной» рис; рис, поврежденный на $\frac{1}{3}$ — $\frac{3}{4}$, обозначают как «вторичный»; на $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ длины зерен — как «дробленка», а еще более мелкие осколки — как «пивоваренный». В табл. 11 показан выход основных и побочных продуктов, полученных из необработанного риса в процессе обрушивания [10].

Т а б л и ц а 11

Выход основных и побочных продуктов из необработанного риса	
	%
Пленки	17,0—21,0
Отруби	8,0—14,0
Рисовая мука	1,8— 4,0
Основной рис	37,0—65,0
Вторичный рис	2,6—11,7
Дробленка	2,1—11,0
Пивоваренный рис	2,4—4,0
Потери и отходы	1,2—3,0

Затем рис отсортировывают от красных зерен и зерен с пятнышками, инородных зерен и семян, кусочков мела, влаги, грязи, порченных и заплесневелых зерен. Чистота стандартизуется Департаментом сельского хозяйства Соединенных Штатов [11].

IV. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБРУШЕННОГО РИСА

Рис используют, как правило, для варки в виде целого обрушенного зерна. Весь поврежденный в процессе обрушивания рис используется в пивоваренной промышленности. Этот рис конкурирует с кукурузой, так как некоторые пивовары утверждают, что рисовый крахмал обладает значительными преимуществами по сравнению с другими видами крахмала.

Из риса изготавливают также бланшированные продукты [12]. Кратко процесс приготовления состоит из следующих операций: сырой рис подвергают обработке глубоким вакуумом для удаления воздуха из-под оболочек и из микроскопических пор зерна. Отключив вакуум, в резервуар подают горячую воду до тех пор, пока не поднимется давление. Под действием давления растворяются витамины и другие водорастворимые компоненты отрубей, оболочки и зародыша и переходят в эндосперм. Затем удаляют воду и пропаривают обработанный рис. Вакуум включают снова, чтобы частично подсушить рис. Дальнейшее высушивание производят с помощью теплообменного сушильного аппарата. После 8-часового умеренного нагрева рис содержит около 12—13% влаги. Назначение этой обработки в перемещении водорастворимых солей и витаминов из внешних слоев к крахмальной сердцевине зерна. Клейстеризующийся под дейст-

вием пара зерновой крахмал скрепляет пищевые элементы. Обработанный паром рис измельчается обычным способом. Однако зерна становятся жесткими и в процессе измельчения разрушаются очень медленно. Полированный рис сильно окрашен, но при варке приобретает белизну, как необработанный рис.

Белый рис также отваривают, затем обезвоживают, упаковывают и используют как продукт быстрого приготовления. При приготовлении к продукту доливают необходимое количество воды и кипятят в течение нескольких минут. Соотношение воды и риса берется и устанавливается так, чтобы рис полностью абсорбирал воду.

Обрушенный рис используют в качестве консервированного приготовленного продукта и как ингредиент супов. Так как обваренный рис меньше разлагается в условиях быстрого процесса консервирования, то его почти исключительно используют как исходный материал для этих целей. Большое количество белого обрушенного риса в виде взорванных зерен используют при приготовлении слоеных пирожков и зерновых завтраков. Поврежденный в определенной мере обрушенный рис служит материалом для получения рисового крахмала.

V. ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ ИЗ РИСА

Рисовая шелуха является превосходным абразивом [13]. Из-за высокого содержания в ней кремнезема ее с успехом применяют при полировке отливок. Она является одним из лучших наполнителей для промышленных удобрений, и ежегодно тысячи тонн ее используют для этих целей. Рисовую шелуху используют для получения мыла и фурфурола. В последнее время рисовую шелуху насыщают аммонием и используют в качестве удобрений и корма для рогатого скота [14].

Вплоть до недавнего времени, когда было установлено, что рисовые отруби богаты липидами [15], их использовали исключительно в кормовых целях. При обработке свежих рисовых отрубей коммерческим гексаном получают сырое масло из содержащихся в них свободных жирных кислот. Его можно очистить и отбелить обычными методами и получить высококачественное пищевое масло. По качеству это масло сравнимо с другими пищевыми маслами. Оно устойчиво к окислительному прогорканию; его можно демарганизировать. Качество гидрогенизированного продукта при хранении превосходит качество аналогичного продукта из хлопкового и арахисового масла.

Отходы полировки риса, включающие периферийные слои эндосперма риса, содержат около 94% перевариваемых питательных веществ и значительное количество витаминов. Их широко используют для питания скота.

Другим побочным продуктом является рисовая мука, которую получают измельчением дробленого риса. Ее используют

вместо пшеничной муки при выпечке тортов и хлеба для людей, страдающих аллергией при употреблении изделий из пшеницы, и в качестве обсыпки при упаковке замороженных бисквитов.

VI. ПОЛУЧЕНИЕ РИСОВОГО КРАХМАЛА

1. Введение

Рисовый крахмал получают в течение многих лет в Европе, в основном в Германии, Бельгии и Нидерландах. Примерно с 1932 г. вплоть до 1943 г. его вырабатывали и в США [17]. В последние годы Соединенные Штаты не производят рисового крахмала, так как стоимость исходного материала не выдерживает конкуренции со стоимостью материала для кукурузного и пшеничного крахмалов. Небольшие количества рисового крахмала время от времени импортируют из Европы для специального использования в производстве косметической пудры и в производствах, где его применение является очень выгодным.

Зерна рисового крахмала ограничены жесткой структурой белковых веществ и образуют с ними плотные ассоциаты [18]. В процессе получения рисового крахмала необходима химическая обработка для разделения крахмала и белка. Общий состав рисового эндосперма приведен в табл. 12 [19].

Таблица 12
Химический состав* измельченного риса [19]

Компоненты	Пределы, %	В среднем, %
Зола	0,36—0,61	0,48
Белки (N×6,25)	6,0—10,0	8,0
Липиды	0,26—0,95	0,54
Крахмал	87,2—93,5	90,2

* В пересчете на СВ.

Глютелин, или растворимая в щелочи фракция, является основным компонентом рисового белка [20].

2. Метод щелочного замачивания

Так как зерна рисового крахмала имеют небольшой размер и окружены не растворимой в воде белковой матрицей, необходимо размягчить зерна посредством первичной химической обработки. Орландо Джоунс, который построил крахмальный завод в Лондоне в 1840 г., запатентовал процесс, включающий операции, в основном используемые и теперь [21]. Рис замачивают для размягчения в течение 24 ч в пятикратном количе-

стве (по массе) раствора каустической соды, состоящем из одной части каустической соды на 350 частей воды. Раствор каустической соды удаляют и зерна по крайней мере дважды промывают избытком воды при сильном перемешивании. Воду удаляют и рис измельчают в истирающей мельнице, измельченную массу размешивают в десятикратном количестве раствора каустической соды. Интенсивное перемешивание способствует ускорению растворения белка в растворе каустика. Спустя 24 ч крахмал осаждают в течение 20 ч. Основная часть белковых веществ переходит в надосадочный слой щелочного раствора, который тщательно отделяют декантацией. Крахмал опять суспендируют в 20-кратном количестве воды и энергично перемешивают. Разбавленное крахмальное молоко ситуют для отделения взвешенных примесей. Промывку, осаждение, декантацию повторяют и чистое крахмальное молоко направляют на осаждение. Крахмал затем возвращают и обезвоживают фильтрацией или под давлением и затем высушивают. Сухой крахмал измельчают, упаковывают и отгружают.

В последующие годы в метод Джоунса были введены изменения. Замачивание в щелочи зачастую производят в емкостях с перфорированным дном и раствор щелочи рециркулируют через массу риса. Отделение крахмала от воды и щелочи производят центрифугированием.

Многokrатно используют щелочной замачивающий раствор, подогревая его перед замачиванием до температуры 44—54° С [22]. Джаске [23, 24] улучшил метод щелочного замачивания Джоунса путем использования при непрерывном процессе более современного оборудования. Вместо первоначального замачивания измельченных зерен рис подвергают сухому измельчению на вальцовых станках, в которых зерно обрабатывают, трижды пропуская между рифлеными вальцами. Роллы регулируют так, чтобы получить полное разрушение или измельчение стенок клеток, включающих зерна крахмала.

Измельченный рис помещают в деревянный сборник и приливают 0,25—0,33%-ный раствор каустической соды. Сборник снабжен мешалкой и сифонной трубой. На 1 т измельченного риса расходуют приблизительно 3,79 м³ раствора каустической соды. Перемешивание измельченного риса продолжается 12 ч. Отделенный крахмал осаждается. Осветленную жидкость, содержащую белок и оболочки зерна, декантацией переводят в отстойник для выделения белка. Декантация обеспечивает отделение основной части белка и крахмала.

Затем в отстойник вводят чистую воду в соотношении 3,79 м³ воды на 1 т дробленого риса. Процесс промывки продолжается относительно короткое время при энергичном перемешивании. После отстаивания риса воду декантируют и белок переводят в сборник. Рис подвергают мокрому измельчению на жерновах и смешивают со щелочным раствором той же кон-

центрации, что и для замачивания. Наблюдающаяся при измельчении мацерация способствует более эффективному растворению оставшегося белка. Суспензию риса и щелочного раствора направляют на барабанные шелковые сита для отделения крахмального молока. Взвешенные волокна отделяют и направляют в сборник выделения белка.

Крахмальное молоко концентрацией 5—10° Боме поступает на непрерывно действующие центрифуги для разделения крахмала и белка. Процесс разделения осуществляется за счет различий в плотности крахмала и белка. Белок, отделенный на центрифугах, направляют в сборник выделения протеина. Сгущенное крахмальное молоко (20—30° Боме) обезвоживают до содержания влаги приблизительно 30—40% в перфорированной центрифуге. Крахмал сушат в противоточной сушилке.

Белок выделяют в результате нейтрализации соляной кислотой щелочного раствора промывной воды и мезги. Этот процесс осуществляется в сборнике выделения белка при постоянном перемешивании. После нейтрализации белок осаждают и надосадочную жидкость декантируют как отход. Осажденный полужидкий белок обезвоживают фильтрацией и высушивают в ротационной сушилке, обогреваемой паром. Рисовый белок добавляют к корму для крупного рогатого скота.

3. Американский метод

Метод, использовавшийся в США до 1943 г., заключался в следующем [17, 25]. Обрушенный рис загружали в деревянные замочные чаны и выдерживали в растворе SO_2 в течение 72 ч. Замачивание осуществляли периодическим способом; замочная вода циркулировала через рис в чане в процессе замочки. При циркуляции воду подогревали паром, чтобы поддерживать температуру 49° С.

Затем рис направляли на жерновой постав. Измельченный продукт пропускали через барабанные и сотрясательные сита для удаления оболочек и волокон. Суспензию, содержащую рис и белок, смешивали с едким натром концентрацией 0,4%. Щелочную суспензию направляли на центрифуги типа «Вестфалия», после которых получали два схода: жидкий с большим содержанием белка и густой с большим содержанием крахмала и с некоторым количеством белка. Каждый сход возвращали на центрифуги для дополнительного разделения крахмала и белка. После обработки выводили белковую суспензию. Крахмал направляли на центрифуги фирмы «Шарплез». Крахмальную лепешку промывали в центрифуге струей воды, полученный крахмал суспендировали и фильтровали. Для этой операции использовали непрерывно действующие ротационные фильтры. Отфильтрованный крахмал высушивали в непрерывно действующих сушилках Проктора и Шварца 30—40 мин.

4. Деревенский метод

Гупта и Субрахманиан [26], исследовавшие получение крахмала из местных индийских зерновых и клубневых культур, кратко описали и процесс получения рисового крахмала. Лучшие результаты были получены ими при замачивании дробленого риса (0,15 мм) в течение 48 ч в 0,5%-ном растворе каустической соды с последующим центрифугированием в течение 15 мин при частоте вращения 2000 об/мин. Получают крахмал чистой около 97 и 92%. Метод получения рисового крахмала используют в Индии в местных деревенских условиях.

Многие производители крахмала утверждают, что рисовый крахмал нельзя выделить осаждением суспензии на желобах, что обусловлено небольшим размером зерен крахмала и, следовательно, их медленным осаждением. В Бирме, однако, рисовый крахмал успешно получают использованием сортирующих желобов [27]. Приблизительно 90 кг дробленого риса замачивают в 190—379 л 0,3—0,5%-ного раствора едкого натра в течение 1—2 дней в сборниках с перфорированными ложными днищами. Щелочной раствор удаляют в течение 10 ч. Размягченные рисовые зерна промывают водой и рис направляют в дробилку с приблизительно эквивалентным объемом 0,25%-ного раствора едкого натра, чтобы получить суспензию плотностью приблизительно 5—10° Боме. Полученную суспензию разбавляют 0,25%-ным раствором щелочи до плотности 3—4° Боме и пропускают через сотрясательное сито, обтянутое шелковым ситом. Найдено, что в целях облегчения удерживания ситом волокнистого материала для разбавления суспензии перед ситованием следует использовать нейтрализующий раствор гашеной извести. После ситования крахмальное молоко поступает на желоб около 0,6 м шириной и 25,9 м длиной. Для повышения степени чистоты крахмала его можно повторно суспендировать и вернуть на ситование или направить прямо на обезвоживающую центрифугу с перфорированным ротором. При отсутствии промышленных сушилок крахмальную лепешку разламывают на мелкие кусочки и высушивают на солнце. Получают от 60 до 94% крахмала в зависимости от тщательности осаждения на желобе.

5. Европейский метод

В производстве рисового крахмала в Европе в настоящее время эффективно используют метод щелочного замачивания с применением современного промышленного непрерывно действующего оборудования. Исходным материалом является обрубленный рис, поставляемый рисовыми мельницами. Состав обрубленного риса приведен в табл. 12 [19]. Рис предварительно очищают на сите для удаления примесей и затем направляют

на вибрационное сито для очистки риса от грязи. Поскольку рис поступает определенного качества, потери его при очистке незначительны. В чан загружают 25—30 ц риса, куда добавляют разбавленный раствор едкого натра плотностью 1,005 так, чтобы рис был закрыт на глубину около метра. После замачивания в течение 10 ч замочную воду удаляют для коагуляции белковых веществ. Эти операции повторяют несколько раз до тех пор, пока рис не станет мягким.

Содержимое замочных чанов пропускают затем через молотковую зернодробилку или оснащенный каменными кругами дезинтегратор с одновременной подачей разбавленного раствора едкого натра, обеспечивая плотность крахмальной суспензии около 1,20. Суспензию подают в сборник с мешалкой и разбавленным раствором едкого натра устанавливают рН 10; освободившийся крахмал удаляют ситованием на высокочастотных вибрационных или горизонтально смонтированных шелковых барабанных ситах. Надрешетный продукт с вибрационных и барабанных сит снова суспендируют разбавленным раствором едкого натра, направляют на повторное измельчение для дополнительного освобождения крахмала и снова ситуют на вибрационных или барабанных ситах, чтобы уменьшить потери свободного крахмала. Для снижения расхода воды используют систему противоточной промывки.

Верхние сходы с сит собирают в небольшом коническом ресивере под ситами или барабанами, чтобы можно было регулировать быстрый и почти непрерывный поток крахмального молока через систему.

Надситовой сход с последней стадии процесса ситования обезвоживают до влажности 35—45%, лепешку высушивают в пневматической сушилке и скармливают животным.

Крахмальное молоко с сит подают в отстойную центрифугу с нижней выгрузкой осадка. Крахмальная лепешка оседает в барабане, а легкий белковый материал уносится с жидким верхним сходом. После заполнения окрашенную поверхность центрифужной лепешки, содержащую белок и другие окрашенные материалы, удаляют с помощью скребка. Разделение основного и окрашенного материала можно произвести скоблением лепешки крахмала. Самые дальние от середины слои имеют высокую чистоту, а внешние слои имеют высокое содержание белка и инородных материалов. Каждый из них можно удалить для повышения чистоты основного продукта или вернуть для дальнейшей очистки.

Для специальных целей крахмал отбеливают с помощью гипохлорита натрия в течение 1 ч при рН несколько выше 8,3. Остаток хлора удаляют кислотой или двуокисью серы и устанавливают рН 7. Крахмал обезвоживают и промывают на непрерывно-действующем вакуум-фильтре, снова разводят чистой

водой и обезвоживают до содержания влаги около 35% в центрифуге с перфорированным барабаном.

Влагу затем удаляют до 12% во вращающейся, обогреваемой паром с противотоком воздуха сушилке, после чего крахмал измельчают и затаривают. Выход составляет от 75 до 80% к крахмалу.

Воду после замачивания, обезвоживания и центрифугирования нейтрализуют кислотой или сернистым газом до изоэлектрической точки белка (рН 6,4), белок осаждают и направляют на центрифугирование или фильтрацию.

Высушенный белковый концентрат используют для приготовления кормов.

VII. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Grist D. H., «Rice», Longmans, Green and Co., 3rd Ed. London, 1959, p. 3.
2. Walker R. K., «Rice». Louisiana State Dept. of Agriculture and Immigration, Baton Rouge, La, 18th Ed., 1960, p. 3.
3. Koptmeyer M. R. «Rice—The Most Important Food in the World», Rice Consumer Service, Louisville, Kentucky, 1951, p. 4.
4. Dachtler W. C. «Research on Conditioning and Storage of Rough and Milled Rice», U. S. Dept. Agr., ARS 20—7 (Nov. 1959), p. 22.
5. Efferson J. N., Rice J. «Ann. Issue», 1956, 59, No. 7, 1.
6. Santos J. K.—«Philippine J. Sci.», 1933, 52, 475, plates 1—7.
7. Birasio L., Gariboldi F., Illustrated Glossary of Rice Processing Machines. Food Agr. Organ. U. N., Rome, 1957, p. viii.
8. Autrey H. S., Grigoroeff W. W., Altschul A. M., Hogan J. T.—«J. Agr. Food Chem.», 1955, 3, 593.
9. Aien A., Faunce A. D. Equipment for the Preprocessing of Rice. In: Food Agr. Organ. U. N., FAO Agr. Develop. Paper. No. 27, 1953.
10. McCall E. R., Hoffpauir C. L., Skau D. B. The Chemical Composition of Rice—A. Literature Review U. S. Dept. Agr., ARS, AIC—312. 1951, p. 8.
11. United States Standards for Rough Rice, Brown Rice, and Milled Rice», U. S. Dept Agr., AMS, Washington, D. C. 1961.
12. Matz S. A. The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Food, Avi Publishing Co., Westport, Conn., 1959, p. 444.
13. Lathrop E. C.—«Rice Ann.», 1952, 13—16, 69.
14. Sonnier A.—«Rice J.», 1963, 66, No. 13, 7.
15. Jurgens J. F., Hoffpauir C. L.—«J. Am Oil Chemists Soc.», 1951, 28, 23.
16. Feuge R. O., Reddi P. B. V.—«J. Am. Oil Chemists Soc.», 1949, 26, 349.
17. Starches Dextrines and Related Products.—«U. S. Tariff Comm. Rept., 2nd Ser.», 1940, 138, p. 42.
18. Rao B. S. Proc. Indian Sci. Congr., 35th, Part II, presidential address, 1, 1948.
19. McCall E. R., Jurgens J. J., Hoffpauir C. L., Pons W. A., Jr., Stark S. M., Jr., Cucullu A. F., Heinzelman D. C., Chnino V. O., Murray M. D.,—«J. Agr., Food Chem.», 1953, 1, 988.
20. Jones D. B., Csonka F. A.,—«J. Biol. Chem.», 1927, 74, 415.
21. Jones O. British Patent 8 488 (1840).
22. Wise F. B.—«Bull's Eye Assoc. Rice Millers», 1921, 1, No. 11, 18.
23. Jaschke O. U. S. Patent 1 681 118 (1928); «Chem. Abstr.», 1928, 22, 3799.
24. Jaschke O.—«Rice J.», 1929, 32, No. 9, 14.
25. Hykdon R. G. Personal communication, 1963.
26. Das Gupta H. P., Subrahmanyam V.—«Agr. Lireslock India», 1934, 4, 645.
27. Nyun U. T., Nyun U. T., Tin D. T.—«J. Burma Res. Soc.», Rangoon, 1950 39, 33.