

УДК 664.022:005.936.44(075)

ПОЛІПШЕННЯ ПОЖИВНОЇ ЦІННОСТІ ЗЕРНА З ДОПОМОГОЮ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ

А.С. Титлов, доктор техн. наук, **Г.Д. Лукина**, канд. техн. наук
Одеська національна академія харчових технологій

С.І. Солових, канд. техн. наук
Одеський державний аграрний університет

Приведена ефективність застосування різних біотехнологічних методів обробки зерна злакових та бобових культур.

Ключові слова: замочування, заморожування, пророщування, редуцируючі речовини (РВ), інгібітори трипсина (ТІА).

Вступ. У сучасному кормовиробництві особливу увагу повинні приділяти отриманню високопоживних, збалансованих за основними показниками кормових засобів. Одним зі шляхів рішення цієї задачі є включення у корми зернової сировини, яка пройшла обробку різними біотехнологічними методами.

Проблема. Проблему економії і раціонального використання зерна у харчових цілях неможливо вирішити без створення високоефективних технологій підвищення поживної цінності зерна і, насамперед, перетравності білка і синтезу біологічно активних речовин. Так в Україні і державах СНД на 1 тону протеїнових концентратів припадає 12 тон зерна, головним чином зернових культур, тоді як у державах Західної Європи - тільки 2,6 тони зерна.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Часто уборка зернових при несприятливих погодних умовах може призвести до пророщування зерна ще у валках. Таке, або спеціально пророщене зерно може безпосередньо вводиться в склад гранульованих комбікормів без попередньої сушки, щоб максимально зберегти поживні речовини і вітаміни. Пророщування підвищує харчову і кормову цінність зерна. Борошно з пророщеного зерна використовується для приготування продуктів харчування підвищеної харчової цінності. Особливо такі продукти потрібні людям, які не переносять молоко та молочні продукти, а у випадку споживання його у тваринництві і стартерних кормо сумішах дозволяють зекономити молоко, яке використовується для годування молодняку. Поруч з пророщуванням зволожене зерно з метою подовження строків його зберігання можна піддати глибокому заморожуванню. При швидкому заморожуванні внаслідок різкого пониження температури і швидкості переходу води у лід життєві процеси швидко гальмуються. Але навіть при дуже низьких температурах у заморожених продуктах повністю не припиняються хімічні і біохімічні реакції. Ці зміни при зберіганні викликаються дією ферментів, окисленням,

гідролізом та колоїдними реакціями. Зменшення температури заціпає активізацію протеїнази. Дія ліпази проявляється навіть при температурі -40°C . не знижується активність інвертази, цим обумовлено накопичення цукру у замороженій тканині [2]. При повільному заморожуванні і зберіганні при малих негативних температурах біохімічні реакції не припиняються, а деякі, наприклад, окислення ліпідів, навіть прискорюються. Під час зберігання заморожених продуктів відбуваються і не ферментативні хімічні зміни. Кисень повітря реагує з різними компонентами продуктів, викликає погіршення їх якостей: змінюється смак харчів, їх колір, з'являються неприємні запахи [2]. Причиною появи неприємного присмаку у заморожених плодів і овочів є дегідрирування фенолів, амінів, флавіноїдів і амінокислот під дією каталози та пероксидази. З цих ферментів пероксидаза більш стійка до дії негативних (від'ємних) температур [3]. Виходячи з вищевикладеного процес заморожування харчових продуктів повинен проходити максимально швидко і зберігати заморожені продукти необхідно при достатньо низьких температурах, щоб виключити погіршення їхніх якостей.

Мета досліджень: Задачею теперішнього дослідження є визначення поживної цінності зерна злакових і бобових (пшениці, сої, бобових) і підвищення її в процесі різних способів обробки, які включають : - замочування у воді і розчинах солей; - сполучення замочування з глибоким заморожуванням; - пророщування зерна з виключенням біологічно цінних нутрієнтів цільової направленості і подальше його використання у кормових і харчових цілях.

Результати досліджень. Замочування насіння здійснювали у воді і розчинах солей, хлоріда натрію, морській солі, сорбіновій кислоті. Попереднє замочування проводили з метою визначення сорбції води, необхідної для активізації ферментів і подальшого пророщування. Сполучення замочування з глибоким заморожуванням в холодильних камерах припускали часткову деструкцію полімерів зерна, збагаченням його доступними для засвоєння речовинами, зниження концентрації токсичних олігомерів рафінозної групи у насінні бобових. У отриманих продуктах після замочування, пророщування і глибокого заморожування визначали здатність насіння до наповнення вегетаційною вологою, енергію проростання насіння, вмістом цукрі, активність інгібіторів. Данні з наповнення вегетаційної вологи насіння зернових культур при різних умовах обробки представлені в табл. 1.

Таблиця 1. **Накопичення вегетаційної вологи у насінні зернових культур (% на а.с.р.)**

Зерно	Вихідне	Після замочування, 24 години	Після пророщування, 48 годин	Глибоке заморожування, 30 днів
Просо	8,90	22,58	53,40	51,65
Пшениця	11,10	47,06	67,72	43,99
Овес	10,05	58,22	84,18	82,05
Кормові боби	9,61	54,09	60,90	65,33

Як видно з приведених даних, насіння різних культур у різній степені сорбують вологу при замочуванні. Найбільшу кількість вегетаційної вологи сорбують насіння вівса, що вочевидь пов'язано з розмірами пор у оболонках, так і з присутністю різних гідроколоїдів у складі насінин. Зі збільшенням часу замочування (більше 24 годин) кількість адсорбованої вологи практично не змінюється. В той же час у процесі глибокого заморожування йде як часткове підсихання насінин, про що свідчить більш високе значення сухих речовин. Замочування насіння у різних розчинах впливає на енергію їх пророщування. Енергія пророщування – це кількість насінин з вишедшими за межі покрову зерна ростками або корінцями, виражена в відсотках на 100 замочених насінин. Для замочування були вибрані вода, розчин сорбінової кислоти 0,025 % (як антисептик) для подавлення мікрофлори і 0,01 % розчин морської солі з метою збагачення мінеральними речовинами пророщеного зерна. Данні по впливу умов замочування при постійній температурі $20 \pm 0,5$ °С на енергію пророщування зерен пшениці представлено у табл. 2.

Таблиця 2. Енергія пророщування насінин в залежності від умов замочування

Показники	Розчин для замочування		
	вода	сорбінова кислота 0,025%	морська сіль, 0,01%
Енергія пророщування, %	0,95	83,87	50,0

Як свідчать отримані результати, розчин морської солі пригнічує процес пророщування насіння пшениці і кількість проклінуваних насінин найнижче (50 %). Розчин сорбінової кислоти у порівнянні з контролем. При цьому насіння не мали неприємний запах і їхня поверхня була чистою, без ознак плісняви або слизи. Сполучення таких технологічних способів обробки насіння як замочування з послідуєчим пророщуванням або заморожуванням в значній мірі поліпшують їх якість. Так замочування насіння як пшениці, так і сої у різних розчинах (вода, морська сіль, сорбінова кислота) призводить до підвищення кількості редуцируючих речовин в екстрактах насіння (табл. 3).

Таблиця 3. Вплив умов технологічної обробки насіння на накопичення редуцируючих речовин (% на а.с.р.)

Сировина	Вихідна сировина	Замочування, 48 годин, $20 \pm 0,5$ °С		Пророщування, 48 годин, $20 \pm 0,5$ °С	Глибоке заморожування, 24 годин, -20 °С		
		вода	морська сіль		вода	морська сіль	
Пшениця	1,92	3,98	3,70	14,62	5,32	5,12	
Соя	лущена	1,72	4,62	5,90	-	5,52	4,71
	нелущена	1,55	4,70	6,90	-	5,08	5,76

Підвищення масової долі редуцируючих цукрів при замочуванні у різних розчинах, вочевидь, пов'язане з активацією ферментів, насамперед амілаз, і частково гідролізом крохмалю. При пророщуванні спостерігаються глибокі зміни хімічного складу насіння, активуються ферменти, в першу чергу гідролітичні (амілаза, протеаза, піпаза) йде активне розщеплення

біополімерів і накопичення більш простих компонентів, які необхідні для розвитку ростка. В табл. 4 наведені дані по змінам хімічного складу насіння кормових бобів (Fafa Vicia) при пророщуванні.

Таблиця 4. Зміни хімічного складу кормових бобів при пророщуванні (масова доля у сухому продукті, %).

Показники		Тривалість пророщування, годин			
		0 (вихідне зерно)	24	72	144
Крохмаль		47,52	44,65	43,38	40,79
Цукроза		2,94	3,11	3,50	4,54
Жир		1,64	1,28	1,23	0,91
Азот	загальний	5,99	5,76	5,79	5,67
	білковий	4,66	4,56	4,46	4,39
	небілковий	0,29	0,60	0,86	1,22
	Азот строми	0,72	0,60	0,47	0,38
Амінний азот		0,17	0,32	0,41	0,61

Як виходить з аналізу приведених даних при пророщуванні спостерігається накопичення в екстрактах пророщених насін'я вільних цукрів за рахунок розщеплення крохмалю. Кількість азоту амінокислот і небілкового азоту зростає по мірі збільшення часу пророщування. Значні зміни зазнають і ліпіди зерна, к кінцю 6-ої доби пророщування концентрація жиру зменшується більше ніж на 40%. Дуже різко знижується концентрація важкогідролізуемого білка строми. Глибоке заморожування як насіння пшениці, так і сої також призводить до збільшення редуціруючих речовин (РР) в екстрактах. В табл. 5 наведені дані по зміні вмісту РР у насінні пшениці при їх тривалому зберіганні у замороженому стані.

Таблиця 5. Вміст редуціруючих речовин у насінні пшениці у процесі тривалого заморожування (% а.с.р.)

Показник	Умови обробки				
	Вихідне зерно	Замочене у воді, 24 години	Глибоке заморожування, діб		
			1	2	3
Редуціруючі речовини (РВ)	1,89	4,99	8,19	7,80	6,91

Таким чином, при глибокому заморожуванні насіння пшениці (попередньо замоченого у воді) вже на першу добу різко зростає масова доля цукрів у порівнянні з вихідним зерном (8,19 і 1,89 % відповідно). А потім при тривалому зберіганні до 30 і більше діб кількість цукрів в екстрактах заморожених насінин знижується, що напевно пов'язано з частковою їх витратою на дихання. Так, за даними Головіна Н.А.[2] зберігання при понижених температурах більшість видів овочів призводить до інтенсифікації розщеплення крохмалю і створення цукрів. В той же час у деяких культур як, наприклад, овочевий горох, при зберіганні з заморожуванням навпаки синтезується крохмаль. Крім того, частина цукрів дійсно витрачається на дихання. За відомими літературними даними попередня обробка насіння перед пророщуванням слабкими розчинами мінеральних кислот і солей сприяє отриманню доброго солоду і пониженню в ньому інгібіторів протеаз. Проведене нами дослідження по впливу

попереднього замочування семян кормових бобів (Fafa Vicia Z) у розчинах хлориду натрію (0,5 % розчин) і сорбінової кислоти (0,025 %) з послідуочим пророщуванням показали, що така обробка сприяє зниженню кількості інгібіторів трипсинового перетравлення казеїну (ТІА), хоча повної їх інактивації домогтись не вдалось (табл. 6)

Таблиця 6. Залежність концентрація інгібіторів трипсина в пророщених фаба бобах від умов попереднього замочування.

Розчини для замочування	Пророщування впродовж годин			
	24		48	
	Концентрація інгібіторів трипсина, в			
	Мг/г	% гальмування	Мг/г	% гальмування
Вода	78,8	63,35	24,6	10,0
Сорбінова кислота	13,39	20,60	6,77	9,84
Хлорид натрію	5,95	9,20	9,88	13,98

Таким чином, попереднє замочування кормових бобів у розчинах сорбінової кислоти і хлориду натрію вже к кінцю першої доби наступного пророщування призводить до різкого зниження концентрації інгібіторів трипсина (ТІА) і наступним зменшенням їх концентрації при більш тривалому пророщуванні. Одночасно при пророщуванні вже при кінці першої доби пророщування практично повністю руйнуються токсичні олігоцукриди рафінозної групи. Тривале глибоке заморожування, як один з методів біотехнологічної обробки насіння у меншій мірі, ніж при пророщуванні, але також призводить до зниження інгібіторів трипсинового перетравлення (табл. 7).

Таблиця 7. Зміна концентрації ТІА (Мг/г) в екстрактах насіння сої при тривалому глибокому заморожуванні.

Сировина		Тривалість зберігання замороженого насіння, діб			
		вихідне зерно	14	30	120
Соя	лущена	18,8	7,38	7,07	4,96
	нелущена	15,02	7,96	7,53	4,47

Зниження активності інгібіторів білкового перетравлення при заморожуванні і тривалому зберіганні замороженого насіння сої, вочевидь пов'язане з активацією протеаз і частковим гідролізом білкових компонентів інгібіторів при замочуванні.

Висновки. Використовуючи різноманітні методи обробки насіння – замочування, пророщування, тривале заморожування – можна у значній мірі поліпшити їх поживну цінність.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.Алмаши Э., Эрдели Л., Шарой Т. Быстрое замораживание пищевых продуктов: пер. с венгер. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 408 с.
- 2.Головин Н.А. Холодильная технология пищевых продуктов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 240 с.

3. Чижов Г.Б. Теплофизические процессы в холодильной технологии пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1979. – 272 с.

4. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош и др.; под ред. А.И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп.-Л. : Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.

УЛУЧШЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ЗЕРНА С ПОМОЩЬЮ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ

Титлов А.С., Лукина Г.Д., Соловых С.И.

Ключевые слова: замачивание, замораживание, проращивание, редуцирующие вещества (РВ), ингибиторы триксина (ТИА).

Резюме

Приведена эффективность применения различных биотехнологических методов обработки зерна злаковых и бобовых культур.

IMPROVING THE NUTRITIONAL VALUE OF BEANS WITH BIOTECHNOLOGICAL METHODS TREATMENT

Titley A.S, Lukina G., Solovykh S.I.

Key words: soaking, freezing, germination, reducing agents (PB) inhibitors triksina (TIA).

Summary

Shows the effectiveness of different treatment methods of biotech grain cereals and legumes.