

AGROTECHNOLOGIES AND AGRICULTURAL INDUSTRY

Воронюк Зоя Степанівна

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник,
завідувачка відділу технології Інституту рису НААН України

Ткач Маргарита Станіславівна

науковий співробітник відділу технології Інституту рису НААН України

БІОХІМІЧНИЙ СКЛАД ЗЕРНА РИСУ ТА КУЛІНАРНІ ВЛАСТИВОСТІ КРУПИ ЗА ВИРОЩУВАННЯ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

***Анотація.** Попит на продукцію рисівництва у світі зростає з кожним роком. У зв'язку з цим вимоги до зерна і крупи рису залежать переважно від традицій та смакових переваг місцевого населення. Споживча цінність рису визначається його біохімічним складом: За рівнем калорійності (3590 кал/100 г крупи) рис не поступається пшениці, має найвищий серед усіх злаків уміст крохмалю в крупі (до 85 % на суху речовину) та коефіцієнт засвоєння приготовленої крупи (до 96 %). На відміну від інших зернопродуктів рис має порівняно низький вміст білка – 7–8 %, але за біологічною цінністю він наближається до білка тваринного походження, засвоюваність якого із шліфованого зерна перевищує 98 %, що пов'язано з високим відносним вмістом лізину (0,31 %). Ці властивості рисової крупи зумовлюють її споживчу цінність та використання в дієтичному, лікувальному та дитячому харчуванні.*

***Ключові слова:** рис, сорт, білок, крохмаль, мінеральне живлення*

Велике значення має харчова цінність рису та продуктів його переробки, яка характеризується певним умістом білка, крохмалю, мінеральних елементів, вітамінів та інших речовин, які визначають легкість засвоєння страв з рисової крупи.

Людина вживає в їжу безліч страв з рису, використовуючи при цьому цілі, подрібнені, облущені, шліфовані і поліровані, недостиглі і пророслі зернівки. Використовується не тільки крупа, але й борошно, крохмаль, висівки, масло та ін.

Для того, щоб мати уяву про продукцію, яку отримують із зерна рису, коротко розглянемо будову зерна. Плід рису – зернівка, зовні прикрита двома квітковими лусками, які виконують захисну функцію. Не шліфований рис складається з зовнішніх шарів перикарпію, насінневої оболонки і нуцеллуса; зародка; ендосперму [1].

Крупа рису містить досить велику кількість складних вуглеводів (крохмаль), що визначає його поживність, при цьому 50 % крохмалю легко засвоюється організмом людини. Зерна риса на 7-15 % складаються з білків, з високим вмістом незамінних амінокислот: валіну, лізину, метіоніну. Досить важливим є той факт, що в рисі, на відміну від інших злаків, не міститься глютену – рослинного білка, який викликає алергічну реакцію. Крім цього він містить лецитин, відомий активатор мозкової діяльності, олігоцукри, які відновлюють кишківник, і гамма-аміномасляну кислоту, яка допомагає стабілізувати кров'яний тиск.

Щоб отримати крупу, зерно рису проходить декілька стадій обробки – лущення, шліфування або полірування, внаслідок чого віддаляється зародок і алейроновий шар, які містяться максимальну кількість мікроелементів і незамінних амінокислот, жирів і вітамінів. Чим сильніше оброблене рисове зерно, тим менше в ньому залишається цінних речовин (табл. 1, 2).

Таблиця 1

Склад зерна рису (вологість 14 %) та його фракцій після переробки на крупу, % [6]

Фракції рису	Сирий протеїн	Жир	Волокна клітковини	Зола	Доступні вуглеводи	Енергетична цінність, КДж/100 г	Щільність г/мл
Рис сирець	5,8–7,7	1,5–2,3	7,2–10,4	2,9–5,2	64–73	1580	1,17–1,23
Не шліфований рис	7,1–8,3	1,6–2,8	0,6–1,0	1,0–1,5	73–87	1520–1610	1,31
Рис крупа	6,3–7,1	0,3–0,5	0,2–0,5	0,3–0,8	77–89	1460–1560	1,44–1,46
Мучка (висівки)	11,3–14,9	15,0–19,7	7,0–11,4	6,6–9,9	34–62	670–1990	1,16–1,29
Луски (лушпиння)	2,0–2,8	0,3–0,8	34,5–45,9	13,2–21,0	22–34	1110–1390	0,67–0,74

У рисі, особливо неочищеному, міститься цілий коктейль активних речовин – він є важливим джерелом кількох вітамінів групи В: тіаміну (В1), рибофлавіну (В2), ніацину(В3) і піридоксину (В6); вітамінів РР, Е,каротину, які сприяють зміцненню нервової системи і благотворно впливають на стан шкіри, волосся і нігтів. Рис містить достатню кількість необхідних нашому організму мікроелементів: калій, фосфор, цинк, залізо, кальцій, йод і селен.

Як бачимо, чим більший ступінь обробки зерна рису застосовується при отриманні крупи, тим більше втрачається біологічно цінних речовин (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст вітамінів в крупі рису, мг/кг [6]

<i>Вітамін</i>	<i>Рис обрушений</i>	<i>Рис шліфований</i>	<i>Втрати, %</i>
В ₁ (тіамін)	4,3	0,8	81,4
В ₂ (рибофлавін)	0,57	0,24	57,9
РР	46,2	12,7	72,5
Біотин	0,121	0,042	65,3
В ₆ (піридоксин)	10,3	4,5	56,3
Пантотенова кислота	16,4	6,4	61,9

У цьому відношенні певним попитом користується не шліфований рис (рис. 1). В процесі його обробки зберігається поживна висівкова оболонка, яка і надає крупі світло-коричневе забарвлення. Такий рис зберігається недовго через те, що в його зернах залишається верхній шар з підвищеним умістом жиру, який швидко окислюється та стає гірким на смак.



Рис. 1. Бурий (коричневий) не шліфований рис та рис отриманий за технологією парбойлінгу

Певні переваги має крупа рису виготовлена за технологією парбойлінгу (волого-теплової обробки зерна). Цей різновид рисової крупи відрізняється янтарно-жовтим відтінком, при обробці паром в ньому зберігається до 80% корисних речовин з висівкової оболонки. Після парової обробки зерна рису спеціально підібраних сортів покращуються його фізико-хімічні, технологічні, біологічні та естетичні властивості. Вариться такий рис дещо швидше від звичайного (від 25 до 30 хвилин), і в процесі приготування віддає жовтизну воді, а сам стає білосніжним і не злипається навіть після повторного підігріву. Нажаль, в нашій країні виробництво такого продукту не відлагоджено.

Концентрація білка в зерні рису залежить в першу чергу від сортових особливостей і є генотиповою ознакою (табл. 3). При оцінці зерна рису сортів вітчизняної селекції встановлено, що більший вміст цієї речовини відмічається у сортів з більш короткою тривалістю періоду вегетації. Вочевидь ранні строки дозрівання, які припадають на кінець літа і характеризуються досить високим температурним режимом, сприяють накопиченню білка в зерні.

Лідерами за вмістом білка в зерні є ранньостиглі сорти рису Фагот і Галеон. Серед сортів з тривалішим періодом вегетації більше білка в зерні накопичує сорт Віконт. В цілому більшість сортів рису селекції Інституту рису НААН мають у складі свого зерна середній вміст білка, вміст цієї речовини понад 9 % можна вважати підвищеним.

Вважається, що сорти, найбільш чутливі до внесення високих доз азотних мінеральних добрив, мають підвищену здатність до біосинтезу білка [2].

Таблиця 3

**Біохімічні характеристики зерна рису сучасних сортів, селекції
Інституту рису НААН (вміст в перерахунку на суху речовину)**

Сорт	Вміст білка, %	Вміст крохмалю, %	Вміст амілози, %
Ранньостиглі сорти рису			
Престиж	8,79	65,80	18,29
Лазуріт	7,04	64,58	17,94

Продовження таблиці 3

Серпневий	7,90	66,42	18,17
Агат	8,25	65,19	19,56
Корсар	8,87	65,80	19,24
Преміум	8,65	67,04	17,14
Фагот	9,14	66,3	18,20
Галеон	9,72	68,88	19,94
Середньостиглі сорти рису			
Віконт	8,09	66,42	17,85
Онтаріо	7,86	68,88	19,06
Маршал	7,36	67,04	18,67
Україна 96	7,31	67,04	16,49
Консул	7,06	69,5	19,53

Але не у всіх сортів збільшення концентрації білка в зерні корелятивно пов'язано з підвищенням продуктивності [3].

За результатами наших досліджень встановлено, що вміст білка в зерні рису в значній мірі піддається модифікаційній мінливості і залежить від умов вирощування та рівня агротехніки. Модифікаційну мінливість окремих показників біохімічного складу зерна рису залежно від агротехнічних і агроекологічних факторів вивчали на прикладі трьох сортів з різною тривалістю вегетаційного періоду та неоднаковим типом зернівок: Лазуріт – підвид *japonica*, ранньостиглий (вегетаційний період 108–114 діб), зернівка подовженої форми, широка (індекс необлущеного зерна 2,8–2,9); Консул – підвид *japonica*, середньостиглий (125–132 доби), зернівка округлої форми, крупна (2,5–2,6); Маршал – підвид *indica*, середньостиглий (122–130 діб), довгозерний (4,3–4,5). Всі сорти мають білу зернівку амілозного типу,

У результаті проведених хімічних аналізів встановлено, що найбільший вміст білка (6,70–8,31 %) залежно від варіанту мінерального удобрення, відмічався в зерні рису сорту Лазуріт, зерно рису індійського підвиду (сорт Маршал) характеризувалося низьким вмістом цієї речовини – 5,48–6,94 % (табл. 4).

Підвищення фону азотного живлення сприяло збільшенню вмісту білка в зерні. Стійке збільшення вмісту білка в зерні ранньостиглого сорту рису Лазуріт з 6,7 до 8,31 % спостерігалось при підвищенні дози азотного живлення від 0 до 150 кг/га д. р., підвищення дози до 180 кг/га азоту було неефективним.

У сортів рису з більш тривалим періодом вегетації (Консул, Маршал) максимальна кількість білка – 7,25 і 6,94 % відповідно накопичувалася у варіанті з внесенням азотних добрив в дозі 180 кг/га д. р. на фоні P₆₀K₄₅

Таблиця 4

Вміст білка в не обрешеному зерні рису залежно від сорту та рівня мінерального удобрення, % в сухій речовині (середнє 2018–2019 рр.)

Варіант	Сорти рису			Середнє за варіантами удобрення
	Лазуріт	Консул	Маршал	
Без добрив	6,70	5,91	5,48	6,03
N ₉₀	6,86	5,85	6,18	6,30
N ₉₀ P ₆₀ K ₄₅	6,78	5,86	5,64	6,09
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₄₅	8,31	6,63	6,59	7,18
N ₁₈₀ P ₆₀ K ₄₅	8,26	7,25	6,94	7,48
Середнє за сортами	7,38	6,30	6,03	-

Внесення фосфорно-калійних мінеральних добрив на низькому фоні азотного живлення (N₉₀P₆₀K₄₅) призводило до зниження вмісту білка в зерні рису у середньому на 0,21 %.

Відносне максимальне збільшення білка в зерні сортів рису становило: Лазуріт – 24,0 %, Консул – 22,7 %, Маршал – 26,6 % у варіантах з оптимальним рівнем мінерального удобрення, порівняно із неудобреним контролем.

За результатами проведених аналізів встановлено, що в процесі переробки зерна рису в крупу в середньому втрачається 1,55 % білка, при цьому варіювання складає від 0,66 % у сорту Маршал до 3,09 % у сорту Консул. Вочевидь, для останнього сорту, з метою підвищення цінних властивостей його крупи, процеси шліфування та полірування зерна після його обрешення від колоскових та квіткових лусок повинні відбуватися на пом'якшених режимах.

Поживні, смакові та кулінарні якості рисової крупи визначає вміст та склад крохмалю. Основне місце акумуляції цієї речовини у вигляді багатограних гранул розміром 3–9 μm – ендосперм зернівок рису. Сорти рису

ранньостиглої групи Галеон, Онтаріо та середньостиглої групи – Консул характеризуються підвищеним вмістом крохмалю в зерні (> 68,5 %); ранньостиглі сорти Лазуріт і Агат мають низький вміст крохмалю (< 65,5 %) (табл. 3)

Вміст крохмалю в зерні рису також залежить від впливу ряду факторів навколишнього середовища.

Максимальний вміст крохмалю в зерні рису сорту Лазуріт – 65,8 % був у варіанті з помірною дозою мінерального удобрення – N₉₀P₆₀K₄₅; підвищення фону азотного живлення призводило до зниження вмісту цієї речовини. Максимальна кількість крохмалю в зерні рису сорту Консул – 69,7 % накопичувалася у варіанті з внесенням 150 кг/га д. р. азоту на фоні P₆₀K₄₅; у сорту Маршал – 71,8 % у варіанті з внесенням 90 кг/га д. р. азоту без застосування фосфорно-калійних добрив (табл. 5).

Варіювання вмісту крохмалю в зерні рису за варіантами мінерального удобрення було значно меншим порівняно із вмістом білка.

Таблиця 5

Вміст крохмалю в не обрешеному зерні рису залежно від сорту та рівня мінерального удобрення, % в сухій речовині (середнє 2018–2019 рр.)

Варіант	Сорти рису			Середнє за варіантами удобрення
	Лазуріт	Консул	Маршал	
Без добрив	64,5	66,4	68,7	66,5
N ₉₀	63,3	68,3	71,8	67,8
N ₉₀ P ₆₀ K ₄₅	65,8	67,6	70,2	67,9
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₄₅	64,1	69,7	68,7	67,5
N ₁₈₀ P ₆₀ K ₄₅	63,4	66,9	66,4	65,6
Середнє за сортами	64,2	67,8	69,2	-

Відносне збільшення вмісту крохмалю в зерні становило лише 2,6 % у рису сорту Лазуріт, 5,0 % – Консул і 8,1 % – Маршал. При цьому найменший вміст крохмалю в зерні спостерігався у варіантах з внесенням максимальної дози мінеральних добрив.

Таким чином, збільшення кількості білків в зерні рису та їх амінокислотний склад в значній мірі визначають біологічну цінність крупи

цієї культури. Крім того відомо, що підвищення концентрації цієї речовини в ендоспермі сприяє зміцненню його структури і позитивно впливає на технологічні властивості зерна [4]. Високий вміст білка в рисовій зернівці надає їй кремовий відтінок, знижує клейкість звареної крупи, забезпечуючи розсипчасту консистенцію і підвищену поживну цінність готового продукту.

Властивості крохмалю служать ключовим фактором, що визначає харчові та кулінарні якості приготованого рису. Зокрема смакові якості рису визначаються співвідношенням двох фракцій крохмалю – лінійної (амілози) та розгалуженої (амілопектину). Вміст амілози впливає на консистенцію гелю, яка служить стандартним показником для вибору способів обробки і приготування рису. Сорти з високим вмістом амілози (близько 25%) не розварюються при приготуванні і можуть вживатися для пловів і других страв, в яких важливо зберегти цілісність і привабливий вигляд зернівки.

Перевага надається зерну рису з вмістом амілози на рівні 20-23 %, що зумовлює високу скловидність зернівок та еластичність їх ендосперму та попереджає його розтріскування при дозріванні зерна, а отже і сприяє підвищенню товарних якостей отриманої крупи.

У цьому зв'язку доречно було б навести результати комплексної кулінарної оцінки крупи рису, отриманої з різних сортів (табл. 6).

Здатність крупи поглинати воду є однією з найважливіших фізико-хімічних властивостей, котра визначає не лише органолептичні характеристики, а й вихід готової страви. Значення коефіцієнта водопоглинання варіювало в межах 2,70-3,10. Найбільші значення показника мали короткозерні зразки рису Україна-96, Престиж, Віконт. Зразок Корсар вирізняється найменшою водопоглинальною здатністю крупи.

Іншим фізико-хімічним показником якості рисової крупи є коефіцієнт розварюваності. Залежно від сортових особливостей, сировини, способів її обробки і асортименту продукції коефіцієнт розварюваності для рису коливається в межах 2,80-4,91. Коефіцієнт розварюваності вважається низьким при його значенні менше 4,3 [5]. Даним показником характеризується

крупа майже всіх зразків, за винятком сортів Віконт і Престиж, які характеризуються середнім ступенем розварюваності крупи.

Таблиця 6

Результати органолептичної оцінки рисової каші та фізико-хімічні показники якості рисової крупи (2018-2019 рр.)

Сорти рису	Показник					
	запах	смак	консистенція	колір	коефіцієнт водопоглинання	коефіцієнт розварюваності
<i>підвид japonica</i>						
Лазуріт	4,00±0,17	3,83±0,17	4,17±0,17	5,03±0,07	2,75	3,90
Консул	4,00±0,16	4,13±0,14	3,77±0,13	3,87±0,17	2,73	3,50
Корсар	3,90±0,18	3,80±0,18	3,33±0,21	3,10±0,19	2,70	2,80
Україна-96	4,08±0,06	4,13±0,14	3,67±0,13	4,29±0,09	3,10	4,30
Віконт	3,04±0,04	3,33±0,10	4,08±0,12	3,38±0,10	2,99	4,91
Престиж	4,25±0,12	4,29±0,11	3,08±0,06	3,92±0,06	3,00	4,53
Преміум	2,96±0,07	2,83±0,08	3,54±0,15	3,67±0,10	2,88	4,11
Онтаріо	3,21±0,08	3,25±0,09	3,21±0,13	3,83±0,08	2,84	3,65
<i>підвид indica</i>						
Маршал	3,93±0,13	3,93±0,17	4,07±0,17	4,43±0,17	2,80	2,90

Сенсорну оцінку рисової каші проводили за такими показниками: запах, смак, консистенція, колір (табл. 7). Згідно отриманих даних, більшість зразків круп мають типовий помірно виражений запах і смак. Каша з крупи рису сорту Престиж дещо вирізнялася більш насиченим запахом та смаковими властивостями.

За консистенцією каші виділяють три види: розсипчаста, напіврозсипчаста та в'язка. Неоднорідність консистенції каші при її готуванні обумовлюється різними розмірами крупинок або нерівномірністю їх обробки при шліфуванні. Добру оцінку за консистенцією каші отримали сорти рису Лазуріт, Віконт та Маршал, які вирізняються типовою, однорідною, в міру розсипчастою консистенцією каші.

Стосовно кольору готової продукції, можна відмітити, що відмінну оцінку (каша з типовим однотонним кольором) має зразок Лазуріт.

Зазвичай кулінарні властивості каші оцінюються за 100-бальною шкалою, для чого проводять перерахунок окремих ознак за 5-бальною шкалою з урахуванням коефіцієнтів значущості. За кількістю балів кашу оцінюють наступним чином: відмінна – кількість балів не нижче 90, добра – 80-89, задовільна – 60-79. Каша з оцінкою «незадовільно» вважається непридатною до їжі. У таблиці 7 наведено сумарну оцінку якості каші найбільш розповсюджених сортів рису.

Таблиця 7

Кулінарні властивості рисової каші з урахуванням коефіцієнтів значущості окремих ознак, бал (середнє 2018-2019 рр.)

Сорти рису	Ознака				Загальна оцінка
	запах	смак	консистенція	колір	
<i>підвид japonica</i>					
Лазуріт	20,0	30,6	16,7	14,5	81,8
Консул	20,0	33,0	15,1	11,6	79,7
Корсар	19,5	30,4	13,3	9,3	72,5
Україна-96	20,4	33,0	14,7	12,9	81,0
Віконт	15,2	26,6	16,3	10,1	68,2
Престиж	21,3	34,3	12,3	11,8	79,7
Преміум	14,8	22,6	14,2	11,0	62,6
Онтаріо	16,1	26,0	12,8	11,5	66,4
<i>підвид indica</i>					
Маршал	19,7	31,4	16,3	13,3	80,7

Найкращими кулінарними властивостями вирізнялася каша з крупи рису сортів Лазуріт, Україна 96, які отримали добру оцінку. Добру оцінку за кількістю балів отримала також крупа рису сорту Маршал, яка має довге зерно.

Таким чином, найбільш дієвими агротехнічними та агроекологічними заходами поліпшення якості зерна рису, зокрема технологічних та поживних властивостей є: оптимізація мінерального живлення рослин рису з урахуванням біологічних особливостей сортового складу; збалансування мінерального живлення рослин за рахунок застосування оптимального співвідношення макроелементів (азот, фосфор, калій); сівба та збирання рису в оптимальні строки; добір сортів рису, адаптованих до певних умов вирощування.

Список джерел:

1. Соколова И. И. Рис. Культурная флора СССР. Т.3. Крупяные культуры. Л.: Колос, 1975. 309 с.
2. Ito R. Rice breeding. Theory and practice of growing rice. Tokyo, 1963. P. 8-42.
3. Ярош Н.П., Цуранова Л.Г., Соколова И.И. Закономерности изменчивости химического состав сортов и форм рис японского подвида. Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1972. Т. 48. Вып. 1.С. 40-50.
4. Ляховкин А. Г. Рис. Мировое производство и генофонд. Санкт-Петербург: Профинформ, 2005. 287 с.
5. Технологическая оценка зерна образцов риса и классификатор технологических свойств риса. Методические указания. Под ред. Комарова В. И., Корнейчука В. А. Л.: ВИР, 1984. 12 с.
6. Juliano B.O. Rice in human nutrition, Genetics and Biochemistry Division International Rice Research Institute. 2008.