

Корисна модель належить до харчової галузі, а саме до способів виробництва солоду з зерна рису. Отриманий солод у подальшому може бути використаний у пивоварінні, виробництві безалкогольних напоїв, полісолодових екстрактів, хлібобулочних виробів і будь-яких нових видів продукції повсякденного споживання та лікувально-профілактичного призначення. Крім цього рисовий солод є сировиною для одержання безглютенових харчових продуктів.

Відомий спосіб виробництва солоду, що передбачає миття, замочування, пророщування зерна і висушування солоду [UA 101435, 10.09.2015 р.].

Перевагами способу є підбір оптимальних параметрів ведення процесу солодоращення рисового зерна.

До недоліків способу належать відсутність дезінфекції зернового матеріалу та значна тривалість технологічного процесу.

Відомий спосіб виробництва солоду, що передбачає додавання до зерна як активатора росту гіберилової кислоти чи похідних від неї сполук на стадії замочування [US 3085945, 16.04.1963 р.].

Перевагами способу є прискорення процесів проростання зерна, скорочення тривалості технологічного процесу виробництва солоду та зменшення матеріально-технічних затрат, пов'язаних з його виробництвом.

До недоліків способу належать: втрата сухої речовини зерна за рахунок інтенсивного дихання зародків; збільшення масової частки корінців у партії; погіршення органолептичних характеристик одержаного солоду, які характеризуються появою різкого кислого запаху і втратою продуктом характерного кольору; необхідність нейтралізації внесених органічних сполук.

Найбільш близьким за суттю до пропонованого технічного рішення є спосіб одержання солоду, який передбачає обробку зерна анолітом і католітом шляхом замочування та пророщування зерна [RU 2247143, 27.02.2005 р.].

Перевагою способу є покращення якості солоду за рахунок підвищення ефективності дезінфекції зерна та можливості використання некондиційного зернового матеріалу, здешевлення процесу виробництва та зменшення забруднення навколишнього середовища.

Недоліком способу є необхідність створення специфічних умов, як то наявність електролізерів, на роботу яких витрачається значна кількість електричної енергії, що визначається підвищеними значеннями електричного струму та напруги. По-друге, вихідний розчин має вміщувати додаткову кількість солей, що є носіями електричного струму під час роботи електролізера, що ускладнює в цілому технологічний процес за рахунок появи нової стадії.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалити спосіб одержання рисового солоду таким чином, щоб інтенсифікувати процес солодоращення і покращити якість рисового солоду.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі отримання рисового солоду, який включає миття, дезінфекцію, замочування, пророщування рисового зерна і висушування солоду, згідно з корисною моделлю, як дезінфектант і стимулятор проростання на стадії замочування зернового матеріалу використовують плазмохімічно активовані водні розчини з концентрацією пероксидів 300-700 мг/л.

Плазмохімічно активовані водні розчини отримують наступним чином: активують водопровідну воду з направленою зміною властивостей та реакційної здатності в результаті ведення процесу в плазмових розрядах зниженого тиску з напругою 1000-2000 В, силою струму 10,0-200,0 мА і подальшим переходом з підвищенням електропровідності в режим контактної нерівноважної плазми з параметрами: напруга від 400 до 600 В, сила струму до 150 мА. Отримані розчини мають специфічний склад: пероксид водню та надперекисні сполуки, збуджені частки та радикали, які відіграють важливу роль в окисно-відновних процесах. Пероксид водню є антисептиком, потрапляючи в клітини під дією ферментів він розщеплюється на воду і кисень, що має протимікробну дію, але при цьому в клітинах не залишається шкідливих хімічних сполук.

Вода є основним компонентом всіх біохімічних процесів, які відбуваються в живих клітинах. Властивості води та водних розчинів різноманітні, парадоксальні та в своїй більшості мало вивчені, хоча існують теоретичні знання, які частково пояснюють окремі сторони зміни структури води при взаємодії з іншими речовинами або при різноманітних способах впливу електричних, магнітних та інших полів.

Плазма - це частково або повністю іонізований стан речовини, при якому система містить вільні позитивні (іони) і негативні (електрони, рідше іони) заряджені частки, концентрації яких у середньому однакові. Присутність заряджених і збуджених часток у плазмі, реакції з їхньою участю є однією з головних особливостей механізмів і кінетики плазмохімічних реакцій. Утворення й загибель часток відбуваються в процесі збудження, дисоціації, іонізації, дезактивації й рекомбінації. Основна властивість плазми - квазінейтральність, що означає малу величину сумарного заряду плазми порівняно із сумою зарядів одного знака. Розрізняють - повністю іонізовану плазму й частково іонізовану плазму, рівноважну й нерівноважну, високотемпературну й низькотемпературну, гарячу й холодну. У плазмі, що складається з різних часток з різною швидкістю теплового руху, розрізняють температури електронів, іонів і нейтральних часток, атомів, молекул і кластерів. Оскільки енергія

теплого руху часток істотно залежить від їхньої маси, то в плазмі найбільше відрізняються електронна й іонна температури. Температура іонів і нейтральних часток відрізняється мало. Ступінь розходження температур залежить від щільності цих часток, тобто від тиску в системі.

Істотну роль у плазмохімічних реакціях грають вільні електрони, під ударами яких у більшості випадків реакції є визначальними в ініціюванні складних багатостадійних хімічних процесів, їх зіткнення із частками плазмоутворюючого газу призводять до іонізації (утворення електрона й позитивного іона), і умовою стаціонарного існування плазми є рівність швидкостей утворення й загибелі заряджених часток. Оскільки енергія іонізації молекули перевищує енергію збудження будь-яких її внутрішніх ступенів свободи то в плазмі одночасно відбуваються утворення обертально-коливальних і електронно-збуджених станів молекул, у тому числі й випромінюючих, а також їхній розпад (дисоціація). Частки, що утворилися під дією електронного удару, можуть реагувати як між собою, так і з матеріалами, що перебувають у контакті із плазмою. Велике значення мають і різні фізичні поля - електромагнітні, електричні, магнітні, гідродинамічні. Хімічна реакція є одним з каналів перерозподілу енергії в системі, що приводить її, в остаточному підсумку, до стану з мінімальною потенційною енергією. Безупинно здобуваючи енергію, електрони шляхом зіткнень передають її атомам і молекулам. У цілому, слід зазначити, що механізм плазмохімічної дії вивчений недостатньо. Також, дуже мало вивчений механізм впливу плазмохімічно активованих розчинів на біологічні об'єкти.

Біологічні об'єкти (зерно рису) є самостійно функціонуючими організмами, які дуже чутливі до впливу зовнішнього середовища. Фактори зовнішнього середовища можуть, як поліпшити стан та функціонування організму, так і призвести до його загибелі. Водні розчини є основною складовою частиною живих організмів, тобто вплинути на біологічний об'єкт легше за все шляхом часткової зміни структурної компоненти водних розчинів. Майже всі процеси збагачення організмів певними хімічними елементами ґрунтуються на властивостях води, як розчинника, тобто, щоб прискорити засвоєння організмом хімічної речовини її необхідно розчинити в воді. Засвоєння організмом водних розчинів ґрунтується на процесах адсорбції і абсорбції.

Активування води та водних розчинів шляхом плазмохімічної обробки є першим кроком до використання властивостей води без її примусової хімізації сторонніми хімічними речовинами. Так всі процеси, які відбуваються під час активації є процесами, які проходять безпосередньо в воді без додавання сторонніх хімічних компонентів.

Реактогенні властивості активованої води викликають підвищений інтерес вчених, оскільки властивості води, які виникають після активації можуть стати відправним пунктом в розвитку нового напрямку нанотехнологій.

Активована під дією контактної нерівноважної плазми вода має антисептичні та антибактеріальні властивості. Однак, слід зазначити, що така вода, являє собою кластерну структуру після плазмової обробки, може проявляти деякі нові властивості, раніше мало вивчені, але які викликають інтерес з практичної точки зору. Особлива роль в цьому випадку відводиться дослідженням впливу активованої води на процес солодощення різних зернових культур.

Рис має в своєму складі багато крохмалю і є перспективною сировиною для бродильної промисловості, а саме для пивоваріння. З метою економії ячмінного солоду частину його замінюють несолодженими матеріалами, такими як рисова мука або рисова крупка. Проте уваги заслуговує і використання рисового солоду. Так в азійських країнах рис є основною культурою, а інші зернові вирощують в малій кількості. Тому в цих країнах є перспективним виробництво рисового солода, а особливо використання інтенсивних технологій його виробництва.

Спосіб здійснюють наступним чином: для пророщування використовувався довгозернистий рис, підготовлений до пророщування зерновий матеріал замочують в плазмохімічно активованих водних розчинах різної концентрації (вміст пероксидів 300-700 мг/л). Попереднє замочування здійснюють впродовж 4 годин за температури 18-20 °С. По завершенню терміну розчин зливають, а зерно витримують 16 годин без доступу рідини. При повторному замочуванні використовують активований розчин аналогічної концентрації. Повітряно-водяне замочування проводять впродовж 24 годин до повного насичення зерна злакових культур препаратом. Пророщування здійснюють впродовж 3-7 діб при температурі 15-30 °С, періодично зволожуючи та зворушуючи шар зерна висотою не більше 45-55 мм з метою рівномірного розподілу рідини і запобігання злежування маси. Завершальною стадією технологічного процесу є сушіння пророщеного матеріалу до сталої вологості 4-6 %.

На початкових етапах дослідження з метою встановлення оптимальної концентрації пероксиду водню в розчинах зерно рису оброблялося активованими водними розчинами з концентрацією пероксиду водню 300-700 мг/л. Висновки про ефективність впливу плазмохімічно активованих розчинів на зернову сировину робили спираючись на зміну вмісту вологи в зерні рису при замочуванні в плазмохімічно активованих водних розчинах (табл. 1) та на фіксації енергії та здатності до проростання (табл. 2).

У ході дослідження було встановлено, що оптимальною температурою для замочування зерна рису є 25 °С. При цьому концентрація пероксидів у активованих розчинах, яка сприяє максимально швидкому проникненню вологи в зерно склала 650 мг/л. Оскільки при застосуванні плазмохімічно

активованих розчинів саме з такою концентрацією на зволоження знадобилось всього 20 годин. Така мінімізація часу замочування рису до оптимальної вологості дозволить значно скоротити технологічний процес рощення рисового солоду.

Використання активованих розчинів дозволяє підвищити енергію проростання з 85 до 95 %, а здатність до проростання з 96 до 100 % (табл. 2). Такий ефект дозволяє говорити про перспективність інтенсифікації процесу солодоращення рису шляхом використання плазмохімічно активованих водних розчинів, оптимальною концентрацією для інтенсифікації проростання рисового зерна є 650 мг/л, оскільки при цій концентрації спостерігається максимальний ефект збільшення досліджених показників, а саме, енергії та здатності до проростання.

В процесі пророщування рисового солоду фіксували зміну амілолітичної активності зернового матеріалу (табл. 3). Моніторинг ферментативної активності проводився для зразків, які оброблялись плазмохімічно активованими водними розчинами з концентрацією 650 мг/л.

З отриманих результатів видно, що при використанні плазмохімічно активованих водних розчинів під час замочування зерна рису збільшується активність амілолітичних ферментів. Спостерігається стабільне підвищення ферментативної активності протягом всього часу рощення солоду. Зразки зернового матеріалу оброблені плазмохімічно активованими розчинами, мають більш високу активність, як в порівнянні з контролем. Так збільшення амілолітичної активності в порівнянні з контролем склало 2-2,5 рази, що є позитивним технологічним ефектом. Таке значне підвищення показника сприяє інтенсифікації процесу оцукрювання, тобто в готовому солоді матимемо кращі якісні показники.

Динаміка підвищення активності протеолітичних ферментів також була встановлена при використанні плазмохімічно активованих водних розчинів (табл. 3). Так на 4-5-й день рощення чітко видно збільшення накопичення протеолітичних ферментів в зразках, оброблених активованою водою, що свідчить про більш активний перебіг розчинення білкових речовин. Тож екстрактивність суслу отриманого з цього солоду буде мати високий відсоток, що є важливим аспектом при виробництві пива.

Наступним етапом досліджень стало визначення технологічних показників суслу отриманого з рисового солоду (табл. 4). Для отримання суслу брали солод рисовий висушений до вологості 5 %. В результаті використання плазмохімічних розчинів заявленої концентрації підвищилась екстрактивність рисового солоду і досягла 85,6 %. Тривалість оцукрювання рисового солоду скоротилась до 15 хв, тобто більше в три рази. Кислотність суслу з рисового солоду знизилась до pH 5,2. Вміст амінного азоту склав 48,8 мг/100 мл. Це все можна пояснити тим, що використання активованих розчинів сприяє прискоренню біохімічних перетворень, і як результат, пришвидшення накопичення ферментативних систем. Відбувається більш глибокий гідроліз крохмалю і азотовмісних сполук. А це все сприяє виробництву якісного з технологічної точки зору рисового солоду.

Крім цього, слід відмітити, що плазмохімічно активовані водні розчини, мають антисептичні властивості, що додатково знижує мікробну забрудненість рисового солоду та позитивно впливає на мікробіологічні показники готового продукту. Так кількість заражених солодових зерен, при використанні активованих водних розчинів, значно зменшується (табл. 5). При використанні плазмохімічно активованих водних розчинів знизилась патогенна зараженість солодового рисового зерна. Відмічена можливість абсолютного знищення пліснявої мікрофлори при високій концентрації пероксидів в розчинах.

Корисну модель пояснюють приклади.

Приклад 1. Попередньо очищений та відсортований рис промивають, знімають сплав та піддають замочуванню звичайною водопровідною водою, використовуючи повітряно-водяний спосіб при гідромодулі 1:4. Температура розчину для замочування складає 18-20 °С. Також проводилась термометрія умов рощення рисового солоду. Солодоращення ведуть в чотирьох температурних режимах - 15, 20, 25, 30 °С. Двічі на добу проводять ворущіння. Тривалість пророщування становить 7 діб. Солод сушать 8 годин при температурі 65-85 °С.

Приклад 2. Спосіб аналогічний прикладу 1. Замочування проводять плазмохімічно активованою водою з вмістом пероксидів 300 мг/л. Тривалість солодоращення - 6 діб.

Приклад 3. Спосіб аналогічний прикладу 1. Замочування проводять плазмохімічно активованою водою з вмістом пероксидів 400 мг/л. Тривалість солодоращення - 5 діб.

Приклад 4. Спосіб аналогічний прикладу 1. Замочування проводять плазмохімічно активованою водою з вмістом пероксидів 600 мг/л. Тривалість солодоращення - 4 доби.

Приклад 5. Спосіб аналогічний прикладу 1. Замочування проводять плазмохімічно активованою водою з вмістом пероксидів 650 мг/л. Тривалість солодоращення - 3 доби.

Приклад 6. Спосіб аналогічний прикладу 1. Замочування проводять плазмохімічно активованою водою з вмістом пероксидів 700 мг/л. Тривалість солодоращення - 4 доби.

Запропонований спосіб одержання солоду дозволяє отримати продукт високої якості в більш короткі строки. У процесі плазмохімічної обробки водних розчинів утворюються мікрочастки пероксиду водню, які при контакті з зерною сировиною здатні утворити активний кисень, який є стимулюючим

агентом, що пришвидшує транспорт вологи в середину рисового зерна і прискорює ряд біохімічних перетворень. Ці всі аспекти дозволяють значно активізувати процес пророщування. Визначено оптимальну концентрацію перексиду водню в розчинах і температуру замочування рису (650 мг/л, при 25 °С), ці показники є оптимальними для отримання рисового солоду високої якості. Доведено, що рисовий солод отриманий з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів має більш високі якісні показники в порівнянні з контролем. Так в результаті використання плазмохімічних розчинів заявленої концентрації підвищилась екстрактивність рисового солоду і досягла 85,6 %. Тривалість оцукрювання рисового солоду скоротилась до 15 хв, тобто більше ніж в три рази. Кислотність суслу з рисового солоду знизилась до рН 5,2. Вміст амінного азоту склав 48,8 мг/100 мл. Це все можна пояснити тим, що активація розчинів сприяє прискоренню біохімічних перетворень, і як результат, пришвидшення накопичення ферментативних систем. Відбувається більш глибокий гідроліз крохмалю і азотовмісних сполук. Доведено, що антисептичні властивості активованих водних розчинів дозволяють додатково дезінфікувати зернову сировину, знижується патогенна зараженість солоду.

Явище активації водних розчинів викликає багаточисельні специфічні фізичні та хімічні ефекти, які можуть слугувати відправними пунктами нових прогресивних технологій. Використання плазмохімічної активації може в багатьох випадках полегшити та здешевити отримання сільськогосподарської продукції з урахуванням затрат енергії та часу на активацію.

Таблиця 1

Зміна вмісту вологи в зерні рису
при замочуванні в плазмохімічно активованих водних розчинах, %

Т, °С	Концентрація	Тривалість замочування, годин								
	перексиду водню, мг/л	0	10	20	30	40	50	60	70	80
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	-	14	17	20	24	27	30	33	35	36
	300		19	23	30	33	35	37	38	40
	400		20	25	31	34	37	40	42	44
	600		21	26	33	36	39	42	45	47
	650		22	28	35	38	42	44	46	48
	700		21	27	34	37	40	42	44	45
20	-	14	19	21	25	28	32	32	36	37
	300		22	26	35	38	40	42	44	46
	400		25	31	37	40	42	44	46	48
	600		29	35	39	42	43	45	47	48
	650		30	38	42	43	44	45	47	49
	700		28	36	41	42	43	44	46	48
25	-	14	21	23	27	30	34	37	40	44
	300		23	31	36	39	42	43	44	46
	400		26	33	40	42	43	44	46	47
	600		32	36	42	44	45	46	47	48
	650		37	42	44	45	46	48	49	50
	700		36	41	42	44	45	46	48	49
30	-	14	21	24	28	31	35	39	43	46
	300		22	30	37	40	42	44	45	46
	400		25	31	39	42	43	45	46	47
	600		32	34	42	43	44	45	47	48
	650		34	41	42	44	45	46	48	49
	700		33	39	40	42	43	45	46	48

Таблиця 2

Енергія та здатність до проростання зерна рису

Дослід	Вода	Час активації, хв.	Концентрація перексиду водню, мг/л	Показники, %	
				Енергія проростання	Здатність до проростання
1 (контроль)	водопровідна	-	-	85	96
2	активована	10	300	89	98
3	активована	20	400	92	99
2	активована	30	600	93	100

Таблиця 2

Енергія та здатність до проростання зерна рису

Дослід	Вода	Час активації, хв.	Концентрація пероксиду водню, мг/л	Показники, %	
				Енергія проростання	Здатність до проростання
4	активована	40	650	95	100
5	активована	60	700	93	98

Таблиця 3

Ферментативна активність зернового матеріалу, од./г

Т, °С	Дослідні зразки	Час, доба				
		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
Амілолітична активність, , од./г						
15	контроль	35	58	155	194	210
	дослід	89	157	206	248	287
20	контроль	39	71	176	210	221
	дослід	99	172	268	295	320
25	контроль	48	99	197	242	248
	дослід	120	229	270	341	357
30	контроль	47	100	187	191	193
	дослід	109	150	161	193	242
Протеолітична активність, мг/100 г						
15	контроль	8	19	79	128	139
	дослід	26	46	84	111	100
20	контроль	10	24	80	130	141
	дослід	28	59	121	216	154
25	контроль	18	35	78	144	128
	дослід	30	74	176	263	245
30	контроль	19	38	90	118	120
	дослід	29	68	131	137	121

Таблиця 4

Склад суслу рисового солоду

№	Показник	Рисовий солод	
		контроль	дослід
1	Масова доля екстракту (екстрактивність), %	77,5	85,6
2	Час оцукрювання, хв.	40	15
3	Кислотність (рН)	5,7	5,2
4	Вміст амінного азоту, мг/100 г	24,7	48,8

Таблиця 5

Вплив плазмохімічно активованих водних розчинів на патогенний комплекс солоду, % заражених зерен

Патогени	Контроль	Концентрація пероксидів в плазмохімічно водних розчинах, мг/л					активованих	
		100	200	300	400	500	600	700
Aspergillus	92	65	34	15	0	0	0	0
Alternaria	35	21	15	5	0	0	0	0
Penicillium	23	11	7	3	0	0	0	0
Fusarium	11	5	3	1	0	0	0	0
Mucor	37	27	15	11	7	0	0	0