

Алина Ахсаровна Бурнацева

Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, ассистент кафедры товароведения и технологии продуктов питания, Россия, Владикавказ

E-mail: macintosh.alina@yandex.ru

Анна Васильевна Хмелевская

Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, доцент кафедры товароведения и технологии продуктов питания, кандидат технических наук, доцент, Россия, Владикавказ

E-mail: khmelevskay58@yandex.ru

Инна Коминтерновна Сатцаева

Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, доцент кафедры товароведения и технологии продуктов питания, кандидат технических наук, доцент, Россия, Владикавказ

E-mail: catcaeva@mail.ru

Сусанна Константиновна Черчесова

Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, профессор кафедры зоологии и биоэкологии, доктор биологических наук, профессор, Россия, Владикавказ

E-mail: cherchesova@yandex.ru

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ HUMULUS LUPULUS
ПРИ ПОЛУЧЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО СЫРЬЯ ИЗ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ**

Перспективным направлением развития агропромышленного комплекса является получение биогенных стимуляторов, оказывающих влияние на интенсивность прорастания зерна, а также разработка технических решений для подавляющего воздействия на микрофлору в среде замачивания с целью повышения микробиологической чистоты зерна. К пророщенному зерну в настоящее время все чаще обращаются при разработке продуктов здорового питания. На факультете химии, биологии и биотехнологии Северо-Осетинского государственного университета имени Коста Левановича Хетагурова проведены исследования по определению эффективности использования водного экстракта хмеля, произрастающего в естественных условиях Северной Осетии–Алании, при проращивании зерен кукурузы с целью получения биологически активного сырья для производства безглютеновых продуктов питания. Водный электролит готовили при гидромодуле 1:100 кипячением в течение 60 минут. Полученный экстракт применяли при замачивании зерна белой кукурузы с целью его последующего проращивания в соотношении экстракт: зерно кукурузы как 1,5:1. Проведена оптимизация режимов замачивания и проращивания зерна белой кукурузы при $25,0 \pm 1,0$ и $20,0 \pm 1,0$ °С соответственно. Установлено, что время эффективного замачивания составляет 40–44 часа, время проращивания – 94 часа, в опытном образце с использованием водного экстракта хмеля – 44–48 и 108 часов – в контрольном образце. Ускорение процесса проращивания связано с содержанием в экстракте биологически активных веществ. При использовании водного экстракта хмеля исключается операция обеззараживания зерна. Полученное биологически активное зерно белой кукурузы диспергировали и использовали при производстве чурека, заменяя 20–50 % кукурузной муки с целью повышения его биологической ценности.

Ключевые слова: водный экстракт хмеля, зерно белой кукурузы, проращивание, чурек, безглютеновые продукты питания.

Alina A. Burnatseva

K.L. Khetagurov North Ossetian State University, assistant of the chair of merchandizing and technology of food, Russia, Vladikavkaz

E-mail: macintosh.alina@yandex.ru

Anna V. Khmelevskaya

K.L. Khetagurov North Ossetian State University, associate professor of the chair merchandizing and technology of food, candidate of technical sciences, associate professor, Russia, Vladikavkaz

E-mail: khmelevskay58@yandex.ru

Inna K. Sattsayeva

K.L. Khetagurov North Ossetian State University, associate professor of the chair of merchandizing and technology of food, candidate of technical sciences, associate professor, Russia, Vladikavkaz

E-mail: catcaeva@mail.ru

Susanna C. Cherchesova

K.L. Khetagurov North Ossetian State University professor of the chair of zoology and bioecology, doctor of biological sciences, professor, Russia, Vladikavkaz

E-mail:cherchesova@yandex.ru

THE EFFICIENCY OF USING *HUMULUS LUPULUS* IN RECEIVING BIOLOGICALLY ACTIVE RAW MATERIALS FROM CORN GRAIN

A promising direction for the development of agro-industrial complex is the production of biogenic stimulants affecting the intensity of grain germination, as well as the development of technical solutions for suppressing the microflora in the soaking environment in order to increase microbiological purity of grain. Sprouted grain is now more often used in the development of healthy food products. At the Faculty of Chemistry, Biology and Biotechnology of the North Ossetian State University named after Costa Levanovich Khetagurov the research was conducted to determine the effectiveness of using aqueous extract of hops growing in natural conditions Northern Ossetia – Alania, when germinating corn grains, in order to obtain biologically active raw materials for the production of gluten-free food. The water electrolyte was prepared with a 1:100 hydromodule by boiling for 60 minutes. The resulting extract was used for soaking white corn grain for its subsequent germination, in the ratio of the extract: corn grain as 1.5:1. The optimization of soaking and germination modes of white corn grain was performed at 25.0 ± 1.0 °C and 20.0 ± 1.0 °C, respectively. It was found that the effective soaking time had been 40–44 hours; the germination time had been 94 hours in the experimental sample using an aqueous extract of hops and – 44–48 hours and 108 hours – in the control sample. The acceleration of the germination process was associated with the content of biologically active substances in the extract. When using an aqueous hop extract, the operation of grain disinfection was excluded. The resulting biologically active white corn grain was dispersed and used in the production of churek, replacing 20–50 % of corn flour in order to increase its biological value.

Keywords: hop aqueous extract, white maize grain, germination, churek, gluten-free foods.

Введение. Перспективным направлением развития агропромышленного комплекса является получение биогенных стимуляторов, интенсифицирующих прорастание зерна, а также разработка технических решений для подавляющего воздействия на микрофлору в среде замачивания и повышения микробиологической чистоты зерна. В настоящее время пророщенные зерна злаковых, бобовых культур применяют при производстве продуктов здорового питания. В связи с чем именно использование при проращивании растительных добавок, безопасных для человека, является актуальным.

Представляет интерес хмель обыкновенный (*Humulus lupulus*), используемый в хлебопечении [1, 2]. Основными биологически активными веществами хмеля являются горечи, полифенольные соединения, эфирное масло. Горечи являются смесью кислых и смолистых веществ, называемых общими смолами. Мягкие смолы состоят из α - и β -смол, α - и β -кислот. Содержание α - и β -кислот зависит от места и условий произрас-

тания. Наиболее ценными являются α -кислоты, к которым относят гумулон, когумулон. До 95 % общей горечи образуется α -кислотами хмеля, которые при кипячении превращаются в изо- α -кислоты. Широко известны бактерицидные свойства хмеля.

Фенольные вещества хмеля обладают антиоксидантными, антимуtagenными свойствами.

Специально пророщенное зерно находит все большее применение при производстве продуктов питания. При прорастании зерна увеличивается содержание в нем биологически активных веществ, повышается пищевая ценность продуктов с таким зерном. При проращивании зерна пшеницы, при снижении содержания белков, углеводов, липидов увеличивается содержание свободных аминокислот в семь раз, витамина B_6 – более чем в пять раз, B_1 – в 1,5 раза, B_2 – в 13,5 раза. Содержание витамина Е увеличивается в 3,5 раза, витамина С – в 15 раз. Антиоксидантная емкость зерна увеличивается в 10 раз [3, 4].

Однако при замачивании обсемененность зерна возрастает, в первую очередь за счет КМАФАнМ, плесневых грибов, дрожжей. В связи с чем использование растительного сырья, обладающего антисептическим действием, при проведении процесса проращивания зерна способствует получению качественных и безопасных продуктов питания [5].

Известны антимикробные свойства хмеля, который содержит горькие α - и β -кислоты, обладающие сильным бактерицидным действием. Кроме того, шишки хмеля содержат полифенолы, органические кислоты, эфирные масла [1].

Бактерицидное действие водных экстрактов хмеля определяется главным образом количеством α -кислот и их изомеров, перешедших в экстракт. Ранее проведенными исследованиями было установлено, что наибольший переход горьких веществ в экстракт (35 %) установлен при следующих режимах: гидромодуль хмель: вода как 1:100, продолжительность экстрагирования 60 мин [2].

Традиционно в РСО (Алания) выпекают чурек из цельнозерновой кукурузной муки. Для производства муки чаще используют зерно белой кукурузы [6].

Проращивание злаков на сегодняшний день является одним из перспективных направлений в технологии продуктов питания [3, 4]. При использовании пророщенного зерна пшеницы в технологии зернового хлеба увеличивается содержание в нем аминокислот, витаминов, пищевых волокон, его антиоксидантная емкость и др. Пророщенные зерна способствуют очищению организма, нормализуют обмен веществ, особенно полезны для страдающих аллергией, целиакией, заболеваниями желудочно-кишечного тракта. Изучением процесса прорастания зерна пшеницы, ячменя, его интенсификацией, обеззараживанием занимались ряд авторов [3–5], в то же время данные вопросы при проращивании кукурузы недостаточно исследованы.

Цель исследования. Изучение возможности использования хмеля обыкновенного при проращивании зерен белой кукурузы, позволяющего сократить продолжительность проращивания зерна.

Задачи исследования:

– изучить степень прорастания зерна белой кукурузы в зависимости от дозировки хмелевого

экстракта, продолжительности процесса проращивания;

– исследовать влияние хмелевого экстракта на изменение параметров процесса проращивания зерна белой кукурузы, активность роста.

Материал и методы исследования. Материалом исследований явились шишки хмеля обыкновенного, собранные в сентябре 2020 г., которые сушили в естественных условиях и использовали для получения экстракта. Водный экстракт готовили кипячением шишек хмеля с водой при гидромодуле 1:100 в течение 60 мин, в результате изомеризации горьких кислот образуются соединения, обладающие бактерицидным действием. Более длительный процесс кипячения приводит к снижению количества изомеров и, следовательно, бактерицидных свойств [2].

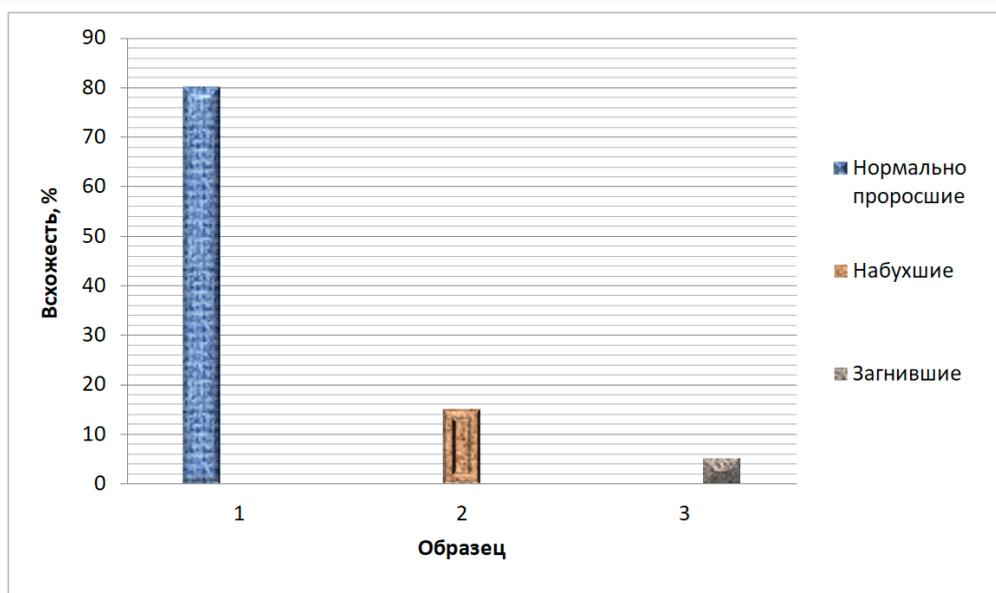
Полученный водный экстракт использовали для замачивания зерен белой кукурузы в соотношении 1,5:1,0 с последующим проращиванием зерна. Использовали партию зерна белой кукурузы сорта Белла 2019 г. урожая.

Чурек готовили по классической технологии с применением 20–50 % цельносмолотой массы из экспериментально пророщенных зерен белой кукурузы. В процессе исследований осуществляли приготовление водных экстрактов хмеля, обеззараживание и замачивание зерна белой кукурузы в водном экстракте хмеля, проращивание, измельчение, приготовление массы теста для чурека смешиванием с рецептурными компонентами, оценку качества чурека.

Исследования проводились на базе кафедры товароведения и технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «СОГУ».

Результаты исследования и их обсуждение. При проведении экспериментальных исследований использовали шишки хмеля с содержанием α -кислот 5,0 %, эфирных масел – 0,7 %, полифенолов – 3,4 %.

Оценка качества зерна белой кукурузы перед проращиванием включала определение физико-химических показателей качества и семенных свойств. Натура зерна белой кукурузы составила 280 ± 20 г, объем зерновки $0,60 \pm 0,02$ см³. Степень прорастания зерна белой кукурузы оценивали по показателям энергии прорастания и всхожести. Энергия прорастания по ГОСТ 12038-84 составила 84 ± 2 %. Результаты определения всхожести зерна приведены на рисунке.



Всхожесть зерна белой кукурузы, %

Следовательно, зерно белой кукурузы обладает хорошими показателями прорастания и всхожести и может использоваться для получения биологически активной массы.

По показателям безопасности зерно белой кукурузы должно отвечать требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Рядом исследований установлено, что использование муки из проросшего зерна пшеницы, полученного при неконтролируемом процессе, снижает качество изделий: увеличивается заминаемость мякиша, снижается объем и др. Отмечено, что длина ростка проросшего зерна пшеницы должна составлять 1,2–2 мм для получения изделий хорошего качества [3].

На втором этапе исследований определяли параметры процесса проращивания зерна белой кукурузы при использовании хмелевого экстракта. Исследование влияния хмелевого экстракта на процесс проращивания зерна проводили чередованием водно-воздушных пауз в термостате при температуре $20,0 \pm 1,0$ °С, замачивание – при температуре $25,0 \pm 1,0$ °С. Для замачивания и обеззараживания применяли водный экстракт хмеля обыкновенного в соотношении 1,5:1,0. Комплексную оценку процесса прорастания проводили с помощью модифицированного показателя активности роста [7] ($\% \cdot \text{ч}^{-1}$)

$$A_p = \frac{k_n}{\tau_n},$$

где k_n – количество проросших зерен с длиной ростка не более 2 мм, %;

τ_n – продолжительность прорастания зерна, ч.

Поглощение и удержание воды зерном является важнейшим процессом прорастания, вызывающим химические изменения в нем. Проникающая внутрь зерновки влага обеспечивает активацию ферментов и жизнедеятельность зерна. При увеличении влажности до 15,0 % увеличивается активность нейтральных протеаз, расщепляющих белки. Активность амилаз начинает увеличиваться при влажности более 28,0 %. С ростом влажности и температуры амилаза вызывает коррозию крахмальных зерен, появляются небольшие углубления, затем полости и зерно крахмала распадается. Поэтому процесс проращивания необходимо контролировать. Для целей получения биологически активной муки из пророщенного зерна белой кукурузы необходимо ориентироваться на изменение размеров зерна, когда исчезает его ребристость, появляется округлость, длина ростка составляет не более 2 мм.

Анализ полученных данных показал, что при замачивании зерна белой кукурузы водным экстрактом хмеля обыкновенного в течение 40–44 ч наблюдается максимальное количество проросших зерен $84,0 \pm 2,0$ % при продолжительности проращивания $84,0 \pm 1,0$ ч. При меньшей продолжительности замачивания (36–40) ч влага проникает в пустоты, находящиеся под оболочкой, но при последующей воздушной паузе влага испаряется, не обеспечивая переход питательных веществ в раствор, их миграцию к зародышу. Зерно подсыхает, продолжительность проращивания увеличивается. При контрольном замачивании в воде получены следующие результаты: продолжительность замачивания составила 44–48 ч до достижения максимального количества проросших зерен $98,0 \pm 2,0$ % за 108 ч с

активностью роста $0,91 \text{ \%}\cdot\text{ч}^{-1}$. При увеличении продолжительности замачивания до 48–52 ч ин-

тенсифицируется процесс брожения, количество проросших зерен уменьшается (табл.).

Процесс проращивания зерна белой кукурузы

Показатель	Продолжительность замачивания, ч	Продолжительность проращивания, ч	Количество проросших зерен, %	Активность роста, $\text{\%}\cdot\text{ч}^{-1}$
Зерно белой кукурузы, замоченное в водном экстракте хмеля (опыт)	36–40	$90,0\pm 1,0$	$70,0\pm 2,0$	$0,78\pm 0,03$
	40–44	$84,0\pm 1,0$	$84,0\pm 2,0$	$1,00\pm 0,06$
	44–48	$84,0\pm 1,0$	$80,0\pm 2,0$	$0,95\pm 0,08$
	48–52	$88,0\pm 1,0$	$73,0\pm 2,0$	$0,83\pm 0,06$
Зерно белой кукурузы, замоченное в воде (контроль)	36–40	$114,0\pm 1,0$	$68,0\pm 2,0$	$0,60\pm 0,01$
	40–44	$112,0\pm 1,0$	$83,0\pm 2,0$	$0,74\pm 0,03$
	44–48	$108,0\pm 1,0$	$98,0\pm 2,0$	$0,91\pm 0,08$
	48–52	$110,0\pm 1,0$	$77,0\pm 2,0$	$0,70\pm 0,08$

Анализ полученных результатов позволил определить параметры процесса проращивания зерна белой кукурузы при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Продолжительность замачивания в водном хмелевом экстракте составила 40–44 ч при соотношении экстракт:зерно как 1,5:1,0. Продолжительность проращивания составила 84 ч с активностью роста $1,00 \text{ \%}\cdot\text{ч}^{-1}$. При замачивании в воде длительность составляет 44–48 ч, продолжительность проращивания 108 ч при активности роста $0,91 \text{ \%}\cdot\text{ч}^{-1}$. При увеличении продолжительности замачивания и проращивания интенсифицируется процесс брожения, снижается количество проросших зерен. Обработка зерна белой кукурузы водным хмелевым экстрактом способствовала ускорению прорастания на 8,3 % и снижению уровня его бактериального и грибного загрязнения. Полученное пророщенное зерно белой кукурузы измельчали и использовали при производстве безглютеновых изделий.

Выводы. Проведенными исследованиями показано обеззараживающее и стимулирующее влияние водного экстракта хмеля на процесс прорастания зерна белой кукурузы. Продолжительность проращивания сокращается на 8,3 %. Обработка зерна белой кукурузы водным хмелевым экстрактом в соотношении 1,5:1,0 позволяет исключить дезинфекцию зерна перед замачиванием. Обоснованы режимы замачивания, проращивания зерна белой кукурузы.

Литература

1. Хмелевская А.В., Швец Д.В. Влияние биологически активных веществ дикорастущего хмеля на жизнедеятельность хлебопекарных дрожжей // Известия вузов. Пищевая технология. 2013. № 1 (331). С. 33–34.
2. Пат. 2363730 Российская Федерация. Способ производства жидких дрожжей / Хмелевская А.В., Корячкина С.Я., Беленко Н.П.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова». № 2003122952/13, заявл. 21.07.2003; опубл. 10.08.2009, Бюл. № 22.
3. Бережная О.В., Дубцов Г.Г., Войно Л.И. Проростки пшеницы – ингредиент для продуктов питания // Пищевая промышленность. 2015. № 5. С. 26–29.
4. Пророщенные семена как источник пищевых и биологически активных веществ для организма человека / Н.И. Мячикова, В.Н. Сорокопудов, О.В. Биньковская [и др.] // Современные науки и образования. 2012. № 5. С. 1–7.
5. Цугкиева В.Б., Дзантиева Л.Б., Цугкиев Б.Г. Эффективность использования *Stevia rebaudiana bertonii*, интродуцированной в РСО-Алания, в биотехнологических производствах // Известия Горского государственного аграрного университета. 2010. Т. 47, № 2. С. 232–235.
6. Хмелевская А.В., Ковалева Ю.И. Использование обжаренной муки из восковидной кукурузы при производстве мучных кондитерских

изделий // Известия вузов. Пищевая технология. 2013. № 1 (331). С. 42–45.

7. Пат. 20250 С2 Республика Беларусь. Способ оптимизации проращивания зерна или семян по методу поэтапного воздушно-водяного замачивания / Урбанчик Е.Н., Шалюта А.Е.; заявитель и патентообладатель Могилевский государственный университет продовольствия. № а20130033, заявл. 11.01.2013; опубл. 30.08.2016, Бюл. № 4.

Литература

1. Hmelevskaya A.V., Shvec D.V. Vliyanie biologicheski aktivnyh veschestv dikorastuschego hmelya na zhiznedejatel'nost' hlebopekarnyh drozhzhej // Izvestiya vuzov. Pischevaya tehnologiya. 2013. № 1 (331). S. 33–34.
2. Pat. 2363730 Rossijskaya Federaciya. Sposob proizvodstva zhidkih drozhzhej / Hmelevskaya A.V., Koryachkina S.Ya., Belenko N.P.; заявитель i patentoobladatel' FGBOU VO «Severo-Osetinskij gosudarstvennyj universitet im. K.L. Hetagurova». № 2003122952/13, заявл. 21.07.2003; опубл. 10.08.2009, Бюл. № 22.
3. Berezhnaya O.V., Dubcov G.G., Vojno L.I. Prorostki pshenicy – ingredient dlya produktov pitaniya // Pischevaya promyshlennost'. 2015. № 5. S. 26–29.
4. Proroschennye semena kak istochnik pischevyh i biologicheski aktivnyh veschestv dlya organizma cheloveka / N.I. Myachikova, V.N. Sorokopudov, O.V. Bin'kovskaya [i dr.] // Sovremennye nauki i obrazovaniya. 2012. № 5. S. 1–7.
5. Cugkueva V.B., Dzantjeva L.B., Cugkiev B.G. `Effektivnost' ispol'zovaniya Stevia rebaudiana bertonii, introducirovannoj v RSO-Alaniya, v biotehnologicheskikh proizvodstvah // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. T. 47, № 2. S. 232–235.
6. Hmelevskaya A.V., Kovaleva Yu.I. Ispol'zovanie obzharennoj muki iz voskovidnoj kukuruzy pri proizvodstve muchnyh konditerskih izdelij // Izvestiya vuzov. Pischevaya tehnologiya. 2013. № 1 (331). S. 42–45.
7. Pat. 20250 S2 Respublika Belarus'. Sposob optimizacii proraschivaniya zerna ili semyan po metodu po`etapnogo vozdušno-vodyanogo zamachivaniya / Urbanichik E.N., Shalyuta A.E.; заявитель i patentoobladatel' Mogilevskij gosudarstvennyj universitet proizvodstva. № а20130033, заявл. 11.01.2013; опубл. 30.08.2016, Бюл. № 4.

