

хранение семян сои при температуре, не превышающей $(4...6) \pm 1$ °C, позволяет увеличивать его продолжительность.

Проведенные микробиологические исследования позволяют рекомендовать хранение семян сои при температуре $(5...15) \pm 1$ °C и влажности до 12 %, так как при данных условиях значительно замедляются процессы жизнедеятельности микроорганизмов, задерживается рост бактерий и плесневых грибов, что положительно влияет на сохранность качества и безопасность семян.

Положительная роль низких температур заключается в действии, тормозящем развитие и жизнедеятельность всех живых компонентов зерновой массы, так как при низких температурах замедляется развитие микроорганизмов, не размножаются насекомые и клещи, резко падает интенсивность дыхания семян и сорняков. Для снижения возможности заражения семян избыточной микробиотой решающее значение приобретает их своевременная очистка перед закладкой на хранение.

При использовании семян сои в качестве пищевого сырья, а также при переработке на соевое молоко, масло, муку и другие продукты, необходимо подвергать семена мойке или термической обработке, соблюдая режимы, обеспечивающие сохранность физиологических и биологических свойств их компонентов.

Таким образом, знание закономерностей изменения биохимических свойств семян сои, а также количественного и качественного состава их микробиоты позволяют подобрать и обосновать оптимальные режимы и сроки хранения.

Литература

1. Капельяниц, Л. В. Соевые продукты и ингредиенты: химия, технология, использование [Текст] / Л. В. Капельяниц, Т. В. Шпырко, Л. В. Труфкати. – О.: ТЭС, 2014. – 196 с.
2. Петибская, В. С. Соя: химический состав и использование [Текст] / В. С. Петибская; рец. В. Ф. Баранов [и др.]; ред. В. М. Лукомец. – Майкоп: ОАО "Полиграф-Юг", 2012. – 432 с.
3. Кудрявцева, А. А. Человек на пороге XXI века [Текст] / А. А. Кудрявцева // Пищевая промышленность. – 1999. – № 3. – С. 21–22.
4. Смирнова, Т. А. Микробиология зерна и продуктов его переработки [Текст] / Т. А. Смирнова, Е. И. Кострова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 159 с.
5. ДСТУ ISO 729:2005. Насіння олійних культур. Визначення кислотності олії [Текст]. – Взамін ISO 729:1988; чинний від 2006–10–01. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 5 с.
6. ГОСТ 26593–85. Масла растительные. Методы измерения перекисного числа [Текст]. – Введ. 1986–01–01. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 5 с.
7. ГОСТ 10444.15–94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов [Текст]. – Введ. 1997–01–01. – М.: Издательство стандартов, 1996. – 5 с.
8. ГОСТ 10444.12–88. Продукты пищевые. Методы определения дрожжей и плесневых грибов. [Текст]. – Введ. 1990–01–01. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 9 с.

УДК [635.658:581.142]:54.021

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОРОЩУВАННЯ ЗЕРЕН СОЧЕВИЦІ

Тележенко Л. М., д-р техн. наук, професор, Атанасова В. В., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Стаття спрямована на визначення змін в процесі пророщування сочевиці за різних режимів та дослідженню змін в її хімічному складі. В статті наведено аналіз найбільш значущих складових сочевиці, що виявляють негативну дію при її засвоєнні. Проаналізовано зміну найбільш впливових хімічних складових сочевиці у процесі біопробудження зерна, що призводить до поліпшення перетравлюваності продукту та його впливу на обмін речовин у організмі людини.

The article aims at identifying changes in the process of germination of lentil under different regimes and the study of changes in its chemical composition. The article presents the analysis of the most significant components of lentils, have a negative effect upon adoption. Analyzes changes in the most influential chemical consti-

tients of lentil in the process buprenorphine grain, resulting in improved digestibility of the product and its effect on metabolism in the human bod.

Ключові слова: сочевиця, пророщування, білок, вуглеводи, антипоживні речовини.

Вступ. При пророщуванні зерна сочевиці проходить ряд перетворень, які призводять до активації ферментативних процесів, зміни хімічного складу сировини і структурно-механічних характеристик, ступінь яких визначається режимними параметрами процесу.

Наявність в сочевиці високополімерних білків, вуглеводів, таких як рафіноза та стахіоза, та інших антипоживних речовин ускладнює засвоєння продуктів її переробки. Одним із ефективних методів попередньої обробки, що дозволяє знизити дію антипоживних речовин продукту є пророщування.

При пророщуванні зерна у зв'язку з різкою активізацією ферментів відбувається розщеплення білків і вуглеводів. Як результат цих змін — краще засвоювання їх організмом, підвищення їх харчової цінності, поліпшення функціонально-технологічних властивостей. Частково подібного ефекту можна досягти при довготривалій вологотермічній обробці, проте така обробка супроводжується втратою біологічно-активних сполук сировини. Процес пророщування є єдиним, що нівелює негативну дію практично усіх антипоживних складових сочевиці. Таким чином, застосування пророщування сочевиці дозволить покращити її поживні властивості за умови наукового обґрунтування параметрів процесу пророщування.

Мета роботи — дослідити режимні параметри процесу пророщування сочевиці та їх вплив на зміну хімічного складу зерна.

Матеріали та методи дослідження. Предметом дослідження була сочевиця сортів Луганчанка, Дніпровська 3, Красноградська 49 та Красноградська 250, що підлягала пророщуванню, а також показники якості та безпечності.

Методи досліджень — загальноприйняті та спеціальні фізичні, хімічні, фізико-хімічні, мікробіологічні, органолептичні, методи оптимізації технологічних процесів з використанням сучасних приладів та устаткування.

На першому етапі необхідно було провести аналіз хімічного складу різних сортів сочевиці, визначити його вплив на організм людини та шляхи щодо підвищення засвоюваності сировини.

На другому етапі досліджували режимні параметри процесу пророщування сочевиці та вплив пророщування на зміну білкового, вуглеводного складу сочевиці. Визначали вплив пророщування сочевиці на зміну її технологічних та поживних властивостей.

Результати. Для пророщування зерна є необхідними три умови: волога, доступ кисню, певний мінімум тепла. Суха маса зерна при пророщуванні значно знижується, так як у цей період зерно втрачає значну кількість органічних речовин. Ці втрати є наслідком процесів дихання, що відбувається при пророщуванні. За нашими даними та даними інших дослідників [1, 2] інтенсивність дихання залежить від вологості зерна і при значенні вологості 13...15 % значно зростає. Масова частка вуглекислого газу виділена за 24 год пророщення сочевиці досягає 50...60 мг на 100 г сухої речовини. Тому від параметрів пророщування залежить активізація реакцій біотрансформації складових речовин сочевиці [3].

Послідовність технологічних процесів підготовки зерна сочевиці сортів Луганчанка, Дніпровська 3 та Красноградська до пророщування побудована відповідно до технологічної схеми виробництва солоду.

Чисту питну воду заливали у ємність з попередньо зваженим зерном так, щоб рівень води був вище рівня зерна. Після ретельного перемішування суміш залишали на 1...1,5 год, потім знімали ті часточки, що сплили, воду зливали і додавали дезінфікуючу речовину за методикою, що застосовується при виробництві солоду і знову залишали на 2...3 год. Після чого зерно промивали і замочували у цій же ємності. Перед кінцем замочування у воду додавали розчин перманганату калію (2,5...5,0 мг/100 г до маси зерна).

Процес пророщування здійснювали повітряно-зрошуючим способом у ящиках з перфорованою вставкою з періодичним зрошенням через кожні 4...6 год. Оскільки температура і тривалість процесу впливають на вологовміст зерна, то саме ці параметри контролювали. Температуру зерна при пророщуванні підтримували у діапазоні 18...23 °C (в залежності від періоду року). Через кожні 4...6 год продували повітря, а через 6...8 год зерно ворухили для рівномірного пророщування. Під час ворухіння зерно зрошували розчином перманганату калію (4 мг/100 г розчину). Досліджували зміну вологості зерна при пророщуванні за різних температур у фіксованому інтервалі (наближеному до температури довкілля) протягом 60 год (рис. 1).

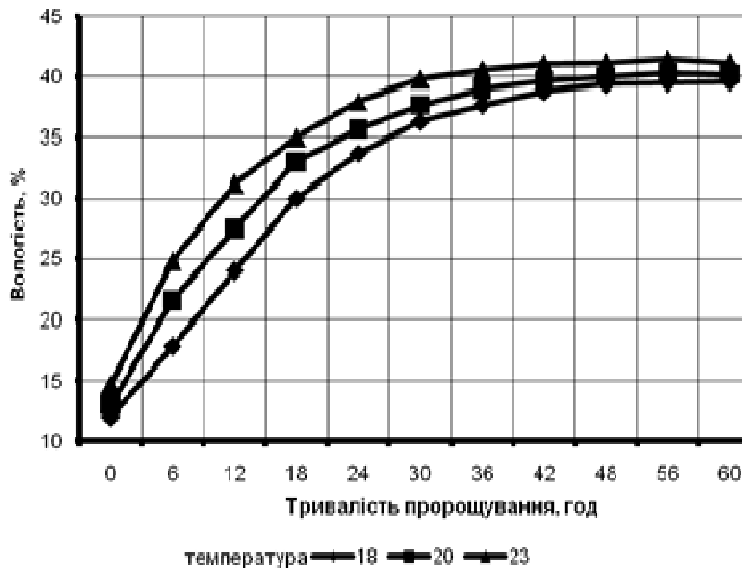


Рис. 1 — Вплив температури і тривалості замочування (пророщування) на вологість сочевиці

ням якості проростків.

Температуру замочування та пророщування сочевиці нами обрано на рекомендованому оптимальному рівні у зв'язку з тим, що одним із завдань процесу пророщування є біотрансформація антипоживних сполук. При низькій температурі (менше 10 °C) ферментний гідроліз не забезпечує повного руйнування небажаних олігосахаридів і лектинів, які обумовлюють фітогемаглютинінову активність [5]. При температурі більше 40 °C відбувається небажаний процес бродіння простих вуглеводів, який випереджає процес гідролізу лектинів і олігосахаридів.

В період пророщування, що починається через 24 год для сортів Луганчанка і Дніпровська 3 від початку замочування, спостерігається активний ріст паростків протягом тривалого часу (рис. 2). Початком цього етапу можна вважати стадію прокльовування, при якій розмір проростка становить 0,5...1,0 мм, а тривалість стадії складає 10...12 год. Сочевиця сорту Красноградська 49 починає прокльовуватись лише через 36 год після замочування, що обумовлює вірогідність вищої мікробіологічної контамінації.

Подальше пророщування протягом 10...12 год має повільний характер, і за цей час довжина проростка досягає 2,0...2,2 мм. Після чого ростові процеси активізуються. На п'яту добу після початку замочування ростові процеси сповільнюються, проте ростки сочевиці набувають якісно інших властивостей.

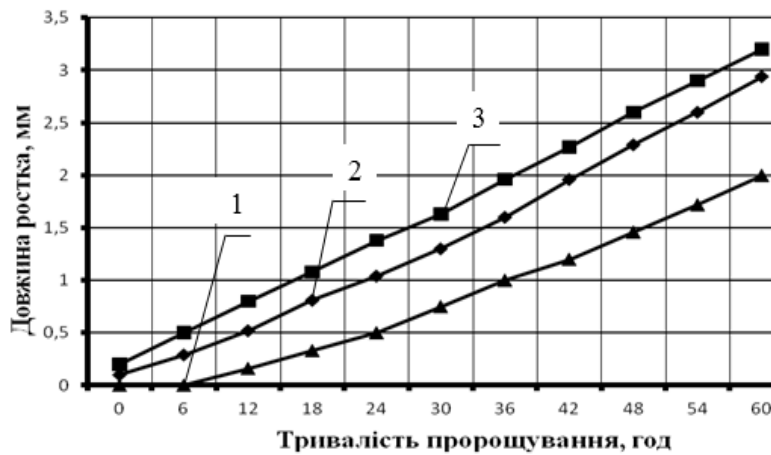
Процес замочування і пророщування супроводжується не лише зростанням вологості зерна з початкових 13,8...14,0 % до 41,3...42,6 %, а й інтенсифікацією дихання [6], що корелює з підвищенням вологості. Зерно з вологістю 14,9...15,5 % дихає в два-чотири рази інтенсивніше, ніж сухе, а інтенсивність дихання зерна вологістю 17 % і вище зростає в 20...30 разів. Іншими словами, при підвищенні вологості зерна інтенсивність дихання зростає нерівномірно — спочатку незначно, а потім відбувається різкий стрибок, який за дослідженнями В. Л. Кретовича [1] обумовлений появою в зерні вільної води. При пророщуванні зерна сочевиці слід щодня визначати та контролювати його вологість та чітко визначити режимні параметри процесу пророщування.

Обмеження тривалості процесу пророщування пов'язане з тим, що біоактивація зерна та утворення біологічно-активних сполук є характерним лише для початку пророщування. Подальші ростові процеси знижують загальну цінність продукту та масову частку в них вітамінів, мінералів, рослинних ферментів та фітогормонів. Саме наявність фітогормонів є унікальною особливістю пророслих зерен, що визначають їх біологічну активність і лікувальні властивості [7].

Біохімічні перетворення білків та вуглеводів, які відбуваються у зерні, протікають у нашому організмі під час перетравлювання цих поживних речовин. Звісно, що у значній мірі хімічний склад пророслих зерен залежить від якості вхідної сировини та умов пророщування.

При зволоженні сочевиці наведених вище сортів водою, набування зерна на початковій стадії процесу протікає більш інтенсивно за температури 23 °C, а зі зниженням температури інтенсивність зміни маси зерна зменшується. У наведеному діапазоні температур вологість різних зразків зерна через 48...60 год після початку замочування відрізняється незначно і складає близько 40 % тому навмисно підвищувати температуру води на вказаній стадії процесу немає необхідності.

За даними інших авторів [4], підвищений температурний рівень впливає на мікробіологічну контамінацію зерна, що пророщується, тому обирати температурний діапазон необхідно не лише з огляду на інтенсивність пророщування, але і з урахуван-



1 — Красноградська 49; 2 — Луганчанка; 3 — Дніпровська 3

Рис. 2 — Динаміка збільшення довжини ростків сочевиці у процесі пророщування за температури 20 ± 1 °C

Багатий хімічний склад сочевиці обумовлює наявність у продукті з пророслого зерна численних макро- та мікрокомпонентів. У табл. 1 наведено основні компоненти сухої і пророщеної сочевиці у розрахунку на 100 г продукту та у перерахунку на суху масу.

Сочевиця особливо багата на білок, масова частка якого у перерахунку на сухі речовини складає 32,3 %. Загальна масова частка білка у сочевиці при пророщуванні протягом 54 год дещо збільшується і складає 33,5 % на суху речовину.

При пророщуванні збільшується концентрація водо- та солерозчинних фракцій білка за рахунок луго- та спироторозчинних фракцій, які погано перетравлюються. Спиртова фракція складає дуже нез-

нок луго- та спироторозчинних фракцій, які погано перетравлюються. Спиртова фракція складає дуже нез-

Таблиця 1 — Хімічний склад зерна сочевиці (на 100 г)

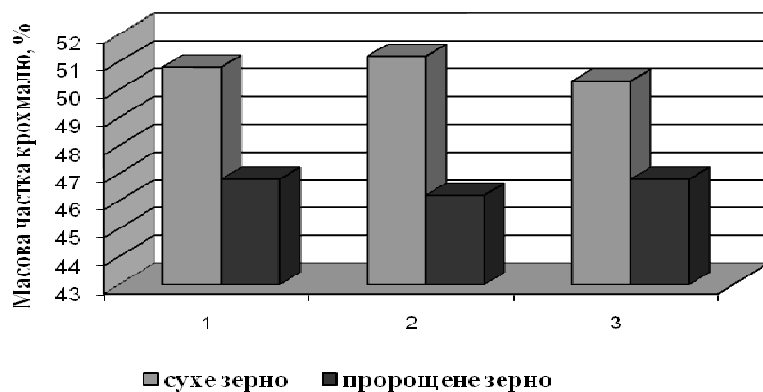
($n=5$; $p \geq 0,95$)

Показники	Масова частка, г/100 г			
	сухе зерно		зерно пророщене	
	на загальну масу	на сухі речовини	на загальну масу	на сухі речовини
Вода	14,5	—	40,0	—
Білки	27,6	32,3	20,1	33,5
Жири	1,1	1,3	0,6	1,0
Вуглеводи засвоювані:	46,4	54,3	32,5	54,2
моно- і дисахариди	3,0	3,5	4,5	7,5
крохмаль	43,4	50,8	28,0	46,7
Вуглеводи незасвоювані:	7,4	8,6	4,7	7,8
клітковина	3,8	4,4	2,7	4,5
пектин	3,6	4,2	2,0	3,3
Зола	2,9	3,4	2,1	3,5
Вітаміни, мг/100 г				
β -каротин	0,03	0,03	0,02	0,03
Вітамін B_1 (тіамін)	0,5	0,58	0,6	1,0
Вітамін B_2 (рибофлавін)	0,21	0,25	0,38	0,63
Вітамін PP (ніацин)	1,8	2,1	2,3	3,8
Вітамін B_9 (фолієва кислота)	100	116,9	190	316,6
Вітамін E	0,5	0,58	6,8	11,3
L-аскорбінова кислота	Сл.	Сл.	25,0	41,7
Макроелементи, мг/100 г				
Калій	675	789,5	441	735
Кальцій	85,0	99,5	82,3	137,2
Магній	80,0	93,6	55,4	92,4
Фосфор	249,0	291,2	174,8	291,4
Хлор	75,0	87,7	48,1	80,2
Мікроелементи, мкг/100 г				
Залізо	11700	13684,2	8413,9	14023,1
Калорійність, ккал	294	—	207,5	—

начну частку в усіх сортах, а після пророщування сочевиці такі білки практично відсутні. Загальна кількість білків в усіх досліджених сортах сочевиці приблизно однакова і відрізняється від сумарної кількості фракційних білків на величину нерозчинного осаду, який складає для сухого зерна близько 1,4 %, а для пророщеного 1,2 %.

Пророщування сочевиці супроводжується збільшенням довжини проростка та процесом дихання в результаті чого відбувається зміна вуглеводів сировини. Як видно з даних табл. 1, масова частка крохмалю при пророщуванні зменшується на 8 %, а вміст моно- та дисахаридів зростає удвічі.

Крохмаль — одна з головних речовин, що міститься в зерні бобових. У досліджуваних зразках зерна сочевиці вміст крохмалю складає 46,6...50,8 % (на суху речовину) в залежності від сорту, що наведено на рис. 3.



1 — Луганчанка; 2 — Дніпровська 3; 3 — Красноградська 49

Рис. 3 — Зміна масової частки крохмалю при пророщуванні (температура 20 ± 1 °C, тривалість — 54 год)

У процесі пророщування зерна сочевиці за температури 5 °C спостерігається поступове незначне зменшення вмісту в ньому крохмалю [8]. Слід зазначити, що активно цей процес протікає при температурі від 20 °C до 30 °C і тривалості пророщування понад 24...48 год. Встановлено, що між вмістом крохмалю і тривалістю пророщування існує зворотна залежність.

За температури пророщування зерна сочевиці 15...16 °C утворюються переважно сахароза і продукти її гідролізу, при температурі 20...23 °C — мальтоза.

При гідролізі крохмалю утворю-

ються цукри різної молекулярної маси. Негідролізований крохмаль відіграє певну роль при приготуванні готової страви, оскільки при тепловій обробці він клейстеризується і створює в'язку консистенцію супу-юре.

Особливо важливо дослідити зміну важкозасвоюваних олігосахаридів сочевиці при пророщуванні. Оскільки при ферментативному гідролізі рафінози під дією α -галактозидази відщеплюється залишок α -галактопіранози, то за кількістю утвореної галактози можна побічно судити про руйнування рафінози. Подальша дія сахарози призводить до утворення залишків: α -глюкопіранози та β -фруктофуранози. При гідролізі стахіози утворюється два залишки α -галактози та по одному залишку α -глюкози і β -фруктози [1]. Зростання масової частки цих моносахаридів при пророщуванні свідчить про наведені вище ферментативні перетворення під час біотрансформації сировини. Дослідження зміни масової частки моносахаридів при пророщуванні сочевиці (температура 20 ± 1 °C, тривалість — 54 год) представлено у табл. 2.

В сухому зерні рослин є фермент β -манозидаза, а при пророщуванні синтезуються ще два — α -галактозидаза та ендо- β -маннаназа [9]. Виявлені у пророщеному зерні сочевиці різних сортів галактоза (у кількості до 1,0 %), глюкоза і фруктоза та зменшення масової частки олігосахаридів свідчать про їх перетворення. Специфічність дії α -галактозидази спрямована на розпад рафінози та стахіози призводить до зниження їх масової частки у пророслих зернах. Здуття та негативна дія бобових, що виникає при їх споживанні через наявність стахіози, після розпаду тетрасахаридів не спостерігається.

Таблиця 2 — Вплив пророщування на зміну моно- і олігосахаридів сочевиці

($n=5$; $p \geq 0,95$)

Вид цукру	Масова частка цукру у сочевиці, %			
	Луганчанка		Дніпровська 3	
	сухе зерно	пророщене	сухе зерно	пророщене
Галактоза	—	0,9	—	1,0
Глюкоза	—	0,6	—	0,7
Фруктоза	—	0,4	—	0,5
Сахароза	1,8	4,4	1,7	4,6
Рафіноза	0,3	0,03	0,4	0,04
Стахіоза	1,0	0,1	1,1	0,1

Підвищена вологість та достатня кількість легкодоступних поживних речовин в пророслому зерні призводить до швидкого розвитку мікрофлори. Кількість пліснявих грибів в пророслому зерні може бути у 18 разів більше, ніж в непророслому. Для того, щоб позбутися забруднення можливими отрутохімікатами та іншими шкідливими речовинами зерно промивали до тих пір, доки вода не стане прозорою.

В ході досліджень визначали загальне мікробне число, кількість грибів та патогенних мікроорганізмів [10]. Визначення мікробіологічних показників проводили методом підрахунку колоній, що вирости на твердому поживному середовищі в результаті посіву змиву зерна в чашках Петрі. Результати досліджень наведені в табл. 3.

Таблиця 3 — Мікробіологічні показники зерна сочевиці

Тривалість пророщування, діб	МАФАНМ, КУО/г	Загальна кількість грибів, КУО/г	Наявність патогенних мікроорганізмів
0	4×10^3	1×10^2	Не виявлено
1	5×10^3	2×10^2	Не виявлено
2	6×10^3	3×10^2	Не виявлено
3	6×10^3	3×10^2	Не виявлено

Оскільки за наведених умов мікробіологічна контамінація сочевиці зростає, а величина паростків у більшості об'єктів досліджень за 54...56 год пророщування досягає значень 2...3 мм, то тривалість проведення процесу доцільно обмежити наведеним вище терміном.

Висновки. Таким чином, застосування пророщування сочевиці дозволяє збалансувати ряд показників її інгредієнтного складу, що дозволить поліпшити якість страв з сочевиці. Встановлені параметри процесу пророщування. Показано, що пророщування сочевиці необхідно обмежити за температурою і тривалістю та рекомендувати наступний режим: температура доквілля 18...23 °С, тривалість 54...56 год до досягнення довжини проростка 2...3 мм. Доведено, що застосування пророщування при переробці сочевиці дозволяє підвищити у сировині масову частку легкозасвоюваних сполук та зменшити негативну дію антипоживних сполук. Зміни, які протікають в сочевиці при пророщуванні, певним чином впливають на насиченість органолептичних властивостей страв виготовлених з неї.

Література

1. Кретович, В. Л. Техническая биохимия [Текст]: учебное пособие для студентов университетов и технологических институтов пищевой промышленности / В. Л. Кретович, Л. В. Метлицкий, М. А. Бокучава; под ред. В. Л. Кретовича. – М., «Высшая школа», 1973. – 456 с.
2. Атанасова, В. В. Страви на основі пророслої сочевиці як продукт функціонального призначення [Текст] / Основи раціонального харчування студентів: матер. Всеукраїнського семінару молодих вчених, аспірантів та студентів. – Донецьк, [б.в.], 2010. – с. 34.
3. Касьянова, Л. А. Влияние режимов проращивания на химический состав зерна тритикале [Текст] /Л. А. Касьянова, Е. Н. Урбанчик, О. В. Агеенко. // 36. наук. праць ДонДУЕТ. – 2009. – № 22. – с. 375–383.
4. Дуденко, Н. В. Фізіологія харчування [Текст]: навчальний посібник для технологічних та товарознавчих факультетів торг. вищих навч. закладів / Н. В. Дуденко, Л. Ф. Павлоцька Л.Ф. – Х.: НВФ „Студцентр”. 1999. – 392 с.
5. Химия и биохимия бобовых растений [Текст]: научное издание. Пер. с англ. К. С. Спектрова / ред. М. Н. Запрометов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 336 с.
6. Казаков, Е. Д. Основные сведения о зерне [Текст]: научное издание / Е. Д. Казаков; Зерновой союз. – М.: [б. и.], 1997. – 144 с.
7. Тележенко, Л. Н. Биологически активные вещества фруктов и овощей и их сохранение при переработке [Текст] / Л. Н. Тележенко, А. Т. Безусов. – Одесса: «Optimum», 2004. – 268 с.
8. Рогов, И. А. Химия пищи [Текст]: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 260300 "Технология сырья и продуктов животного происхождения", специальностям 260301 "Технология мяса и мясных продуктов", 260302 "Технология рыбы и рыбных продуктов", 260303 "Технология молока и молочных продуктов" и по направлению 240900 "Биотехнология", специальности 240902 "Пищевая биотехнология" / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко ; ред. И. С. Беленькая; рец.: Г. И. Касьянов, А. Г. Храмцов. – Москва : КолосС, 2007. – 853 с.
9. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – Москва: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. – 168 с.