

**Алиев Камиль Рамазанович**, к.т.н., доцент,  
Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(государственный технологический университет)

**Тиникашвили Натела Арчиловна**, к.х.н., доцент,  
Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(государственный технологический университет)

**Бирагова Нателла Фёдоровна**, д.т.н., профессор,  
Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(государственный технологический университет)

**Циптаури Екатерина Владимировна**, студентка,  
Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(государственный технологический университет)

## СОРТОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РИСА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЕГО ПОТЕНЦИАЛА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭТИЛОВОГО СПИРТА

**Аннотация.** Для определения наилучшего крахмалсодержащего сырья было исследовано шесть сортов риса: «Больдо», «Бурый», «Жасмин», «Золотистый», «Круглозёрный» и «Лазер». Целью исследований было выявление наиболее подходящих сортов для производства этилового спирта на основе их физико-химических характеристик.

**Ключевые слова:** Рис, sake, кодзи, сорт.

Крепостью около 14-16% об., sake – это японский напиток, созданный путем натуральной ферментации. Его уникальность во многом определяется использованием шлифованного риса. Это связано с тем, что только в центральной части рисового зерна присутствует крахмал, жизненно важный для процесса брожения. Шлифовка риса подразумевает удаление от 25% до 70% его внешних слоев. После этой обработки рис подвергается промывке, замачиванию и пропариванию.

В основе производства sake, помимо риса, лежат три ключевых ингредиента: вода, кодзи и сьюбо. Кодзи – это особый вид риса, который был засеян плесневым грибом кодзикин, известным также как *Aspergillus oryzae*. Сьюбо же представляет собой активную дрожжевую закваску, которая сама по себе является результатом ферментации риса, воды, кодзи и дрожжей. Оба эти компонента, кодзи и сьюбо, являются неотъемлемой частью уникального процесса двойной параллельной ферментации. Суть этого процесса кроется в том, что рис содержит крахмал, но не имеет природного сахара, необходимого для традиционного брожения. Именно здесь проявляется роль кодзи: содержащийся в нем фермент способен расщеплять крахмал до сахара. Этот полученный сахар затем используется дрожжами, входящими в состав сьюбо, для производства спирта. Важно отметить, что оба эти этапа – преобразование крахмала в сахар и последующее спиртовое брожение – происходят одновременно.

После двойной ферментации неочищенное sake проходит ряд этапов: отжим, фильтрацию, двойную пастеризацию и выдержку, и лишь затем его бутилируют.

Это демонстрирует, что тысячелетний опыт мастеров Юго-Восточной Азии, при условии его адаптации к современным машинам и аппаратурно-технологическим схемам, обладает потенциалом вывести технологию спиртового производства на совершенно новый уровень.



Химический состав риса впечатляет: он состоит преимущественно из крахмала (до 74%), а также включает витамины группы В (В1, В3, В6, РР, Н), витамин Е, восемь аминокислот и белки (7%). Кроме того, в нем присутствуют моно- и дисахариды, а также ряд микроэлементов, таких как фосфор, калий, железо, цинк, кальций, селен и йод. Особое значение имеет соотношение калия и натрия (5:1), которое способствует поддержанию гомеостаза кислотно-щелочного равновесия в организме человека. Однако эти нутриенты в полной мере доступны только при употреблении неочищенного риса, таких как процесс шлифовки и полировки.

*Состав риса:*

Наименование веществ	Концентрация вещества
Жиры	0,58 гр.
Белки	6,61 гр.
Углеводы	79,34 гр.
Вода	12,89гр.
Зола	0,58 гр.

В 100 г риса содержатся 9% суточной нормы белка, жиров - 1% и углеводов - 26%.

Полезные свойства риса сильно зависят от его исходного состава, который, в свою очередь, формируется под влиянием сорта, условий выращивания, а также степени и типа обработки. К последним относятся очистка (шелушение, шлифовка, полировка), пропаривание и возможное применение генномодификаций.

В итоге, рис, который был минимально очищен (только от шелухи), оказывается богаче полезными веществами, чем рис, прошедший более интенсивную обработку.

Рис сорта "Бальдо" – это среднезерновой, слегка вытянутый рис, цвет которого варьируется в зависимости от разновидности. Являясь потомком сорта "Арборио", "Бальдо" унаследовал его крупные зерна, устойчивые к развариванию. При этом он превосходно впитывает жидкости, вкусы и ароматы. "Бальдо" – это крупный шлифованный рис с насыщенным вкусом. Его зерна, кристально прозрачные, сохраняют свою структуру и уникальный вкус даже после приготовления. "Бальдо" бывает белым, прозрачным и коричневым (последний часто называют Пьемонтским). Коричневый "Бальдо" считается деликатесом. Важно отметить, что качественный продукт не содержит поврежденных зерен. Если они все же встречаются, повторная сортировка не требуется, так как после термической обработки "Бальдо" выглядит однородно.

Рис сорта «Бурый» подвергается минимальной обработке, благодаря чему сохраняет свою отрубную оболочку. Именно эта оболочка придает ему легкий ореховый привкус. Нешлифованный рис обладает ярким, насыщенным вкусом и уникальным ароматом. Однако его главное преимущество не только в этом. Основная ценность бурого риса заключается в том, что отрубная оболочка сохраняет в себе множество витаминов и полезных веществ.

Рис сорта "Жасмин" – это высококачественный длиннозерный рис, который выращивают в Таиланде и Камбодже. Его название, "благоухающий", точно отражает его суть: аромат этого риса напоминает запах жасмина, а его зерна – белоснежные лепестки. "Жасмин" – относительно новый сорт, его начали культивировать всего около 70 лет назад. Основной сбор урожая приходится на декабрь, когда заканчивается сезон тропических дождей. Эти дожди играют важную роль в развитии риса, способствуя накоплению крахмала и улучшая его потребительские качества.

Зерна риса "Жасмин" имеют идеально гладкую и белоснежную поверхность. При варке они равномерно увеличиваются в размере, слегка слипаются, но при этом сохраняют свою



форму. Качественный рис "Жасмин" не должен иметь никаких пятен; их наличие может указывать на проблемы в процессе обработки или хранения.

Рис сорта «Золотистый» — это генетически модифицированный вариант обычного риса (*Oryza sativa*), разработанный для борьбы с дефицитом витамина А в регионах, где он является серьезной проблемой. Благодаря генной инженерии, этот рис способен производить бета-каротин, вещество, которое в организме человека превращается в витамин А (ретинол), непосредственно в съедобной части зерна. Он предназначен для использования в качестве основы для обогащенных продуктов питания.

Идея создания "золотого" риса возникла в 1990-х годах, когда несколько научных групп независимо друг от друга начали исследовать возможности биосинтеза витамина А в рисе.

Для получения "золотого" риса в геном обычного риса были добавлены два гена: ген *psy* (фитоенсинтаза) из нарцисса и ген *cr1* (фитоендесатураза) из бактерии *Erwinia uredovora*. Эти гены были активированы только в эндосперме, то есть в самом зерне риса. Первая версия "золотого" риса содержала 1,6 мкг каротиноидов на грамм. В 2004 году была разработана улучшенная версия, "золотой рис 2", содержащая более 37 мкг каротиноидов на грамм. Именно с этого момента начались испытания этого сорта в контролируемых тепличных условиях.

Рис сорта "Лазер" имеет зерна белого цвета с едва уловимым кремовым оттенком. Он полупрозрачный, отличается мягкой текстурой и высокой крахмалистостью. При термической обработке эти крупные, матово-белые рисинки значительно увеличиваются в объеме. Однако, сорт "Лазер" характеризуется относительной хрупкостью.

Шлифованный рис сорта «Круглозерный» легко идентифицировать по его округлой форме и белоснежному цвету зерен, что обусловлено высоким содержанием крахмала. Этот рис получают путем удаления отрубевой оболочки с поверхности зерен. Данная разновидность риса имеет короткие, округлые зернышки, длина которых не превышает 5 миллиметров.

Проведённый обзор различных литературных источников позволил нам сформировать отчётливое видение по проблемам биотрансформации питательных веществ рисового зерна в этиловый спирт.

Исходя из анализа литературных данных, были отобраны шесть образцов риса разных сортов: «Больдо», «Бурый», «Жасмин», «Лазер», «Золотистый» и «Круглозёрный», наименования которых представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование сортов и производителей опытных образцов риса.

№	Наименование сорта	Торговая марка производителя
1.	«Больдо»	«Дары Кубани»
2.	«Бурый»	«Макфа»
3.	«Жасмин»	«Националь»
4.	«Золотистый»	«Дары Кубани»
5.	«Круглозёрный»	«Макфа»
6.	«Лазер»	«Националь»

Исследовательская работа заключалась в проведении исследования физико-химических свойств различных образцов риса для научного обоснования дальнейшего выбора наиболее оптимальных вариантов. Кроме того, на данном этапе исследовалась возможность проведения эффективного помола до частиц размером менее 1 мм.



Для отбора оптимальных сортов риса были проведены исследования их физико-химических свойств, к которым относились:

- влажность зерна;
- массу тысячи зёрен;
- степень измельчения;
- проход через сито №1;
- условная крахмалистость.

Полученные в результате исследований результаты по всем сортам риса, были структурированы в сводной таблице 2.

Таблица.2

Результаты изучения физико-химических показателей качества риса

Сорта анализируемых образцов риса	Влажность, %	Масса 1000 зёрен, гр.	Степень измельчения	Проход с сита, %	Условная крахмалистость, %
Больдо	12,97	31,27	5,02	90,22	65,2
Бурый	9,76	31,17	5,01	91,06	70
Жасмин	11,8	17,85	4,49	97,44	83,6
Золотистый	10	17,25	3,98	94,6	65,8
Лазер	11,75	17,22	4,3	90,7	63,3
Круглозёрный	11,98	18,43	3,63	91,74	68,7



Рис. 1 Содержание влаги в различных сортах риса.

Из таблицы видим, что наибольшей влажностью (12,97%) и массой тысячи зёрен (31,27 грамм) обладает рис сорта «Больдо». Наименьшим содержанием влаги (9,76%) характеризуется сорт риса – «Бурый», хотя масса тысячи зёрен у зёрен данного сорта тоже сравнительно высокая (31,17 грамм), как и условная крахмалистость (70%).





Рис. 2 Условная крахмалистость в различных сортах риса.

Условная крахмалистость - один из ключевых критериев определяющих технологическую ценность риса. Наибольшей условной крахмалистостью обладают зерна риса сорта «Жасмин» (83,6%), наименьшей условной крахмалистостью характеризуется сорт риса «Лазер» (63,3%), таким образом, дисперсия значений условной крахмалистости риса составляет 20,3%.

Измельчение зерна является важной подготовительной, технологической операцией, которое позволяет увеличить биодоступность частиц крахмала для ферментных препаратов и культуры дрожжей. Основным критерием, определяющим эффективность помола, является степень измельчения зерна, характеризующееся как отношение размера зерна до помола, к размерам зерна после измельчения. По этому показателю наименьшими значениями характеризуются – сорта «Золотистый» (3,98) и «Круглозёрный» (3,63). Сорта «Лазер» и «Жасмин» демонстрируют посредственные результаты по степени измельчения (4,3 и 4,49 соответственно). Таким образом, процесс измельчения зёрен риса сортов «Больдо» и «Бурый» при прочих равных условиях на производстве, ожидается менее затратным, чем процесс измельчения зерна риса сортов «Золотистый» и «Круглозёрный».

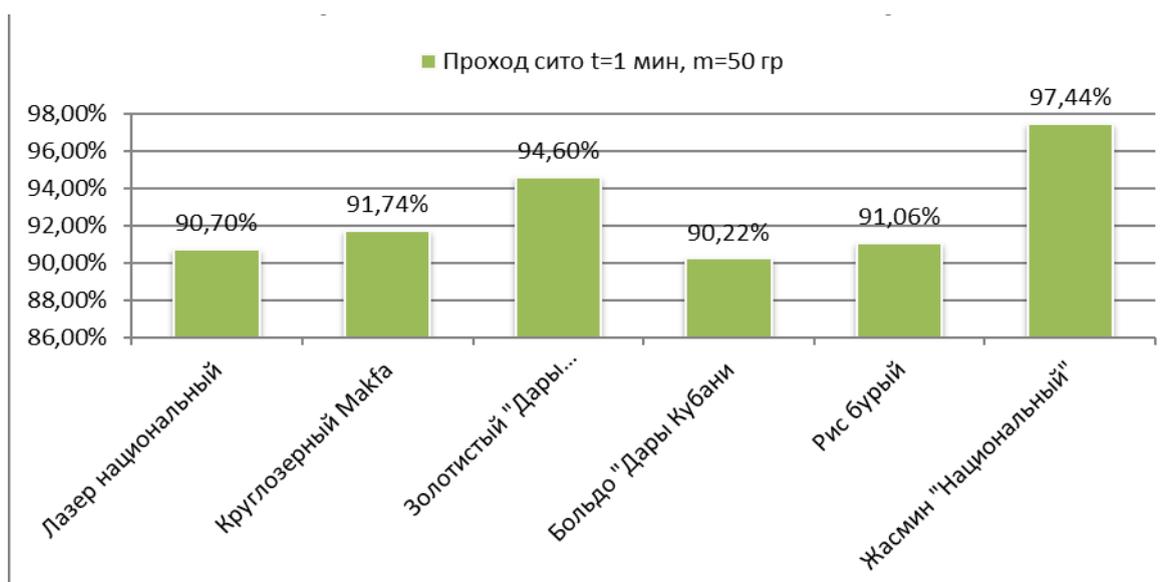


Рис. 3 Определение прохода измельчённых фракций риса через сито №1.



Процент прохода через сита с диаметром сечения 1 мм, оказались наивысшими у зерна сорта «Жасмин» (97,44%) и «Золотистый» (94,3%), т.е. сорт риса с самой высокой условной крахмалистостью и посредственными значениями степени измельчения, продемонстрировал самые высокие показатели прохода через сито №1. Худшие показатели продемонстрировало зерно сорта «Лазер» (90,7%), которое также показало худшие показатели по массе тысячи зёрен и условной крахмалистости.

*Выводы:*

Таким образом, по результатам всестороннего изучения шести сортов риса («Больдо», «Бурый», «Жасмин», «Золотистый», «Круглозёрный», «Лазер»), включавшего оценку влажности, массы 1000 зёрен, условной крахмалистости и пригодности к тонкому помолу, были выделены сорта «Бурый», «Жасмин» и «Круглозёрный» как наиболее перспективные для дальнейших исследований.

*Список литературы:*

1. Альшевский А.С. А 59 Книга о сакэ/А.С. Альшевский. – М.: ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель», 2002. – 62 с.
2. Изотова Н.Н. Сакэ как неотъемлемая часть культурного наследия Японии. Culture and Civilization. 2019, Vol. 9, Is. 4A. С. 33 – 38.
3. Казаков Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки/ Е.Д. Казаков, В.Л. Кретович. – М.: Колос, 1980. – 336 с.
4. Богданов Ю.П., Зотов В.Н., Колосков С.П. Справочник по производству спирта. Оборудование, средства механизации и автоматизации. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 480 с.
5. Ильинич В.В., Бурачевский И.И. Технология спирта и спиртопродуктов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 348 с.
6. Маринченко В.Л., Цыганков П.С., Швец В.Н. Интенсификация спиртового производства. – Киев: Техника, 1983. – 128 с.
7. Яровенко В.Л. Технология спирта. – М.: Колос, 2002. – 463 с.

