

Повышение посевных качеств семян маша инфракрасным излучением

Кирдяшкин Владимир Васильевич

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

Адрес: 125080, Москва, Волоколамское шоссе, дом 11

E-mail: info@pcstart.ru

Андреева Алеся Адольфовна

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

Адрес: 125080, Москва, Волоколамское шоссе, дом 11

E-mail: andreevaaa@mgupp.ru

Елисеева Юлия Евгеньевна

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

Адрес: 125080, Москва, Волоколамское шоссе, дом 11

E-mail: elis.iulia@yandex.ru

Для обеспечения населения продовольствием, продуктами животноводства, кормами и другими продуктами необходимо повышать эффективность выращивания зерновых культур, в том числе и бобовых, которые составляют протеиновую основу пищевой базы населения и животных. Маш является однолетним бобовым растением, которое содержит большое количество полезных веществ. В результате глобализационных процессов, переселения людей из Азии в Европу и Америку, а также благодаря популярности во всем мире азиатской кухни, культура получает все большее распространение и является перспективным сырьем для изготовления большого количества пищевых продуктов. В настоящей статье рассмотрена способность к прорастанию семян маша, обработанного инфракрасными лучами. Инфракрасное излучение является наиболее перспективным методом тепловой обработки, который позволяет за малый промежуток времени прогреть бобовые и ускорить процесс пробуждения зародыша. В исследовании использовалось зерно маша, соответствующее нормативному документу по основным показателям качества. Инфракрасную обработку маша проводили на серийно выпускаемой ООО «ПК Старт» установке термообработки зерна УТЗ-4. Облучение проводили, размещая зерно тонким слоем на ленте транспортера под тепловыми блоками. Энергию прорастания, всхожесть семян маша и оценку качества проростков определяли по стандартной методике. Наличие у бобовых трудно проницаемой, твердой оболочки, а так же влияние метеорологических и биологических факторов обуславливает неравномерность процесса прорастания. Кроме того, полевая всхожесть маша, как и других культур, как правило, ниже лабораторной. В процессе интенсивной инфракрасной обработки происходит ускорение прорастания зернобобовых культур. Установлено влияние различных режимов инфракрасной обработки маша на интенсификацию процессов, связанных с прорастанием зерна. В результате лабораторная всхожесть маша значительно повышалась.

Ключевые слова: маш, инфракрасная обработка, прорастание, всхожесть

Введение

Зернобобовые культуры используются для производства широкого ассортимента продуктов, концентратов, круп, муки, кормов, обогащающих добавок и многих других (Бачурская, Гуляев, 1976¹; Курчаева, Максимов, 2010).

Маш - однолетнее бобовое теплолюбивое растение, является важной сельскохозяйственной культурой, которая по площади занимает до 3700000 Га в мировом земледелии, ежегодный сбор бобов составляет 1570000 т. Традиционно наибольшее его количество выращивается и потребляется в юго-восточной Азии. Он также культивирует-

¹ Бачурская Л.Д., Гуляев В.Н. (1976). Пищевые концентраты. Издательство «Пищевая промышленность», 160.

ся в Индии, при этом является одним из главных источников белка, особенно для населения, не употребляющего в пищу мясо и мясные продукты (Вавилов, 1987²; Кулініч, 2012).

В странах СНГ маш возделывается в Узбекистане, Туркмении, Таджикистане, Закавказье и Казахстане. В Российской Федерации распространение получили сорта маша из Китая, отличающиеся большой урожайностью семян.

В связи с широким применением зернобобовых в пищевых технологиях и выходом на рынок крупяной продукции из пророщенного зерна повышение посевных качеств культур является важной задачей для пищевой индустрии и агропромышленного комплекса (Зайганова, Чижова, 2014; Казымов, Прудникова, 2012; Казымов, Прудникова, Кучерявенко, 2013; Мячикова, Сорокопудов, Биньковская, Думачева, 2012).

Литературный обзор

Данные проведенного анализа научно-технической литературы свидетельствуют, что существующие и широко применяемые методы предпосевной обработки требуют длительных временных затрат, а так же предполагают механическое повреждение бобов, которое приводит к уменьшению срока их хранения и ухудшению качественных показателей (Ахламов, 2009³; Степанов, Прохорова, 2011⁴).

В настоящее время наиболее перспективным способом тепловой обработки является инфракрасное излучение, так как оно позволяет за обеспечить однородный прогрев семян в потоке за короткое время (Стребков, 2008).

За основу исследования были положены научные и практические достижения в области инфракрасных технологий и культивирования зернового сырья таких ученых, как Гинзбурга, 1986⁵; Красникова, 1967; Мельникова, 1991; Плаксина, 1993⁶; Киракосян, Кирдяшкина, Никольской, Тюрева, 1990; Елькина, Абабкова, Мошаровой, 2001; Стребкова, 2008; Андреевой, 2010; Филатова, 2005, 2010 и др.

Теоретическое обоснование

Использование маша в качестве сырья для пищевых продуктов является перспективным направлением и приобретает большую популярность, например, в хлебопечении. Установлено, что в его бобах содержится до 24% белка, что обуславливает его значимость для пищевой индустрии (Суховарова, Чижикова, Коршенко, 2017), низкое содержание жира и сбалансированный аминокислотный состав позволяют использовать маш для производства диетических круп и мук. Поэтому необходимо культивировать зернобобовые культуры с высокими посевными свойствами.

Причинами низкой прорастаемости семян бобовых являются как пониженная газо- и водопроницаемость оболочки, так и метеорологические и биологические факторы (Терешина, 1974). Известно, что изменение посевных качеств зернобобовых так же происходит при температурном воздействии (Соболева, Кондратенко, 2015).

Для обеспечения высокой всхожести необходимо осуществлять комплекс мероприятий, направленных на создание хорошей методологической базы «активации» зерна.

Целью исследования является разработка режима инфракрасной обработки сырья, направленная на улучшение посевных качеств семян маша.

Задачами исследования являются подбор оптимальной температуры обработки семян и экспозиции обработки.

Исследование

Материалы

Исследование проводили на зерне маша зеленого, страна происхождения - Узбекистан, соответствующем СТО21318887-2013.

Оборудование

Выбор оптимального режима инфракрасной обработки проводили на серийно выпускаемой ООО «ПК Старт» установке термообработки зерна УТЗ-4. Схема установки представлена на рис. 1:

² Вавилов Н.И.(1987). Происхождение и география культурных растений. Л.: Наука. Ленингр. отделение, 438.

³ Ахламов Ю.Д., Гришин А.И.(2009). Скарификатор. Патент РФ № 2351112. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2351112/> (Дата обращения: 11.09.2019).

⁴ Степанов А.Ф., Прохорова Н.А. (2011). Способ предпосевной обработки труднопрорастаемых семян бобовых трав. Патент РФ № 2092002. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2415537/> (Дата обращения: 11.09.2019).

⁵ Гинзбург А.С.(1986). Инфракрасная техника в пищевой промышленности. Издательство «Пищевая промышленность», 407.

⁶ Мельников, Е.М. (1991). Технология крупяного производства / Е.М. Мельников. М.: Агропромиздат, 207.

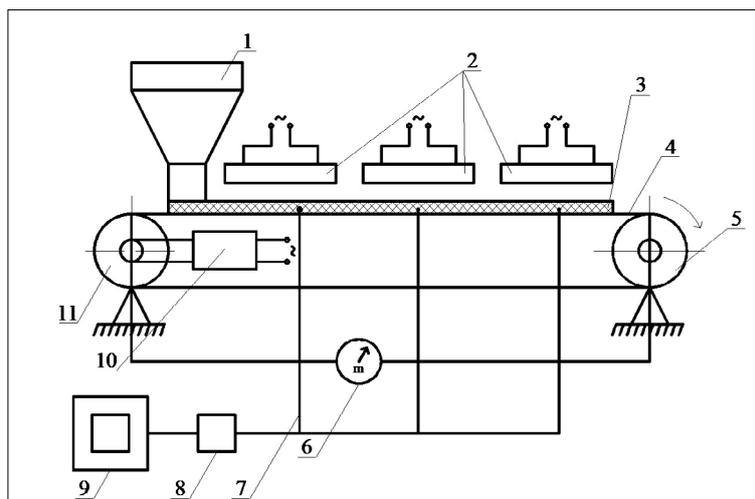


Рисунок 1. Схема установки УТЗ-4 для интенсивной инфракрасной обработки слоя крупяного сырья: 1 – бункер – дозатор с подъемным шибером, 2 – терморрадиационные блоки, 3 – продукт, 4 – металлическая сетка, 5 – натяжной барабан, 6 – электронный весовой механизм, 7 – термопары, 8 – регистрирующий электронный блок, 9 – персональный компьютер (ПК), 10 – электродвигатель с частотным регулированием оборотов, 11 – приводной барабан

Методы исследования

Исследование прорастаемости семян маша проводили согласно ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.

Процедура исследования

Исследуемые семена размещали на ленте транспортера слоем в одно зерно. Серийная установка рассчитана на электрическую мощность 33 кВт, при этом плотность лучистого потока $E = 22-24 \text{ кВт/м}^2$ согласно номограмме (Ильясов, Красников, 1978).

Экспозиция обработки маша проводилась от 0 до 20 с при плотности лучистого потока ($E = 22-24 \text{ кВт/м}^2$) до достижения температуры зерна 70°C . Температуру фиксировали с помощью ИК-пирометра. Затем определяли прорастаемость семян маша.

Результаты обрабатывали статистическим методом. Количество повторностей - 6.

Результаты

Кинетика нагрева семян маша с влажностью 13% инфракрасным излучением представлена на рис.2.

На рис.3 представлена динамика показателя про-

растваемости семян маша при инфракрасной обработке с $E = 22-24 \text{ кВт/м}^2$ и температурой 70°C .

Эксперимент проводили в шести повторностях. При обработке данных об изменении прорастаемости и качественных характеристик ростков для получения достоверных результатов использовали статистический метод обработки результатов экспериментальных данных, основанный на определении статистических средних показателей степени варьирования (Саутин, 1975).

На рис.4 представлены данные прорастаемости семян обработанных инфракрасным излучением и нагретых до различных температур.

В процессе проведения исследования фотографировали прорастающие семена маша через каждые 24 ч. На рис.5 представлена качественная характеристика проростков необработанных образцов и обработанных при рекомендуемом нами режиме:

В ходе исследования наблюдали влияние предпосевной обработки маша инфракрасным излучением на скорость развития ростка (таблица 1):

Дискуссия

Процесс производства семян перед посевом с целью улучшения его посевных характеристик изу-

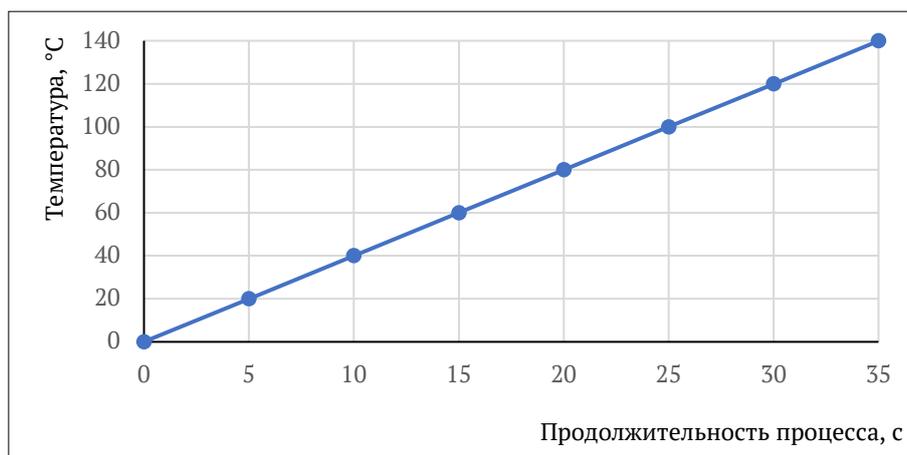


Рисунок 2. Термограмма семян маша при инфракрасной обработке с $E = 22-24 \text{ кВт/м}^2$

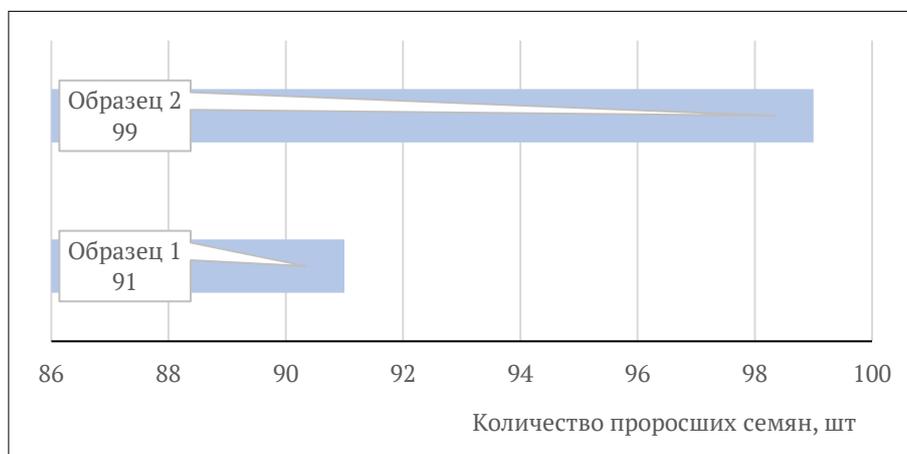


Рисунок 3. Прорастаемость необработанных (образец 1) и обработанных (образец 2) семян маша при $E = 22-24 \text{ кВт/м}^2$ и $t = 70^\circ\text{C}$

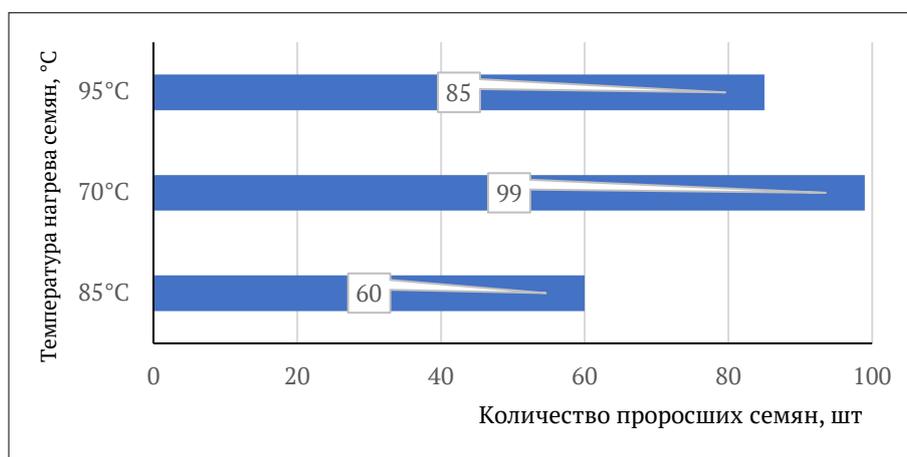


Рисунок 4. Прорастаемость обработанных инфракрасным излучением семян маша, нагретых до различных температур

чался многими учеными (Гинзбург, Громов, 1984⁷). Положительная реакция нагрева семян перед посевом отмечена многими исследователями (Гинзбург, Красников, 1967). Зерна, прорастающие под действием света, скоро начинают использовать его энергию для проведения процессов синтеза ве-

ществ в ростке (Козьмина, 1976⁸; Кретович, 1991⁹; Казаков, Карпиленко, 2005¹⁰; Рахматулина, 2012).

Инфракрасное излучение позволяет за короткое время дать мощный тепловой поток на семена, что приводит к уменьшению плотности упаковки структуры эндосперма и улучшению водо- и га-



(1)



(2)

Рисунок 5. Качественные характеристики проростков на третий день прорастания: 1 - необработанный образец маша; 2 - маш, обработанный инфракрасным излучением

Таблица 1

Развитие ростка у обработанных и необработанных инфракрасным излучением семян маша

День проращивания	Семена маша	
	необработанные	обработанные
1		
2		
3		

⁷ Гинзбург А.С., Громов М.А. (1984). Теплофизические свойства зерна, муки, крупы. М.: Колос, 304.

⁸ Козьмина Н.П. (1976) Биохимия зерна и продуктов его переработки. Москва, «Колос», 375.

⁹ Кретович В.Л. (1991). Биохимия зерна. М.: Наука, С.131.

¹⁰ Казаков Е. Д., Карпиленко Г. П. (2005). Биохимия зерна и хлебопродуктов. 3-е изд., перераб. и доп. СПб.: ГИОРД, 512.

зопроницаемости оболочки зерна (Тюрев, Зверев, Цыгулев, 1993¹¹).

Исследования показали, что при воздействии инфракрасного излучения с $E = 22-24 \text{ кВт/м}^2$ семена маша за 6-8 с нагреваются до 70°C . При большей экспозиции нагрева температура семян возрастает, при этом скорость нагрева составляет $5-6^\circ\text{C/с}$ (рис.2). Прорастаемость обработанных семян маша повышается (рис.2).

Маш, подвергнутый более длительной тепловой обработке и имеющий более высокую температуру (85°C), теряет свою прорастаемость, а маш, получивший недостаточное количество энергии (60°C) имеет более низкий показатель прорастаемости (рис.4).

Анализируя внешний вид ростков, представленных на рис.5 и в таблице 1 можно сделать вывод, что маш, обработанный инфракрасным излучением, дает росток быстрее, чем необработанный. При этом семена, подвергнутые инфракрасной обработке, дают более мощный и развитый росток. Таким образом, предпосевная обработка позволяет повысить прорастаемость и улучшить качество ростков.

Выводы

По результатам эксперимента сделали следующие выводы:

- маш - перспективное сырье для пищевой промышленности и благодаря достаточно высокому содержанию белка составляет хорошую белковую основу для продуктов питания;
- зернобобовые культуры относятся к труднопрорастаемым и требуют дополнительной предпосевной обработки, наиболее эффективным способом «активации» семян перед посевом является инфракрасная обработка;
- для эффективного проведения предпосевной обработки и достижения высокой всхожести оптимальные параметры инфракрасной обработки: $E = 22-24 \text{ кВт/м}^2$, температура нагрева семян 70°C , продолжительность обработки - 7-8 с.

Литература

Борисенко, Л. А., Брацихин, А. А., Борисенко, А. А., Зорин, А. В., Барашева, Е. С., & Борисенко, А. А.

(мл.) (2010). Изучение кинетики проращивания зернобобовых культур в активированных средах. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 8, 54-55.

Гинзбург, А.С., & Красников, В.В. (1967). Инфракрасное излучение как метод интенсификации технологических процессов пищевых производств. В *Проблемы пищевой науки и технологии* (с. 28 - 33).

Елькин, Н. В., Абабков, К. В., & Мошарова, И. В. (2001). Инфракрасные технологии в переработке зернового сырья при производстве продуктов питания. *Агробизнес и пищевая промышленность*, 8, 26-27.

Загайнова, И. С., & Чижова, М. Н. (2014). Пророщенные семена бобовых культур как источник пищевых и биологически активных веществ. В *Студенческий научный форум 2014*, <https://scienceforum.ru/2014/article/2014002868>

Ильясов, С. Г., & Красников, В.В. (1978). *Физические основы инфракрасного облучения пищевых продуктов*. Издательство «Пищевая промышленность».

Казымов, С. А., & Прудникова, Т. Н. (2012). Влияние проращивания на аминокислотный состав бобов маша. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, 5-6, 25-26.

Казымов, С. А., Прудникова, Т. Н., & Кучерявенко, И. М. (2013). Перспективы использования зернобобовой культуры маш в качестве белкового обогатителя при производстве хлеба. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, 1, 79-80.

Киракосян, Ю. Р., Кирдяшкин, В. В., Никольская, Ю. А., & Тюрев, Е. П. (1990). Применение ИК-излучения при выработке хлопьев из ячменя. *Пищевая промышленность*, 1, 51 - 53.

Курчаева, Е. Е., & Максимов, И. В. (2010). Использование бобов маша при производстве рубленых мясных полуфабрикатов. В *Современные наукоемкие технологии* (с. 89-90).

Мячикова, Н. И., Сорокопудов, В. Н., Биньковская, О. В., & Думачева, Е. В. (2012). Пророщенные семена как источник пищевых и биологически активных веществ для организма человека. *Современные проблемы науки и образования*, 5.

Плаксин, Ю. М. (1993). Научно-технические основы пищевой технологии при ИК-энергоподводе. [Докторская диссертация. МГАПП]. Москва, Россия.

Рахматуллина, Ю. Р. (2012). Разработка энергосберегающей технологии производства продуктов длительного хранения их пророщенного зерна. [Кандидатская диссертация]. Москва, Россия.

¹¹ Тюрев Е.П., Зверев С.В., Цыгулев О.В. (1993). Термообработка зерна ИК-излучением. ЦНИИТЭИ хлебопродуктов. М, 28.

- Соболева, О. М., & Кондратенко, Е. П. (2015). Комбинированный метод предпосевной обработки семян низкой всхожести. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 1, 42-47.
- Стребков, В. Б. (2008). *Разработка нового способа обработки соевых бобов на основе инфракрасного энергоподвода*. Библиотечно-издательский комплекс МГУПП.
- Суховарова, М. А., Чижикова, О. Г., Коршенко, Л. О. (2017). Перспективы использования семян маша в хлебопечении. *Дальневосточный аграрный вестник*, 1, 61-66.
- Терешина, Э. В. (1974). Исследование способов ускорения процессов послеуборочного дозревания ячменя, предназначенного для приготовления солода. [Кандидатская диссертация]. Москва, Россия.
- Филатов, В. В. (2005). Совершенствование процесса термообработки зерна при инфракрасном энергоподводе [Кандидатская диссертация]. Москва, Россия.
- Филатов, В. В. (2010). Современные процессы, аппараты и технологии для переработки зерна и круп при инфракрасном энергоподводе. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 10, 19-24.

Increasing of Sowing Qualities of a Mung Bean Seeds by Infrared Radiation

Vladimir V. Kirdyashkin

*Moscow State University of Food Production
11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation
E-mail: info@pcstart.ru*

Alesya A. Andreeva

*Moscow State University of Food Production
11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation
E-mail: andreevaaa@mgupp.ru*

Julia E. Eliseeva

*Moscow State University of Food Production
11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation
E-mail: elis.iulia@yandex.ru*

The main issue of the food industry is uninterrupted provision of population with good variation of foods, livestock products and feed materials. In this regard it is necessary to increase growing efficiency of legumes which is a protein base of the food industry. Mung bean is annual bean plant, which contains a lot of useful materials. The culture is widespread as a result of globalization, resettlement of people from Asia to Europe and USA and also due to the growing popularity of Asian cuisine. Mung beans is a promising material for foods production. This article focuses on germinating capacity of processed by infrared rays mung bean seeds. Infrared radiation is the most promising method of heat treatment and allows to heat legumes during a short time and hasten awaking process of a germ. Standard cereal main characteristic of which are conformed to specifications of the normative document was used in the research. The infrared treatment of mung bean was realized on heat treatment installation by OOO "MC Start". The grain was set in one layer under heat blocks. Germination energy and seeding quality were evaluated in laboratory conditions according to standard methodology. Nonequivalence of germination is conditioned by presence of impervious and solid shell and also meteorological and biological factors influence. In addition field germination of mung bean seeds is usually lower than laboratory germination. During infrared treatment germination of legumes was increased. The impact of different modes by infrared treatment on germination process was established. In the result laboratory germination of mung bean significantly increased.

Keywords: mung bean, infrared treatment, germination

References

- Borisenko L.A., Bracihin A.A., Borisenko A.A., Zorin, A.V., Barasheva, E.S., & Borisenko, A.A. (Jr.). (2010). The studying of the kinetics of germination of legumes in activated medium. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya* [Storage and processing of agricultural raw materials], 8, 54-55.
- Ginzburg, A. S. (1986). *Infrakrasnaya tekhnika v pishchevoj promyshlennosti* [Infrared technology in the food industry]. Izdatel'stvo «Pishchevaya promyshlennost'».
- Ginzburg, A. C., & Gromov, M. A. (1984). *Teplofizicheskie svoystva zerna, muki, krupy* [Thermophysical properties of grain, cereal, flour]. Kolos.
- Ginzburg, A. C., & Krasnikov, B. B. (1967). Infrared radiation as a method of intensification of technological processes of food production In *Problemy pishchevoj nauki i tekhnologii* [Problems of food science and technology] (p. 28 - 33).
- El'kin, N. V., Ababkov, K. V., & Mosharova, I. V. (2001). Infrared technologies in the processing of grain raw materials in food production. *Agrobiznes i pishhevaya promyshlennost'* [Agribusiness and food industry], 8, 26-27.
- Zagajnova, I. S., & Chizhova, M. N. (2014). Germinated seeds of leguminous crops as a source of food and biologically active substances. In *Studencheskij nauchnyj forum 2014* [Student science forum], <https://scienceforum.ru/2014/article/2014002868>
- Il'yasov, S. G., & Krasnikov, V. V. (1978). *Fizicheskie osnovy infrakrasnogo oblucheniya pishchevyh produktov* [Physical fundamentals of infrared

- food irradiation]. Izdatel'stvo «Pishchevaya promyshlennost'».
- Kazymov, S. A., & Prudnikova, T. N. (2012). Germination influence on amino acids composition of mash beans. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya* [News of higher educational institutions. Food technology], 5-6, 25-26.
- Kazymov, S. A., Prudnikova, T. N., & Kucheryavenko, I. M. (2013). Prospects of the using of mung bean as a protein fortifier in the production of bread. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya* [News of higher educational institutions. Food technology], 1, 79-80.
- Kirakosyan, YU. R., Kirdyashkin, V. V., Nikol'skaya, YU. A., & Tyurev, E. P. (1990). The using of infrared radiation in the production of flakes from barley. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 1, 51 - 53.
- Kurchaeva, E. E., & Maksimov, I. V. (2010). The using of mung bean in minced meat semi-finished products production. In *Sovremennye naukoemkie tekhnologii* [Modern high technology](p.89-90).
- Mel'nikov, E. M. (1991). *Tekhnologiya krupyanogo proizvodstva* [Technology of the cereal production/ E.M. Melnikov]. Agropromizdat.
- Myachikova, N. I., Sorokopudov, V. N., Bin'kovskaya, O. V., & Dumacheva, E. V. (2012). Germinated seeds as a source of nutrients and bioactive substance for human body. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 5.
- Plaksin, YU. M. (1993). *Nauchno-tekhicheskie osnovy pishchevoj tekhnologii pri IK-energopodvode* [Scientific and technical fundamentals of food technology with infrared power supply] [Doctoral dissertation, MGAPP]. Moscow, Russia.
- Rahmatullina, YU. R. (2012). *Razrabotka energosberegayushchej tekhnologii proizvodstva produktov dlitel'nogo hraneniya ih proroshchennogo zerna* [Development of energy-saving technology for the production of long-term storage products from germinated grain][Candidate dissertation]. Moscow, Russia.
- Soboleva, O. M., Kondratenko, E. P. (2015). Combined method of pre-sowing treatment of seeds with low germination. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agrarian University], 1, 42-47.
- Strebkov, V. B. (2008). *Razrabotka novogo sposoba obrabotki soevyh bobov na osnove infrakrasnogo energopodvoda* [Development of a new method of processing soybeans based on infrared power supply]. Bibliotechno-izdatel'skij kompleks MGUPP.
- Suhovarova, M. A., Chizhikova, O. G., & Korshenko, L. O. (2017). Prospects of using of mung bean seeds in bakery. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik* [Far Eastern Agricultural Bulletin], 61-66.
- Tereshina E.V. (1974). *Issledovanie sposobov uskoreniya processov posleuborochnogo dozrevaniya yachmenya, prednaznachennogo dlya prigotovleniya soloda* [Research of ways to accelerate the post-harvest ripening of barley, intended for the preparation of malt] [Candidate dissertation]. Moscow, Russia.
- Filatov, V. V. (2005). *Sovershenstvovanie processa termoobrabotki zerna pri infrakrasnom energopodvode* [The improvement of the process of heat treatment of grain with infrared power supply] [Candidate dissertation]. Moscow, Russia.
- Filatov, V. V. (2010). Mode.rn processes, devices and technologies for processing grain and cereals with infrared power supply. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya* [Storage and processing of agricultural raw materials], 10, 19-24.