УДК 641.1/3

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Т.Н. Сафронова*, В.В. Казина, К.В. Сафронова

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
Торгово-экономический институт,
660075, Россия, г. Красноярск, ул. Л. Прушинской, 2

**e-mail: Safronova63@mail.ru*

Дата поступления в редакцию: 25.11.2016
Дата принятия в печать: 23.01.2017

Аннотация. Зерно является доступным пищевым продуктом для любых групп питающихся. В процессе проращивания в зерне активизируются ферментные системы и происходит расщепление сложных пищевых веществ до более простых, легко усвояемых организмом человека. В качестве объектов исследования было выбрано сухое зерно пшеницы для проращивания. Проращивание производилось с использованием пароконвекционного аппарата. В ходе работы установлена зависимость времени проращивания от температуры, скорости подачи кондиционированного воздуха и влажности в камере пароконвектомата. Составлена математическая модель для исследуемого процесса и проведен анализ полученного уравнения. У пророщенного зерна определяли органолептические, физико-химические и микробиологические показатели. Для предотвращения порчи при хранении пророщенное зерно пшеницы упаковывали в вакуумные пакеты и интенсивно охлаждали. Контроль качества проводили по трем контрольным точкам в течение 10 суток хранения, в которых определялись органолептические и микробиологические показатели пророщенного зерна. Разработанная технология проращивания зерна пшеницы до зародышевого корешка длиной 2 мм с использованием пароконвекционного аппарата имеет следующие технологические режимы: влажность 100 %, температура 30 °С и мощность кондиционирования воздуха 0,09 кВт. Определены сроки хранения в вакуумной упаковке до 7 суток при температуре 4±2 °С и влажности воздуха 75 %.

Ключевые слова. Зерно пшеницы, технология проращивания, пароконвекционный аппарат, технологические режимы

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS FOR WHEAT GRAIN GERMINATION

T.N. Safronova*, V.V. Kazina, K.V. Safronova

Siberian Federal University,
Institute of Economics and Trade,
2, L. Prushinskoy Str., Krasnoyarsk, 660075, Russia

**e-mail: Safronova63@mail.ru*

Received: 25.11.2016
Accepted: 23.01.2017

Abstract. Grain is available for any food product consumer. During germination, grain enzyme systems are activated, and splitting of complex nutrients to simpler ones which are easily digestible by the human body takes place. Dry wheat grain germination has been studied. Germination was carried out using a steam convection apparatus. Germination time dependence on temperature, conditioned air flow rate and humidity in the chamber of a steam convection apparatus has been defined. A mathematical model for the studied process has been developed, and the equation analysis has been fulfilled. Organoleptic, physical-chemical and microbial parameters of germinated grain have been determined. Germinated wheat grains were packed in vacuum bags and cooled rapidly to prevent contamination during storage. Quality control based on three test points and defining organoleptic and microbial parameters of germinated grains was carried out within 10 days of storage. The developed technology of wheat grain germination to the embryo root of 2 mm long using a steam convection apparatus has the following process conditions: humidity 100%, temperature 30 ° C and air conditioning power of 0.09 kW. The period of vacuum packed grain storage has been defined as 7 days under the following storage requirements: temperature 4 ± 2 °C, humidity 75%.

Keywords. Wheat grain, germination technology, steam convection apparatus, technological modes

Введение

Одним из положений Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации является формирование здорового типа питания населения, что требует наращивания производства новых обогащенных, диетических и функциональных пищевых продуктов [1]. Для обогащения рационов используют различное сырье, в том числе зерновое. В мировом производстве зерна и в России пшеница занимает первое место. Такое значение пшеницы обусловлено ее высокой урожайностью и ценными свойствами белкового, углеводного и ферментативного комплекса. Зерно является доступным пищевым продуктом для любых групп питающихся. Однако при производстве зерновых продуктов наиболее ценные части зерна удаляются. Особый

интерес представляет пророщенное зерно пшеницы как один из возможных источников обогащения рациона питания.

В процессе проращивания в зерне активизируются ферментные системы и происходит расщепление сложных пищевых веществ до более простых, легко усвояемых организмом человека. Крахмал превращается в сахар, белки – в аминокислоты, а жиры – в жирные кислоты. Такие же процессы происходят при переваривании пищи в организме человека. Белок зародыша имеет повышенную биологическую ценность, поскольку является концентратом структурных и ферментативных белков, близким по своим свойствам к физиологическим белкам животной ткани. По сравнению с цельным зерном, зародыш зерна содержат в 50 раз больше витамина Е – основного антиоксиданта, который замедляет процессы старения организма, в 10 раз больше витамина B_6, в 3–4 раза больше витаминов F и P, в 2–3 раза больше аминокислот, в 4–5 раз больше жирных кислот. Зерна пшеницы содержат целый комплекс микроэлементов: фосфор, калий, магний, марганец, кальций, цинк, железо, селен, медь, ванадий и др. [2–5, 16].

Установлено, что введение проростков в рацион стимулирует обмен веществ и кроветворение, повышает иммунитет, компенсирует витаминную и минеральную недостаточность, нормализует кислотно-щелочной баланс, способствует очищению организма от шлаков и интенсивному пищеварению [6].

Использование пророщенных зерен пшеницы в системе общественного питания весьма ограничено из-за короткого срока их хранения. Пророщенное зерно пшеницы может быть более широко использовано в системе общественного питания в качестве добавки к рациону питания, витаминизации готовых блюд. В связи с вышеизложенным перед технологами общественного питания встает задача разработки новой технологии проращивания зерна пшеницы, отличающейся от известных способов простотой, сокращением сроков проращивания, уменьшением материальных затрат [7–12, 15].

Целью работы является разработка технологии проращивания зерна пшеницы с использованием пароконвекционного аппарата для системы общественного питания.

Научная новизна

Обосновано использование технологии проращивания зерна пшеницы с использованием пароконвекционного аппарата в условиях предприятий общественного питания.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования было определено сухое зерно пшеницы для проращивания (ТУ 9700-005-50765127-06, ООО «СибТар», г. Новосибирск). Сухое зерно для проращивания имеет следующие показатели: состояние зерна здоровое, имеет нормальный, свойственный здоровому зерну пшеницы запах, цвет зерна – нормальный, свойственный здоровому зерну данного типа, содержание сухих веществ – 86±0,05 %, белок – 11,8±0,05 %; жир – 2,2±0,002 %; углеводы – 69,5±0,03 %.

Органолептические, физико-химические исследования проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 13586.3-2015; ГОСТ 13586.5-2015; ГОСТ 10967-90; ГОСТ 10846-91; ГОСТ 29033-91; ГОСТ Р 52934-2008; ГОСТ 10844-64. С целью проверки полученных данных был использован непараметрический критерий Колмогорова–Смирнова. При сравнении средних значений разница считалась достоверной при $p < 0,05$. Для построения математической модели оптимизации технологии использовали метод полного факторного анализа с составлением уравнения множественной линейной регрессии (Statistica 6.0).

Исследование технологии проращивания зерна пшеницы проводили с использованием пароконвекционного аппарата «Рациональ» SCC61WE-3NAC400V50/60 (данный аппарат имеет бойлерный способ образования пара с сенсорным управлением). Для этой цели брали 1 кг навески сухого зерна для проращивания, размещали в перфорированную емкость GN 2/1 и ставили в пароконвектомат при 60–100%-ной влажности, мощности кондиционирования воздуха 0–0,36 кВт с изменением температурного режима (30±1 ºС), (35±1 ºС), (40±1 ºС), (45±1 ºС). Измеряли время проращивания зерна. За основной контролируемый показатель влажного пророщенного зерна принимали наличие зародышевого корешка длиной не более 2 мм у 90 % семян.

Исследование условий и сроков хранения пророщенного зерна пшеницы проводили в соответствии с ТР ТС 021/2011 и МУ 4.2. 727-99 при температуре (4±2) °С, (9±1) °С. Использовали вакуумный упаковщик Profi Cook PC-VK 1015, шкаф интенсивного охлаждения PF 031AF CHILLY GN1. Для этой цели готовое пророщенное зерно пшеницы упаковывали в вакуумные пакеты и ставили в шкаф интенсивного охлаждения до достижения температуры внутри продукта +6 °С, затем хранили в течение 10 суток, определяли органолептические и микробиологические показатели в трех контрольных точках.

Оценку пищевой ценности пророщенного зерна пшеницы проводили по показателям, как полученным в результате собственных исследований, так и данным справочника USDA Food Composition Databases [17]. Оценку проводили для мужчин и женщин III группы физической активности и возрастной группы 30–39 лет (МР 2.3.1.2432-08).

Результаты и их обсуждение

В прорастающем зерне происходят те же биохимические и физиологические изменения, что и при естественном проращивании его в почве. Прорастание зерна возможно только при достаточном количестве влаги, кислорода и оптимальной температуре. Зерно проращивают в таких условиях, чтобы расход крахмала на дыхание и образование новых вегетативных органов был минимальным, при возможно меньшем обсеменении микроорганизмами, особенно кислотообразующими.

Протекающие биохимические процессы в прорастающем зерне способствуют расщеплению всех

высокомолекулярных соединений (крахмала, белков) и переходу их в низкомолекулярные вещества, которые используются для питания зародыша. Прорастание характеризуется двумя взаимно связанными процессами: гидролизом запасных веществ эндосперма и синтезом новых веществ в зародыше, изменяющими биохимический состав зерна. Важнейшим энергетическим процессом проращивания является дыхание зерна, протекающее под действием оксидаз.

Активность α-амилазы значительно увеличивается после нескольких часов проращивания в результате расщепления адсорбировавших ее белков под действием протеолитических ферментов. β-амилаза находится в активном состоянии еще в непроросшем зерне. При проращивании β-амилаза повышает свою активность главным образом за счет новообразования этого фермента. Активность и новообразование протеолитических ферментов при проращивании зерна увеличивается в четыре раза [2–5; 13]. Гидролиз белковых веществ во время проращивания происходит под действием протеолитических ферментов. В первую очередь воздействию их подвергается резервный белок, который находится в клетках эндосперма вблизи алейронового слоя. Продукты гидролиза резервного белка являются источником азотистого питания зародыша.

Крахмал под влиянием ферментов превращается в сахара, которые затем окисляются до двуокиси углерода и воды с выделением 2822 кДж тепла на одну грамм-молекулу глюкозы. При проращивании зерна около 24 % крахмала превращается в сахара, из них 10 % расходуется на дыхание, 3–4 % – на построение корешков и ростков и приблизительно 10 % остается в солоде в виде сахара [2–5; 13].

При дыхании зерна происходит как полное, так и частичное окисление сахаров. Недостаточный приток кондиционированного воздуха при проращивании приводит к нарушению естественного дыхания зерна и образованию двуокиси углерода и спирта, что затормаживает жизненные процессы в зерне.

Во время проращивания зерна в эндосперме накапливаются также пентозаны. Образование растворимых продуктов гидролиза пентозанов связано с разрушением стенок зерен крахмала, которые состоят из целлюлозы, гемицеллюлозы и инкрустирующих веществ. Под воздействием цитолитических ферментов гидролизуются гемицеллюлозы и гумми-вещества, входящие в состав клеточных стенок зернового сырья. При этом образуются декстрины, глюкоза, ксилоза и арабиноза, которые расходуются на построение тканей корешков и ростков [2–5; 13].

Технологические требования к режиму проращивания зерна характеризуются следующими показателями: температурой, при которой происходит проращивание зерна на отдельных стадиях; содержанием влаги в зерне; соотношением кислорода и двуокиси углерода в слое зерна на отдельных стадиях проращивания; продолжительностью проращивания.

На рис. 1 представлена зависимость времени проращивания зерна пшеницы (наличие зародышевого корешка длиной не более 2 мм у 90 % семян) в пароконвекционном аппарате при различных температурных режимах, 100 % влажности, отсутствии кондиционирования воздуха.

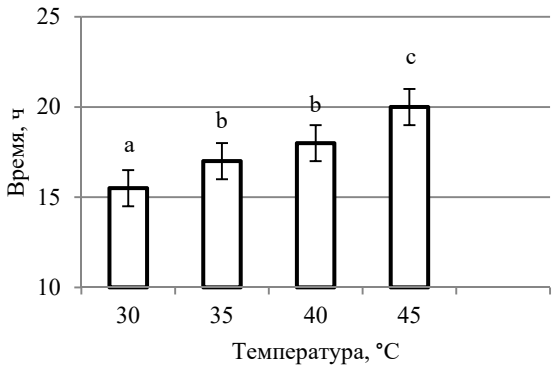

Рис. 1. Влияние температуры на время проращивания пшеницы (M ± m) (n = 6) (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, p < 0,05)

Из представленных данных видно, что оптимальной температурой проращивания зерна является 30 °С при 100 % влажности и отсутствии кондиционирования воздуха.

На рис. 2 представлена зависимость времени проращивания зерна пшеницы (наличие зародышевого корешка длиной не более 2 мм у 90 % семян) в пароконвекционном аппарате при 30 °С, 100 % влажности и мощности кондиционирования воздуха 0 – 0,36 кВт.

Рис. 2. Влияние мощности кондиционирования воздуха на время проращивания пшеницы (M ± m) (n = 6) (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, p < 0,05)

Из представленных данных видно, что оптимальной мощностью кондиционирования воздуха в камере пароконвектомата для проращивания зерна является 0,09 кВт при 30 °С и 100 % влажности.

На рис. 3 представлена зависимость времени проращивания зерна пшеницы (наличие зародышевого корешка длиной не более 2 мм у 90 % семян) в пароконвекционном аппарате при 30 °С, мощности

кондиционирования воздуха 0,09 кВт и влажности 60–100 %.

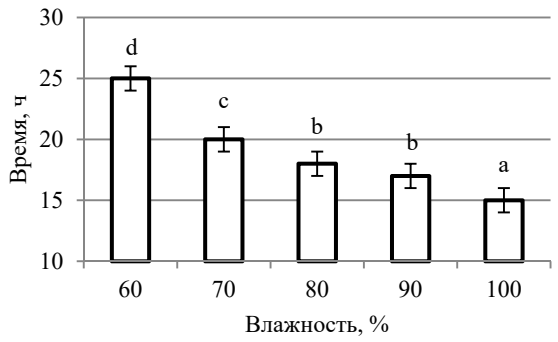

Рис. 3. Влияние влажности на время проращивания пшеницы (M ± m) (n = 6) (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, p < 0,05)

Из представленных данных видно, что оптимальной влажностью в камере пароконвектомата для проращивания зерна является 100 % при мощности кондиционирования воздуха 0,09 кВт и 30 °С.

Составив математическую модель для исследуемых процессов, изучали влияние температуры (X_1), конвекции (X_2) и влажности (X_3) в камере пароконвектомата на время проращивания зерна пшеницы. Пределы варьирования факторов принимали: X_1 = 30–45 °С, X_2 = 0–0,36 кВт, X_3 = 60–100 %. В результате реализации эксперимента и расчета значения коэффициентов получили следующее уравнение регрессии [14]

$$Y = 21{,}95 + 2{,}375X_1 + 1{,}675X_2 - 2{,}7X_3 - 4{,}4X_1X_2 + 1{,}4X_1X_3 + 1{,}8X_2X_3 + 0{,}75X_1X_2X_3. \quad (1)$$

В ходе дальнейших вычислений установили, что все коэффициенты в уравнении являются значимыми.

Анализируя полученное уравнение, сделали следующие выводы. Повышение температуры и конвекции в камере пароконвектомата приводит к увеличению временных затрат на проращивание, о чем свидетельствует знак «+» при этих факторах. Следовательно, оптимальными температурой и конвекцией будут 30 °С и 0,09 кВт соответственно. Увеличение влажности приводит к уменьшению времени проращивания, на что указывает знак «–» при этом факторе. Поэтому оптимальной влажностью будет 100 %. Поскольку значения коэффициентов при факторах X_1, X_2 и X_3 равны 2,375, 1,675 и 2,7 соответственно, то наибольшее влияние на продолжительность роста оказывают температура и влажность. Величина значения коэффициента при межфакторном влиянии температуры (X_1) и конвекции (X_2) показывает на более существенное влияние на продолжительность проращивания по сравнению с другими факторами (коэффициент 4,4).

Таким образом, оптимальными технологическими параметрами проращивания зерна пшеницы определены: температура 30 °С, конвекция воздуха 0,09 кВт и 100 % влажность.

В конце проращивания определяли органолептические показатели пророщенного зерна (табл. 1). Химический состав пророщенного зерна пшеницы представлен в табл. 2.

Таблица 1

Органолептические показатели пророщенного зерна пшеницы, (M ± m) (n = 7)

Показатели	Характеристика	Общий балл (по 5-балльной системе)
Внешний вид	Зерновая масса выравнена. Форма зерна: шарообразная, имеются проростки белого цвета длиной не более 2 мм. Крупность зерна: крупное. Поверхность зерна: матовая, влажная с трещинками	4,8±0,02
Цвет	Светло-коричневый	4,9±0,01
Запах	Свойственный здоровому зерну данного типа	4,8±0,02
Вкус	Сладковатый, свойственный здоровому зерну данного типа	4,7±0,02

Таблица 2

Химический состав пророщенного зерна пшеницы, (M ± m) (n = 6)

Показатель (в 100 г)	Значение
Содержание сухих веществ, г	52,6±0,05
Зола, г	1,2±0,03
Белок, г	14,4±0,05
Жир, г	2,24±0,002
Крахмал, г	30,7±0,03
Клетчатка, г	2,11±0,03
Сахар, г	1,92±0,05

Микробиологические показатели безопасности пищевых продуктов являются одними из главных при определении качества. Известно, что основным источником попадания микрофлоры на зерно является почва. На поверхности неповрежденного зерна могут развиваться эпифитные микроорганизмы – бактерии рода *Erwinia, Pseudomonas.* Часто зерно содержит грибы родов *Aspergillis, Penecillium, Rhisopus* [3–5; 13]. Низкая влажность зерна обусловливает неактивное состояние микроорганизмов, находящихся на нем.

Численность и видовой состав микрофлоры зерна зависят от условий сбора и хранения урожая, температуры, влажности и мощности кондиционирования воздуха на этапах проращивания. При увеличении содержания влаги сохранившиеся в зерне микроорганизмы начинают проявлять свою жизнедеятельность и в первую очередь – плесневые грибы. При дальнейшем увеличении влажности зерна в зерне активными становятся и другие микроорганизмы – бактерии и дрожжи. Поэтому установление условий и сроков хранения пророщенного зерна является важной и актуальной задачей.

Для предотвращения порчи продукта пророщенное зерно упаковывали в полимерную пленку с помощью вакуумного упаковщика Profi Cook PC-VK 1015. Затем упакованное пророщенное зерно помещали в шкаф интенсивного охлаждения PF 031AF CHILLY GN1. Данная технология использовалась для сокращения времени достижения температуры в центре упакованного продукта до +6 °С. При этом необходимо отметить, что достижение контрольной температуры происходило за 6 мин при использовании шкафа интенсивного охлаждения, в отличие от традиционного охлаждения при температуре 4±2 °С , которое занимало 70 мин. Этот факт особенно важен для предотвращения размножения микрофлоры. Готовые упакованные, охлажденные пакеты хранили при температуре (4±2) °С и (9±1) °С в течение 10 суток. Для контроля качества пророщенного зерна пшеницы и установления сроков хранения были определены три контрольные точки (3; 6 и 10 сут.), в которых определялись органолептические и микробиологические показатели (табл. 3–4).

Таблица 3

Органолептические показатели упакованного пророщенного зерна пшеницы в контрольных точках, (M ± m) (n = 7)

Показатели	Характеристика	Общий балл (по 5-балльной системе)
Контроль		
Состояние упаковки	Сохранена герметичность	–
Внешний вид	Зерновая масса выравнена. Форма зерна: шарообразная, немного сплюснута, имеются проростки белого цвета длиной не более 2 мм. Крупность зерна: крупное. Поверхность зерна: матовая, влажная с трещинками	4,7±0,02
Цвет	Светло-коричневый	4,9±0,01
Запах	Свойственный здоровому зерну данного типа	4,8±0,02
Вкус	Сладковатый, свойственный здоровому зерну данного типа	4,7±0,01
3 суток		
То же		
6 суток		
То же		
10 суток		
То же		

Таким образом, органолептические показатели пророщенного зерна пшеницы после хранения при температуре (4±2) °С и (9±1) °С в течение 10 суток не хуже результатов, проведенных перед вакуумным упаковыванием. При этом упаковка сохранила герметичность, органолептические показатели имели высокие значения.

Таблица 4

Микробиологические показатели

Показатель	Результаты испытания после хранения			Величина допустимых уровней
	3 сут.	6 сут.	10 сут.	
КМАФАнМ, КОЕ/г	$<5•10^4$	$<5•10^4$	$<5•10^4$	не более $5•10^4$
БГКП (колиформы) в 0,1 г	не обн.	не обн.	не обн.	не доп.
Патогенные, в т. ч. сальмонеллы в 25 г	не обн.	не обн.	не обн.	не доп.
Плесени, КОЕ/г	< 50	< 50	< 50	не более 50

Таким образом, можно заключить, что в течение 10 суток хранения упакованного пророщенного зерна пшеницы оно соответствует требованиям ТР ТС 021/2011. С учетом k = 1,3 (МУ 4.2. 727-99), принимаем срок хранения пророщенной пшеницы, упакованной в вакуумный пакет – 7 суток при регулируемой температуре 4±2 °С, влажности воздуха 75 %.

Оценивали пищевую ценность пророщенного зерна пшеницы. В табл. 5 указан уровень удовлетворения суточной потребности организма человека в основных питательных веществах за счет 100 г пророщенного зерна пшеницы.

Таблица 5

Оценка пищевой ценности пророщенного зерна пшеницы (100 г)

Показатель	Значение	Суточная потребность, мг, г/сутки, МР 2.3.1.2432-08	Степень удовлетворения, %
Белок, г	14,4	74/89	19,5/16
Клетчатка, г	2,11	20	10,5
Витамин B_1, мг	0,4	1,5	26,6
Витамин B_2, мг	1,8	0,18	10
Витамин B_6, мг	0,46	2	30,3
Железо, мг	3,7	18/10	20,5/37
Магний, мг	137	400	34,2
Калий, мг	2 500	273	10,9

Таким образом, проведенные исследования показали, что пророщенное зерно пшеницы обладает высокой пищевой ценностью.

Выводы

В результате проведенных исследований нами разработаны технологические параметры проращи-

вания зерна пшеницы с использованием пароконвекционного аппарата. Оптимальными технологическими параметрами проращивания зерна пшеницы определены: температура 30 °С, мощность кондиционирования воздуха 0,09 кВт и 100 % влажность. Полученное пророщенное зерно пшеницы имеет высокие органолептические показатели. Установлено, что одним из лучших способов хранения является вакуумное пакетирование с понижением температуры в толще пакета до +6 °С в аппарате интенсивного охлаждения и хранение в течение 7 суток при регулируемой температуре 4±2 °С, влажности воздуха 75 %. Употребление 100 г пророщенного зерна пшеницы удовлетворяет суточную потребность организма человека в белке на 16,5–19 %, клетчатке – 10,5 %, витамине B_1 на 26,6 %, B_2 – 10 %, B_6 – 30,3 %, в железе – 20,5–37 %, магнии – 34,2 %, калии – 10,9 %, что говорит о высокой пищевой ценности продукта. Данная технология может быть использована в системе общественного питания с целью получения пищевых продуктов повышенной пищевой ценности.

Список литературы

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (утверждена указом Президента РФ от 30 января 2010 года № 120) / Российская газета – Федеральный выпуск № 5100 (21), 3 февраля 2010 г.
2. Данович, К.Н. Физиология семян / К.Н. Данович [и др.]. – М.: Наука, 1982. – 318 с.
3. Бастриков, Д. Изменение биохимических свойств зерна при замачивании / Д. Бастриков, Г. Панкратов // Хлебопродукты. – 2005. – № 1. – С. 40–41.
4. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян / Пер. с англ. Н.А. Аскоченской, Н.А. Гумилевской, Е.П. Зверткиной, Э.Е. Хавкина; под. ред. М.Г. Николаевой, Н.В. Обручевой, с предисл. М.Г. Николаевой. – М.: Колос, 1982. – 495 с.
5. Кретович, В.Л. Биохимия растений / В.Л. Кретович. – М.: Высшая школа, 1986. – 448 с.
6. Шаскольский, В. Проростки источник здоровья / В. Шаскольский, Н. Шаскольская // Хлебопродукты. – 2005. – № 4. – С. 56–57.
7. Пат. 2335139 Российская Федерация, МПК A 23 L 1/025, A 01 G 31/00, A 23 K 1/00. Способ проращивания зерна / Карначук Р.А. [и др.]; заявитель и патентообладатель Томский государственный университет № 2006128529/13; заявл. 04.08.06; опубл. 10.02.08, Бюл. № 28. – 4 с.
8. Пат. 2428029 Российская Федерация, МПК A 21 D 13/02. Способ получения пророщенного зерна пшеницы / Бибик И.В. [и др.]; заявитель и патентообладатель Дальневосточный государственный аграрный университет – № 2010118417/13; заявл. 06.05.10; опубл. 10.09.11, Бюл. № 25. – 2 с.
9. Пат. 2444211 Российская Федерация, МПК A 23 L 1/30, A 23 L 1/304, A 23 L 1/10. Способ производства биологически активной добавки к пище / Баженова Б.А. [и др.]; заявитель и патентообладатель Восточно-Сибирский государственный технологический университет – № 2010138722/13; заявл. 20.09.10; опубл. 10.03.12, Бюл. № 7. – 7 с.: ил.
10. Пат. 2472330 Российская Федерация, МПК A 01 C 1/00. Способ проращивания зерна и устройство для его осуществления / Булавин С.А. [и др.]; заявитель и патентообладатель Белгородская государственная сельскохозяйственная академия – № 2011109467/13; заявл. 14.03.11; опубл. 20.01.13, Бюл. № 2. – 8 с.: ил.
11. Пат. 2492701 Российская Федерация, МПК A 23 L 1/172, A 23 L 1/185, A 01 C 1/02, A 01 C 1/06. Способ получения функционального продукта на основе свежепроросшего зерна и приспособление для проращивания зерна, используемое для осуществления способа / Городилова Е.А. [и др.]; заявитель и патентообладатель ООО «Золотой колосочек» – № 2012101621/13; заявл. 17.01.12; опубл. 20.09.13, Бюл. № 26. – 6 с.: ил.
12. Пат. 2500093 Российская Федерация, МПК A 01 C 1/02. Способ проращивания зерна / Курилов В.А.; заявитель и патентообладатель Курилов В.А. – № 2012120405/13; заявл. 17.05.12; опубл. 10.12.13, Бюл. № 34. – 3 с.: ил.
13. Зверев, С.В. Функциональные зернопродукты / С.В. Зверев, Н.С. Зверева. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 116 с.
14. Дрейпер, Н. Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия / Н. Дрейпер, Г. Смит. – М.: Диалектика, – 2007. – 912 с.
15. Mujoriya, R. A study on wheat grass and its nutritional value / R. Mujoriya // Food science and Quality Management, 2011. – no. 2. – P. 1–8.
16. Singh, N. Therapeutic Potential of Organic *Triticum aestivum* Linn. (Wheat Grass) in Prevention and Treatment of Chronic Diseases, an Overview / N. Singh, P. Verma, BR. Pandey // International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research. – 2012. – no. 4 (1). – P. 10–14.
17. USDA Food Composition Databases [Электронный ресурс] /URL: https://ndb.nal.usda.gov/ndb/ (дата обращения: 13.09.15).

References

1. Doktrina prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii (utverzhdena Ukazom Prezidenta RF ot 30 yanvarya 2010 goda № 120) [Food Security Doctrine of the Russian Federation (approved by Presidential Decree of January 30, 2010 № 120)]. *Rossiyskaya gazeta – Federal'nyy vypusk* [Rossiyskaya Gazeta - Federal Issue], 2010, no. 5100 (21), pp. 1.
2. Danovich K.N. et al. *Fiziologiya semyan* [Seed Physiology]. Moscow: Science Publ., 1982. 318 p.
3. Bastrikov D., Pankratov G. Izmenenie biokhimicheskikh svoystv zerna pri zamachivanii [Changes in the biochemical properties of grain soaking]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2005, no. 1, pp. 40–41.
4. Khan A.A. (ed.) *The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination*. Amsterdam, North-IToIland Publ. Co., 1977. (Russ. ed.: Askochenskoy N.A., Gumilevskoy N.A., Zvertkinoy E.P., Khavkina E.E. (eds.) Nikolaevoy M.G., Obruchevoy N.V. *Fiziologiya i biokhimiya pokoya i prorastaniya semyan.* Moscow: Kolos Publ., 1982. 495 p.).
5. Kretovich V.L. *Biokhimiya rasteniy* [Biochemistry plants]. Moscow: Higher School Publ., 1986. 448 p.
6. Shaskol'skiy V., Shaskol'skaya N. Prorostki istochnik zdorov'ya [Sprouts source of health]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2005, no. 4, pp. 56–57.

7. Karnachuk R.A. et al. *Sposob prorashchivaniya zerna* [The process of germination of grain]. Patent RF, no. 2335139, 2008.

8. Bibik I.V. et al. *Sposob polucheniya proroshchennogo zerna pshenitsy* [A method for producing sprouted wheat]. Patent RF, no. 2428029, 2011.

9. Bazhenova B.A. et al. *Sposob proizvodstva biologicheski aktivnoy dobavki k pishche* [A method of producing a biologically active food supplement]. Patent RF, no. 2444211, 2013.

10. Bulavin S.A. et al. *Sposob prorashchivaniya zerna i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya* [The process of germination of grain and device for its implementation]. Patent RF, no. 2472330, 2013.

11. Gorodilova E.A. et al. *Sposob polucheniya funktsional'nogo produkta na osnove svezheprorosshego zerna i prisposoblenie dlya prorashchivaniya zerna, ispol'zuemoe dlya osushchestvleniya sposoba* [A method for producing a functional product based on svezheprorosshego grains and a device for germinating grain, used for carrying out the method]. Patent RF, no. 2492701, 2013.

12. Kurilov V.A. *Sposob prorashchivaniya zerna* [The process of germination of grain]. Patent RF, no. 2500093, 2013.

13. Zverev S.V., Zvereva N.S. *Funktsional'nye zernoprodukty* [Functional cereals]. Moscow: DeLi print Publ., 2006. 116 p.

14. Dreyper N., Smit G. *Prikladnoy regressionnyy analiz. Mnozhestvennaya regressiya* [Applied Regression Analysis. Multiple Regression]. Moscow: Dialectic Publ., 2007. 912 p.

15. Mujoriya R. A study on wheat grass and its nutritional value. *Food science and Quality Management,* 2011, no. 2, pp. 1–8.

16. Singh N, Verma P, Pandey B.R. Therapeutic Potential of Organic *Triticum aestivum* Linn. (Wheat Grass) in Prevention and Treatment of Chronic Diseases: an Overview. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research*, 2012, vol. 4, no. 1, pp. 10–14.

17. *USDA Food Composition Databases*. Available at: https://ndb.nal.usda.gov/ndb/. (accessed 13.09.15).

Дополнительная информация / Additional Information

Сафронова, Т.Н. Разработка технологических параметров проращивания зерна пшеницы / Т.Н. Сафронова, В.В. Казина, К.В. Сафронова // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 44. – № 1. – С. 37–43.

Safronova T.N., Kazina V.V., Safronova K.V. Development of technological parameters for wheat grain germination. *Food Processing: Techniques and Technology,* 2017, vol. 44, no. 1, pp. 37–43 (In Russ.).

Сафронова Татьяна Николаевна
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии и организации общественного питания, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Торгово-экономический институт, 660075, Россия, г. Красноярск, ул. Л. Прушинской, 2, тел.: +7 923-296-50-02,
e-mail: safronova63@mail.ru

Казина Валентина Владимировна
магистрант, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Торгово-экономический институт, 660075, Россия, г. Красноярск, ул. Л. Прушинской, 2,
тел.: +7 983-155-32-83, e-mail: v.mutovina89@yandex.ru

Сафронова Ксения Викторовна
магистрант, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Торгово-экономический институт, 660075, Россия, г. Красноярск, ул. Л. Прушинской, 2,
тел.: +7 923-296-50-01, e-mail: safronovakseniya@mail.ru

Tatiana N. Safronova
Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology and organization catering, Siberian Federal University, Commerce and Economic Institute, 2, L. Prushinskoy Str., Krasnoyarsk, 660075, Russia,
phone: +7 923-296-50-02, e-mail: safronova63@mail.ru

Valentina V. Kazina
Undergraduate, Siberian Federal University, Commerce and Economic Institute, 2, L. Prushinskoy Str., Krasnoyarsk, 660075, Russia, phone: +7 983-155-32-83,
e-mail: v.mutovina89@yandex.ru

Ksenia V. Safronova
Undergraduate, Siberian Federal University, Commerce and Economic Institute, 2, L. Prushinskoy Str., Krasnoyarsk, 660075, Russia, phone: +7 923-296-50-01,
e-mail: safronovakseniya@mail.ru