

УДК 664.8.03

В. Юкало, докт. біол. наук; О. Гащук, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОНСЕРВУВАННЯ ПРОДУКТІВ

Резюме. Консервувати харчові продукти можна за допомогою фізико-хімічних методів, які ізолюють продукт від навколишнього середовища, сприяючи знищенню у ньому бактерій і спор, запобігаючи розвитку мікроорганізмів через зниження активності метаболічних процесів або руйнуючи їхні мембрани. При цьому консервованний продукт слід захищати від дії високих температур і сонячних променів. Крім того, консервуючі речовини зупиняють процеси розкладання, що протікають у неживих клітинах, а також знижують активність метаболічних процесів у живих клітинах.

Ключові слова: консервант, методи консервування, клітина, біологічні системи, мікроорганізми, спори.

V. Yukalo, A. Haschuk

ANALYSIS METHODS OF CANNING PRODUCTS

The summary. Canning food products can be carried out by means physical and chemical methods, which secure a product isolation from environment, assisting to elimination in him of bacteria and spores, preventing a development of microorganisms by humiliation of activity of metabolic processes or destroying their membranes. The thus canned product must be protected from action of high temperatures and sunbeams. The in addition canning matters stop decomposition processes that flow in the unloving cages, and also lower activity of metabolic processes in the living cages.

Key words: canning, methods canning, cage, biology systems, microorganisms, spores.

Сировина рослинного і тваринного походження та виготовлені з неї харчові продукти піддаються короткочасному чи тривалому зберіганню. При цьому вони неоднаково псуються унаслідок біохімічних процесів, що спричинені у них або під впливом власних ферментів (ферментативне псування), або викликаються ферментами мікроорганізмів (мікробіологічне псування) [1]. Багато мікроорганізмів у процесі розвитку продукують токсини, які можуть накопичуватися у продуктах, зумовлюючи отруєння, іноді з летальним наслідком для тих, хто споживав їх. Високий уміст живих мікроорганізмів може спричинити розвиток інфекційного процесу. Тому для зберігання поживної цінності харчового продукту використовують різні методи консервування.

Консервувати харчові продукти можна за допомогою фізико-хімічних методів, які ізолюють продукт від навколишнього середовища, сприяючи знищенню в ньому бактерій і спор, запобігаючи розвитку мікроорганізмів через зниження активності метаболічних процесів або руйнуючи їхні мембрани. При цьому консервованний продукт слід захищати від дії високих температур і сонячних променів. Крім того, консервуючі речовини зупиняють процеси розкладання, що протікають у неживих клітинах, а також знижують активність метаболічних процесів у живих клітинах [2].

Усі консерванти можна поділити на дві групи: біогенні й абіогенні. До групи біогенних консервантів належать сполуки, які синтезуються у біологічних системах, беруть участь у метаболічних процесах і їх утилізують ферментні системи організму. Вміст цих сполук визначається їхньою природою й функціональною дією у живих організмах.

До абіогенних консервантів належать ті сполуки, які в біологічних системах не синтезуються. Їх метаболізм у живих організмах можливий, але продукти, що утворюються, можуть бути токсичні. Деякі з абіогенних сполук здатні накопичуватися в організмі, спричиняючи інтоксикацію. Використовувати ці сполуки для консервування біогенних систем необхідно з великою обережністю.

Варто охарактеризувати деякі властивості консервантів. Зокрема, у консерванта має бути відносно низька токсичність. Найбільш перспективними консервантами є речовини біогенної природи, які легко утилізуються у метаболічних процесах у клітинах живих організмів. При цьому консервант можна використати як додатковий харчовий субстрат (харчова добавка), підвищуючи харчову цінність консервованих продуктів [3]. Крім того, бажано, щоб консервант легко розчинявся у воді, що зумовить його швидку десорбцію з поверхні продукту. При цьому можна буде легко нейтралізувати його дію у водному середовищі.

В основі дії консервантів слід використати їхню здатність затримувати розвиток мікрофлори, впливаючи переважно тільки на токсиноутворюючі форми. При цьому консервант має легко проникати в продукт, що консервується, і по можливості тривало перебувати в ньому, не впливати на органолептичні властивості продукту. Крім того, бути простим у застосуванні, недорогим за вартістю, мати дозвіл на застосування у харчових продуктах, використовуватися в очищеному стані, а також відповідати за якістю міжнародним нормам і вимогам.

Перед використанням консерванти слід перевірити на генотоксичність, тобто здатність впливати на спадковість, спричиняти небажані мутації. Останні проявляються унаслідок дії генотоксинів, які, зв'язуючись із ДНК, порушують структуру й функціонування генного апарату. Одночасно проводять дослідження з виявлення репродуктивної токсичності консервантів. Зокрема, вивчають вплив консерванту на плідність і загальну здатність до продовження роду, на утробний і післяутробний розвиток.

Особливо ретельно перевіряють консервант на канцерогенність, тобто здатність сполук спричиняти розвиток різних пухлин. Ініціатори цих процесів переважно речовини, наділені генотоксичною дією, здатні модифікувати ДНК. До цієї групи речовин належать формальдегід, фенол, нітрати й ін.

Пильну увагу варто приділяти дослідженню харчових добавок на канцерогенність, для виявлення доз, що спричиняють небажану дію. При цьому дослідження проводять на кількох поколіннях піддослідних тварин, вивчаючи виникнення мутацій у соматичних клітинах, виявляючи дефекти при розподілі клітин.

Деякі консерванти, такі як саліцилова кислота, бензойна кислота, п-оксибензойна кислота і її ефіри, можуть спричиняти алергічні реакції. До алергенів належать сульфіти й парабени. Тому Об'єднаний комітет експертів ФАО/ВООЗ (JECFA) і Наукова комісія з харчових добавок Європейського співтовариства (SCF) встановлюють на основі токсикологічних досліджень величину допустимого добового надходження (ДДН) консервантів в організм людини [4].

Токсичність консервантів може зростати при їхньому спільному використанні й проявлятися в синергічному ефекті. Так, поєднане використання бензойної кислоти й сульфіту призводить до підвищення токсичності, що перевищує дію цих речовин окремо.

Консерванти переважно діють на клітинні оболонки й мембрани, порушуючи їхню цілісність [5,6]. При консервуванні краще використовувати одразу кілька консервантів або поєднувати дію консервантів з фізичними методами (нагріванням, охолодженням, опроміненням, тиском, сушінням й ін.).

Використання як консервантів летких органічних сполук, переважно з низькою температурою кипіння, дозволило б швидко заповнити ними увесь корисний об'єм, а також легко позбутися від консерванту, провітрюючи продукт на повітрі (табл.1).

Для консервування можна використовувати й багатокомпонентні суміші, у складі яких два і більше консерванти. Комбінуючи й підбираючи сполуки у певних пропорціях, можна створювати компоненти, здатні забезпечити пролонговану дію консервуючої суміші. Так, спільне використання сполук із низькою і високою температурами кипіння, останні з яких, зазвичай, є в'язкими рідинами, які легко адсорбуються на поверхні нерозчинного у воді носія.

Таблиця 1 – Властивості деяких консервантів [7-9]

Консерванти	Молекулярна маса, г/моль	Концентрація, моль/л	Густина при 20°C, г/см ³	Температура плавлення, °C	Температура кипіння, °C	Розчинність у воді, г/100мл	ДДН г/м
Ацетальдегід	44,0	31,64	0,783	-121,0	20,8	л.р.	5,0
Гліцерин	91,1	13,84	1,261	+18,2	290	∞	-
Діетиловий ефір	74,1	9,64	0,714	-117,5	34,6	6,95 ²⁰	300,0
Метанол	32,0	24,75	0,792	-94,9	64,65	∞	5,0
Молочна кислота	90,1	13,86	1,249	28-33	122,0	∞	-
Мурашина кислота	46,0	26,52	1,220	+8,4	101,0	∞	To
Пропіонова кислота	74,1	13,40	0,993	-21,0	141,0	∞	-
Оцтова кислота	60,0	17,48	1,049	+16,6	118,1	∞	5,0
Формальдегід	44,0	18,64	0,820	-92,0	-21,0	л.р.	0,5
Етанол	46,0	17,15	0,789	-114,5	75,3	∞	1000,0
Етил ацетат	88,1	10,23	0,901	-83,6	77,2	7,9 ²⁰	200,0

Як консерванти можна використати сполуки, здатні виконувати роль додаткового харчового субстрату. Однак використовувати їх слід дуже обережно. У деяких випадках для консервування беруть органічні кислоти (оцтову, пропіонову, молочну, лимонну й ін.), однак уміст цих кислот в організмі тварин і людини дуже незначний, тоді як для консервування використовують високі концентрації цих сполук. При цьому збільшення умісту кислот в організмі вкрай небажане, бо вони можуть різко підвищувати кислотність біогенного середовища, зумовлюючи протікання процесів кислотної денатурації функціональних білків, зокрема ферментів, порушуючи цілісність структури біологічних мембран.

Використання сполук із низькими температурами кипіння (формальдегід, ацетальдегід, етилацетат й ін.) хоча й дуже зручне, але можливе тільки при герметично закритій тарі, а це додаткові витрати, що підвищують собівартість консервованої продукції.

Умовно методи консервації можна поділити на хімічні, фізичні й біологічні (рис. 1).



Рисунок 1 – Класифікація методів консервування

Хімічні методи консервування. В основі хімічних методів – використання різних неорганічних та органічних сполук (табл. 2). Щоб оцінити дії консервантів вводять показники токсичності сполук (табл. 3). Як бачимо з таблиці 4, як консерванти в основному використовують сполуки 4-го або 5-го класу токсичності. Тобто до цих класів належать сполуки, які для прояву токсичної дії можуть у значних концентраціях (від 500 до $3 \cdot 10^4$ мг/кг) накопичуватися в організмі. Зокрема, використовуючи високі концентрації солей (NaCl , CaCl_2 й ін.), які унаслідок створення надлишкового осмотичного тиску зневоднюють клітини, руйнуючи клітинні мембрани [2].

Для консервування продуктів використовують насичений розчин солі. При цьому спостерігають осмотичне зневоднення продукту й зниження активності води, що пропорційне концентрації солі. Крім того, хлорид натрію знижує розчинність кисню у воді, що перешкоджає активному росту мікроорганізмів. Низькі концентрації солі можуть підсилювати дію інших консервантів [2].

У консервуванні продуктів застосовують органічні кислоти (мурашину, оцтову, молочну, пропіонову, лимонну та інші), які підвищують кислотність середовища, перешкоджаючи розвитку цвілі [5].

Високі концентрації вуглеводів (в основному використовують моно- і дисахариди: глюкозу, галактозу, фруктозу, сахарозу та ін.) здатні унаслідок надлишкового осмотичного тиску руйнувати поверхневі мембрани бактерій, запобігаючи їхньому розвитку [2].

Як кріопротектор активно використовують гліцерин, його широко застосовують для кріоконсервування еритроцитів. Гліцерин здатний легко проникати в еритроцити, впливаючи на процеси як внутрішньоклітинної, так і позаклітинної кристалізації, віддаляючи й сповільнюючи її настання зі зниженням температури. Крім того, гліцерин впливає на внутрішньоклітинну воду, структуруючи її [10].

При консервуванні використовують антибіотики, а також антиоксиданти (аскорбінова кислота, дигідрокверцетин, кверцетин, токофероли), які інгібують протікання вільнорадикальних реакцій [1,11].

Фізичні методи консервування. Це консервування продуктів за допомогою фізичних факторів (низької й високої температур, вакууму, інертних газів, γ -випромінювання й ін.). Так, сушіння використовують як метод консервування, оскільки висока температура й обдування продукту сприяє видаленню поверхневої вологи, позбавляючи природного середовища життєдіяльності мікроорганізмів. Сушіння продуктів може відбуватися як на відкритому повітрі, так за допомогою вакууму. Останній спосіб належить до сублімаційного сушіння [1,12].

Таблиця 2 – Список консервантів, дозволених у Європейському Союзі для застосування у харчових продуктах [4]

Індекс	Назва	Індекс	Назва
E200	Сорбінова кислота	E231	о-Фенілфенол
E202	Сорбат калію	E232	о-Фенілфенолят натрію
E203	Сорбат кальцію	E233	Тіабендазол
E210	Бензойна кислота	E234	Нізін
E211	Бензоат натрію	E235	Натаміцин (пімарицин)
E212	Бензоат калію	E239	Гексаметилентетрамін
E213	Бензоат кальцію	E242	Диметилдикарбонат
E214	Етил-п-гідроксибензоат	E249	Нітрит калію
E215	Натрієва сіль етил-п-гідроксибензоату	E250	Нітрит натрію
E216	Пропіл-п-гідроксибензоат	E251	Нітрат натрію
E217	Натрієва сіль пропіл-п-гідроксибензоату	E252	Нітрат калію
E218	Метил-п-гідроксибензоат	E260	Оцтова кислота
E219	Натрієва сіль метил-п-гідроксибензоату	E261	Ацетат калію
E220	Діоксид сірки	E262	Ацетат натрію
E221	Сульфит натрію	E263	Ацетат кальцію
E222	Гідросульфит натрію	E270	Молочна кислота
E223	Піросульфит натрію	E280	Пропіонова кислота
E224	Піросульфит калію	E281	Пропіонат натрію
E226	Сульфит кальцію	E282	Пропіонат кальцію
E227	Гідросульфит кальцію	E283	Пропіонат калію
E228	Бісульфит калію	E284	Борна кислота
E230	Дифеніл (біфеніл)	E285	Тетраборат натрію (бура)
		E290	Діоксид вуглецю
		E941	Азот
		E1105	Лізоцим

Таблиця 3 – Показники токсичності сполук [1]

Середня летальна доза, мг/кг	Клас токсичності
менше 5	1
5-49	2
50-499	3
500-4999	4
Більше 5000	5

Воду із продукту можна видалити, використовуючи метод желювання. Вихідними речовинами для желювання служать желатин, альгірати, пектин і крохмаль. Продукт у складі желюваної маси непроникний для більшості бактерій і цвілі [13].

Желатином є білкова желююча речовина, похідна колагену, фібрилярний білок сполучної тканини тварин.

До складу альгінатів входять солі альгінової кислоти, зокрема альгінат натрію, альгінат калію й альгінат кальцію. Альгінова кислота належить до полісахаридів, її витягують із бурих водоростей. У складі полімерного ланцюга є два залишки моносахаридів (D-маннурової й L-гулурунової кислот) [14].

Таблиця 4 – Середня летальна доза речовин з консервуючою дією [1]

Консервант	Середня летальна доза, мг/кг	Клас токсичності	Допустиме добове надходження, мг/кг
Мурашина кислота	1200	4	3,0
Бензойна кислота	3000	4	5,0
Дегідроцетова кислота	1000	4	-
Дифеніл	3000	4	-
Етанол	9500	5	-
Ефіри-п-оксибензойної кислоти	8000	5	10,0
Хлорид натрію	3750	4	-
Нітрати	6000	5	5,0
Нітрити	200	2	0,2
о-Фенилфенол	3000	4	0,2
Пімарин	1500	4	-
Пропіонова кислота	4000	4	-
Сахароза	30000	5	-
Саліцилова кислота	1100	4	-
Діоксид сірки	2000	4	-
Сорбінова кислота	10000	5	25,0

Пектинові речовини теж належать до полісахаридів, у їхньому складі – залишки галактуринової кислоти. Вони містяться у всіх рослинах та деяких водоростях. Основна функція пектинових речовин – підтримувати тургор у тканинах. Крім того, пектини підвищують посухостійкість рослин, сприяють тривалому зберіганню овочів і плодів [15,16].

До полісахаридів належать крохмаль, у складі якого залишки α -D-глюкози. З водою полісахарид утворює колоїдний розчин. Високий уміст крохмалю міститься у картоплі, зернових [17].

Найпоширенішими продуктами у жельованому стані є мармелад і пат.

Поєднання дії фізичних і хімічних факторів використовують при коптінні різних продуктів (м'яса, риби й ін.). Унаслідок копчення частково зневоднюють продукт, що піддається хімічному впливу речовин, які містяться у димі. У процесі копчення відбувається підсушування продукту й просочування його димом. Останній – це дисперсна система, тверді частки розміром від 100 до 10 нм.

Для запобігання проникнення у продукт мікроорганізмів з повітря використовують спосіб герметизації, в основі якого – видалення повітря з упакування. При цьому створюються анаеробні умови, що сприяють загибелі анаеробних бактерій [1].

Концентрація бактерій знижується при дії на консервуючий продукт високих температур (60-70°C). Такий спосіб називають пастеризацією, він дозволяє вбивати різні бактерії, але при цьому можуть виживати їхні спори. Розвиток спор сповільнюється при зберіганні продукції за низької температури (0...-10°C). Крім того, для знищення спор можна використати спосіб повторної пастеризації, після нетривалого витримування продукту при кімнатній температурі.

Так, молоко пастеризують для зниження умісту активних бактерій, під впливом високої температури у бактеріях частково руйнується структура функціональних білків і нуклеїнових кислот. Перед початком і наприкінці пастеризації необхідно відбирати проби молока – для визначення умісту молочнокислих бактерій. У пастеризованому молоці має міститися від $5 \cdot 10^4$ до 10^5 бактерій в 1 мл і не повинно бути патогенних

бактерій. Тривала пастеризація – час нагрівання молока 30 хв при 63-65°C. Короткочасна пастеризація – нагрівання молока 15-20 сек при 72-75°C. Миттєва пастеризація – нагрівання молока до 85-98°C, з наступним швидким охолодженням [18].

Стерилізація повністю знищує термостійкі спори бактерій, адже продукт нагрівають до температури вищої 100°C і за підвищеного тиску.

Уповільнюють процеси розмноження мікроорганізмів, витримуючи продукт при температурі нижчій 0°C.

Використовують радіаційну стерилізацію, коли продукт опромінюють рентгеном або γ -випромінюванням. При цьому повністю знищують бактерії та цвіль.

Для підвищення ефективності дії консервантів, як правило, поєднують їхній вплив на продукт. Наприклад, при виробництві згущеного стерилізованого молока, під дією високих температур, стерилізують продукт і повністю знищують бактерії, а високі концентрації сахарози запобігають розвитку їхніх спор. Тоді як герметизація продукту дозволяє обмежити доступ кисню й мікрофлори. Малі концентрації кисню не здатні активно окислювати ліпіди, антиоксиданти, що є в згущеному молоці, інгібують протікання вільно радикальних реакцій. Велике значення для молочного продукту мають умови його зберігання. Зокрема, дотримання температурного режиму приміщень і вологості повітря, відсутність дії прямих променів сонця, дотримання санітарно-гігієнічних норм.

Біологічні методи консервування. Особливу увагу варто звернути на біологічні методи консервування, в основі яких реалізація механізмів спокою, зумовлених дією факторів навколишнього середовища. Основними біологічними процесами, що реалізують дію механізмів спокою, є анабіоз і гіпобіоз. Вивчення цих механізмів забезпечить зберігання біогенних систем, використовуючи природні процеси, що знижують розпад пластичних й енергетичних речовин у біогенних системах у період прояву впливу несприятливих факторів. При цьому повністю зберігається життєздатність живих організмів. Зокрема, у несприятливих умовах середовища бактерії здатні зберігати життєздатність через зниження рівня метаболізму й прояв високої резистентності. У такому стані бактерії називають спорами. Формується спора усередині материнської клітини, яку називають ендоспорою. Утворюють спори переважно паличкоподібні грампозитивні бактерії [6].

Процес утворення спор протікає через певні етапи. На першому етапі змінюється метаболізм клітини, завершується процес реплікації ДНК. При цьому в клітині може бути два й більше нуклеотиди. Ініціюється процес синтезу дипіколінової кислоти.

На наступному етапі виростає подвійна мембрана з боку цитоплазматичної мембрани, завершується процес утворення протоспори, оточеної вже двома мембранами.

Потім між мембранами протоспори утворюється зародковий пептидоглікановий шар, а вже над ним формується товстий пептидоглікановий шар кортекса, навколо якого створюється спорова оболонка. Таким чином, процес завершується утворенням спори, що має високу стійкість до дії факторів середовища.

Спороутворення спостерігають при нестачі живильного субстрату, браку елементів, зміні рН-середовища, підвищенні вмісту кисню та ін.

У стані анабіозу в бактерій знижується метаболічна активність і вміст внутрішньоклітинної води, підвищується вміст кальцію, накопичується дипіколінова кислота, яка є похідною піридину (піридин-2,6-дикарбонова кислота).

При сприятливих умовах спори проростають у вегетативні клітини. Процес, як правило, починається з поглинання води, активації дихання та каталітичної активності ферментів. Після руйнування гідролазами покривів спор й пептидогліканового кортекса на поверхні спори спочатку утворюється ростова трубка, а потім формується вегетативна клітина. Проростання спор звичайно триває близько 4-5 годин.

Механізм дії консервантів на бактерії й спори різний, залежно від впливу фізико-хімічних і біохімічних факторів. При цьому спостерігають поєднану дію факторів, що блокують індивідуально стадії метаболізму клітини мікроорганізмів. Останні утворюють у несприятливих умовах спори, індивідуальні стадії проростання яких пригнічують консервант.

Гіпобіоз – це стан зниженої функціональної активності живих організмів, зумовлений факторами середовища (низькою й високою температурою, відсутністю вологи й т.д.), при зберіганні їхньої високої життєздатності. Однак після відновлення нормальних умов для існування організмів поновлюється активна діяльність усіх його функціональних систем. У реалізації гіпобіотичних станів використовують адаптаційні механізми, що зумовлюють пристосування до умов навколишнього середовища рослин і тварин, які закладені в анатомо-фізіологічній, молекулярно-генетичній і біохімічній особливостях будови [19].

Насіння культурних рослин без води і при низькій температурі перебувають у стані вимушеного спокою. Однак зі збільшенням зволоження у насіннях активуються основні метаболічні процеси й підвищується дихання до максимального рівня, що характеризує їх ріст і розвиток. Відомо, що для нормального проростання у повітряно-сухих насіннях мають бути усі компоненти білок-синтезуючої системи: рибосоми, тРНК, фактори ініціації та елонгації, амінокислоти й аміноацил-тРНК-синтетази, усі ферменти метаболізму, білки теплового шоку і їх мРНК. У вологому насінні активне споживання кисню, що може спричинити окисне uszkodження тканин [20,21].

Висновок. Висока якість консервованих продуктів залежить від вибраних методів консервування або їх поєднання. Методи консервування з використанням біогенних сполук як консервантів дозволяють забезпечити тривале зберігання харчових продуктів без втрати якісних показників і харчової цінності. Фактично застосування консервантів є профілактичним засобом. Запобігаючи псуванню продуктів харчування, вони зменшують небезпеку утворення токсинів, що продукуються токсиноутворюючими мікроорганізмами. Така профілактика важлива тому, що утворену отруйну речовину не можна видалити з продукту іншим обробленням.

Література

1. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва / [Флауменбаум Б.Л., Безусов А.Т., Сторожук В.М., Хомич Г.П.]. – Одеса: Друк, 2006. – 400 с.
2. Флауменбаум Б.Л. Технологія консервування плодів, овочів, м'яса і риби – К. : Вища школа, 1995. – 301 с.
3. Люк Э. Консерванты в пищевой промышленности / Э.Люк, М. Ягер. – СПб. : ГИОРД, 2003. – 640с.
4. Принципы оценки безопасности пищевых добавок и контаминантов в продуктах питания. – М. : Изд-во "Медицина" по материалам ВОЗ. – Женева. – 1991.
5. Жвирблянская А. Ю. Основы микробиологии, санитарии и гигиены в пищевой промышленности / А. Жвирблянская, О. Бакушинская. – М. : Пищевая промышленность, 1983. – 312с.
6. Никитин Г. А. Биохимические основы микробиологических производств / Никитин Г. А. – К. : Высшая школа, 1994. – 307 с.
7. Справочник по аналитической химии : справочное издание / Ю. Ю. Лурье, 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Химия, 1989. – 446 с.
8. Гордон А. Спутник химика / А. Гордон, Р. Форд. – М. : Мир, 1976. – 541 с.
9. Справочник биохимика / [Досон Р., Эллиот Д., Эллиот У., Джонс К.]. – М. : Мир, 1991. – 544 с.
10. Рахманкулов Д. Л. Физические и химические свойства глицерина / Рахманкулов Д. Л., Кимсанов Б. Х., Чанышев Р. Р. – М.: Химия, 2003. – 200 с.
11. Рогожин В.В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 240 с.
12. Харитонов Д.В. Изучение некоторых аспектов, криозамораживания микробной массы / Д.В.Харитонов, Е.Н. Ройдна // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – №9.
13. Козлов С. Г. Теоретическое обоснование слоев в молекулах желатина / С. Г. Козлов, Н. В. Победош // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – № 1.
14. Васьковский В. Е. Морские макрофиты. Систематика, биохимия использования / В.Е.Васьковский // СОЖ (Соровский образовательный журнал). – 1998. – № 7. – С. 51 – 57.

15. Полевой В. В. Физиология растений / Полевой В. В. – М. : Высш. шк., 1989. – 464 с.
16. Биохимия: [учеб.] / В. Г. Щербаков, В. Г. Лобанов, Т. Н. Прудникова, А. Д. Минакова; Под ред. В. Г. Щербакова. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 439 с.
17. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, Н.М. Макрушин и др.: под ред. Н.Н. Третьякова. – М. : Колос, 2000. – 640с.
18. Ростроса Н.К. Технология молока и молочных продуктов. – М. : Пищевая пром-ть, 1980. – 191 с.
19. Микробиология / [О.Д. Сидоренко, Е.Г. Борисенко, А.А. Ванькова и др.]. – М. : ИНФРА-М, 2005. – 285 с.
20. Гумелевская Н.А. Синтез белка и РНК в прорастающих семенах / Н.А.Гумелевская, Л.В.Чумикина, В.Р. Шатилова // Биохимия. – 1995. – № 1.
21. Владимирюв Ю. А. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах / Ю. Владимирюв, А. Арчаков. – М. : Наука, 1972. – 252с.
22. Росляков Ю. Ф. Теоретические и практические основы химического консервирования влажного зерна риса / Ю. Ф. Росляков // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1996. – № 5.

Одержано 10.02.2010 р.