



УДК 664.782.03

Т.В. Рогожина, В.В. Рогожин
T.V. Rogozhina, V.V. Rogozhin

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ЗЕРЕН ПШЕНИЦЫ ДИЭТИЛОВЫМ ЭФИРОМ

WHEAT KERNELS PRESERVATION TECHNIQUE BY DIETHYL ETHER

Ключевые слова: физиология растений, покой, зерна пшеницы, консервирование, диэтиловый эфир, этилацетат.

Keywords: plant physiology, dormancy, wheat kernels, preservation, diethyl ether, ethyl acetate.

Свежесобранные зерна пшеницы имеют влажность 22-24%. Высокое содержание веществ обуславливает привлекательность зерен для микроорганизмов и плесени. Поэтому для защиты зерен пшеницы от действия микрофлоры разрабатываются физические и химические методы консервирования. Целью наших исследований было получение простого в употреблении, экономичного в эксплуатации консерванта зерен пшеницы, способного полностью подавлять процессы гниения, с сохранением их биологической ценности. В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи: 1) изучить действие различных количеств диэтилового эфира на сроки хранения зерен пшеницы; 2) определить оптимальное количество консерванта, обеспечивающее длительное хранение зерен пшеницы; 3) предложить технологическую схему использования диэтилового эфира для консервирования зерен пшеницы. Исследования проводили на зернах пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Приленская 19, которые помещали в герметично закрывающиеся резервуары или целлофановые мешки, куда путем распыления вносили диэтиловый эфир или смесь диэтилового эфира с этилацетатом. Повторность опыта 4-кратная. Образцы анализировали в одно и то же время суток. Эффект консервирования оценивали в зависимости от времени появления плесени, изменения окраски и гниения зерен. Для консервирования зерен пшеницы предложено использовать одно- и двухкомпонентные растворы (диэтиловый эфир и этилацетат), которые обеспечивают длительное сохранение зерна пшеницы влажностью от 13 до 31%. При использовании диэтилового эфира в количестве 5-60 л на 1 т зерна удавалось обеспечить консервирующий эффект зерна влажностью 29-31% на срок от 14 до 86 сут. На основании выявленных закономерностей действия одно- и двухкомпонентных растворов консервантов нами предложена технологическая схема их использования для консервирования зерен пшеницы.

Freshly harvested wheat kernels reveal 22-24% moisture content. Due to high content of various biologically active substances wheat kernels are a nutrient medium for bacteria and mold fungi. Therefore physical and chemical preservation techniques are developed to protect wheat grain. The research goal was to obtain an easy-to-use, cost-effective preserving agent for wheat kernels that could completely inhibit rotting while preserving kernel biological value. The following objectives were involved: 1) to study the effects of different amounts of diethyl ether on storage life of wheat kernels; 2) to find the optimal amount of the preserving agent to ensure long-term storage of wheat kernels; and 3) to propose a process chart of using diethyl ether for wheat grain preservation. Wheat kernels (*Triticum aestivum* L.) of the Prilenskaya 19 variety were used for the research; the kernels were placed in air-tight sealed containers or cellophane bags, and diethyl ether or its mix with ethyl acetate was sprayed inside. The experiment had four-fold repetition. The samples were tested at the same time of the day. The preservation effect was evaluated depending on the time of mold occurrence, kernel discoloration and rotting. It is proposed to use one- and two-component solutions (diethyl ether and ethyl acetate) which ensure long preservation of wheat grain of 13-31% moisture content. The use of diethyl ether in the amount of 5-60 L per one ton of grain created the preserving effect of the grain with 29-31% moisture content for the period from 14 to 86 days. Based on the revealed action of one- and two-component solutions, a process chart of their use for wheat grain preservation is proposed.

Рогожина Татьяна Васильевна, к.б.н., доцент, Байкальский государственный университет экономики и права, филиал, г. Якутск. Тел. 924-367-25-62. E-mail: vrogozhin@mail.ru.

Рогожин Василий Васильевич, д.б.н., проф., Якутская государственная сельскохозяйственная академия. Тел. 924-461-50-10. E-mail: vrogozhin@mail.ru.

Rogozhina Tatyana Vasilyevna, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Yakutsk Branch, Baikal State University of Economics and Law. Ph.: 924-367-25-62. E-mail: vrogozhin@mail.ru.

Rogozhin Vasily Vasilyevich, Dr. Bio. Sci., Prof., Yakutsk State Agricultural Academy. Ph.: 924-461-50-10. E-mail: vrogozhin@mail.ru.

Введение

Свежесобранные зерна пшеницы имеют влажность 22-24% [1, 2]. В созревших зерновках накапливаются различные биогенные соединения. Так, в зрелых зерновках пшеницы в среднем содержится крахмала 52,0-71,0%, белков – 12,4-25,8, липидов – 1,5-2,0, клетчатки – 2,3-2,5, зольных элементов – 1,5-2,1% [3]. Высокое содержание веществ обуславливает привлекательность зерновок для микроорганизмов и плесени [4]. Поэтому для защиты зерен пшеницы от действия микрофлоры разрабатываются физические и химические методы консервирования [5, 6].

В физических методах в основном используются высокая и низкая температуры, а также УФ- и ИК-облучение. Использование этих методов позволяет обеспечить длительную сохранность зерна. Однако высокое энергопотребление относится к недостаткам этих методов, способствуя повышению себестоимости продукции. В некоторых случаях расходы на сушку зерна в общей структуре производственных затрат могут составлять от 18 до 35%. Понизить затраты можно за счет использования технологий химического консервирования зерен, которые обладают следующими преимуществами:

- увеличивают срок хранения зерен;
- обеспечивают длительное хранение зерен с высокой влажностью;
- действие консерванта подавляет рост и развитие микроорганизмов и плесени;
- предотвращают развитие насекомых;
- консервант сохраняет естественный состав биогенных молекул и массу зерен;
- консервант может быть использован как дополнительный питательный субстрат;
- в состав смеси консерванта можно вводить вещества, улучшающие процессы переработки пищи;
- консервант может быть легко удален по окончании хранения;
- низкая токсичность и биогенность консерванта;
- снижает расходы на просушивание зерен;
- низкая себестоимость технологии.

Среди химических методов консервирования наибольшим спросом пользуются летучие карбоновые кислоты (уксусная, пропионовая, молочная и др.). Органические кислоты обладают сильным бактерицидным и фунгицидным

действиями. Однако, несмотря на преимущества химических методов консервирования у них имеются серьезные недостатки. Так, содержание этих кислот в организме животных и человека очень незначительно, тогда как для консервации используются высокие концентрации этих соединений. При этом увеличение содержания кислот в организме крайне нежелательно в связи с тем, что они могут резко повышать кислотность биогенной среды, обуславливая протекание процессов кислотной денатурации функциональных белков, в частности, ферментов, вызывая нарушение целостности структуры биологических мембран. Так, в рубце КРС синтезируются уксусная, пировиноградная, молочная, пропионовая, масляная и другие кислоты. Однако для протекания микробиологических процессов в рубце должна поддерживаться рН близкая к нейтральной [7]. Изменение величины рН рубца может повлиять на состав микрофлоры и в результате привести к нарушению пищеварения. Поэтому вносимые консерванты должны быть предварительно нейтрализованы. Использование соединений этой группы малоэффективно и обычно высокзатратно. Кроме того, органические кислоты проявляют высокую коррозионную активность с многими металлами, особенно с оцинкованными поверхностями металлов, из-за этого обработанное карбоновыми кислотами зерно не может храниться в металлических емкостях. В связи с этим технология консервирования зерна требует тщательности не только в подборке не только консерванта, но и оборудования для проведения и хранения консервированного зерна.

Целью исследований было получение простого в употреблении, экономичного в эксплуатации консерванта зерен пшеницы, способного полностью подавлять процессы гниения, с сохранением их биологической ценности. В соответствии с поставленной целью были определены следующие **задачи**: 1) изучить действие различных количеств диэтилового эфира на сроки хранения зерен пшеницы; 2) определить оптимальные количества консерванта, обеспечивающие длительное хранение зерен пшеницы; 3) предложить технологическую схему использования диэтилового эфира для консервирования зерен пшеницы.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили на зернах пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Приленская 19, которые помещали в герметично закрывающиеся резервуары или целлофановые мешки, куда путем распыления вносили диэтиловый эфир или смесь диэтилового эфира с этилацетатом. Зерна пшеницы с высокой влажностью получали путем их замачивания в дистиллированной воде. Контрольные и опытные образцы зерен хранили при 23°C. Повторность опыта 4-кратная. Образцы анализировали в одно и то же время суток. Эффект консервирования оценивали в зависимости от времени появления плесени, изменения окраски и гниения зерен. Для прорастания зерна пшеницы вначале замачивали в дистиллированной воде в течение 24 ч, а затем проращивали на фильтровальной бумаге в чашках Петри при 23°C на свету в течение 7 сут., смачивая их дистиллированной водой (10 мл на чашку Петри). Количество зерновок в одной чашке – 100 шт. Опыты проводили в трех биологических повторностях (по 3-4 аналитических в каждой). Образцы для анализа отбирали в одно и то же время суток.

Взвешивали образцы проводили на лабораторных исследовательских весах фирмы OHAUS (США) с точностью измерений ±0,1 мг. В работе использовали этилацетат высокой очистки. Статистическую обработку данных проводили по Лакину [8].

Результаты и их обсуждение

Зерна пшеницы с высокой влажностью (более 20%) при хранении повреждаются микрофлорой и плесенью. Поэтому нами предложено для подавления жизнедеятельности микроорганизмов использовать диэтиловый эфир, который имеет следующие достоинства:

- относится к группе простых эфиров и поэтому химически мало активен;
- имеет низкую температуру кипения (34,6°C), обладает высокой летучестью, может быстро заполнить все предоставленное пространство;
- подается в герметично закрываемые контейнеры, но может быть легко удален при их открытии на воздухе;
- малорастворим в воде (6,5% при 20°C) и поэтому трудно проникает в клетки, не накапливаясь в высоких концентрациях в тканях;
- образует азеотропную смесь с водой (температура кипения 34,15°C; 98,74% диэтилового эфира);
- смешивается с этанолом, этилацетатом, уксусной кислотой, бензолом, эфирными и жирными маслами во всех соотношениях и поэтому может быть использован в составе растворов с этими соединениями, обладающими консервирующим эффектом;

- продуктами окисления диэтилового эфира являются пероксиды, которые проявляют дезинфицирующий эффект, подавляя рост микроорганизмов и плесени;

- малотоксичен (ПДК 300 мг/м³), используется в медицине в качестве анестезирующего средства;

- промышленно производится в больших масштабах, имеет низкую стоимость.

При использовании диэтилового эфира в количестве 5-60 л на 1 т зерна удавалось обеспечить консервирующий эффект зерна влажностью 29-31% на срок от 14 до 86 сут. (табл. 1). Высокое количество диэтилового эфира (60 л/т зерна) уже после первых суток понижает всхожесть зерен пшеницы на 40%. К 10-м сут. всхожесть проявляется только у 7% зерен.

Малый срок консервирования диэтилового эфира зерен пшеницы обусловлен высокой летучестью консерванта, хотя все эксперименты проводились в герметично закрывающихся контейнерах. Поэтому для понижения летучести диэтилового эфира нами предложено использовать раствор, в состав которого дополнительно предлагалось ввести этилацетат. Последний имеет температуру кипения 77,1°C, обладает консервирующим действием, в присутствии воды гидролизует на этанол и уксусную кислоту. Эти простые соединения обладают консервирующим действием и легко утилизируются в организме. Присутствие в растворе диэтилового эфира и этилацетата продлевает срок консервации зерен на 5-10 сут. При высоких количествах смеси всхожесть зерен практически полностью подавляется уже к 10-м сут. (табл. 1).

На основании проведенных исследований нами разработана технологическая схема консервирования зерен пшеницы одно- и многокомпонентными смесями органических соединений.

Норма внесения консерванта зависит от влажности зерна и длительности его хранения (табл. 2).

Использование смесей органических соединений позволяет повысить температуру кипения легко испаряемых веществ. Малая коррозионная активность органических соединений со многими металлами позволяет проводить консервацию и хранение зерен в металлических емкостях.

Консервацию зерен пшеницы проводят путем подачи в герметично закрываемые емкости консерванта (рис.). Это обусловлено тем, что для консервирования зерен используются растворы легко летучих органических соединений. Хранение консервированных зерен пшеницы можно осуществлять при 23-25°C.

Таблица 1

*Консервация зерен пшеницы одно- и двухкомпонентными растворами
(условия хранения: 23°С, в герметично закрытой таре; влажность зерна 29-31%)*

Консерванты	Количество консерванта, л/т зерна	Срок хранения, сут. Время появления плесени	Всхожесть, %				
			Время консервации, сут.				
			0	1	3	10	30
Контроль	-	3-4	90±3	88±3	85±3	87±2	86±3
Диэтиловый эфир	5,0	14-16	-	80±3	98±2	43±3	0
	15,0	24-26	-	76±2	98±2	34±2	0
	30,0	32-38	-	75±3	88±3	95±2	0
	60,0	76-86	-	56±2	48±3	7±2	0
Контроль	-	3-4	89±3	87±3	89±3	86±5	88±3
Этилацетат	10,0	45-48	-	0	0	0	0
Этилацетат/ диэтиловый эфир	10,0/5,0	20-25	-	83±2	98±2	62±3	0
	10,0/15,0	35-42	-	66±2	94±2	67±2	0
	10,0/30,0	51-58	-	91±2	98±2	42±2	0
	10,0/60,0	88-96	-	62±3	79±2	0	0

Таблица 2

*Количество диэтилового эфира (л/т),
вносимого для консервирования зерен пшеницы влажностью 13-31%*

Влажность зерен, %	Время хранения консервированного зерна, мес.			
	до 1	1-3	3-6	6-12
13-14	6,0-7,5	6,0-15,0	15,0-24,0	24,0-36,0
15-18	9,0-15,0	15,0-30,0	30,0-45,0	45,0-60,0
22-23	18,0-24,0	24,0-48,0	48,0-60,0	60,0-75,0
30-31	30,0-36,0	36,0-60,0	60,0-75,0	75,0-120,0

Технологический процесс консервирования зерен включает предварительное определение влажности зерна с помощью портативного влагомера 1, а затем подачу зерен по шнековому транспортеру 2 в зерноприемник 3. Одновременно с зерном в зерноприемник вносится консервант в распыленном виде с помощью распыляющих форсунок 4. Консервант должен распыляться во внутреннюю полость зерноприемника, равномерно распределяясь по поверхности зерна. Количество распыляемого консерванта контролируется с помощью расходомера 5 и подается насосом 6 из смесителя 7. При этом должны поддерживаться постоянная производительность шнекового транспортера и подача консерванта из распыляющих форсунок.

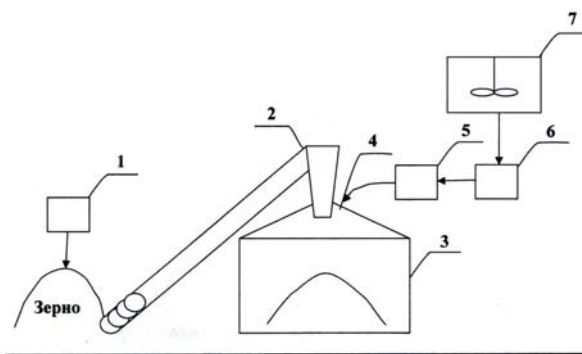


Рис. Технологическая схема консервирования зерен пшеницы диэтиловым эфиром:
1 – влагомер; 2 – шнековый транспортер;
3 – зерноприемник; 4 – форсунка;
5 – расходомер; 6 – насос; 7 – смеситель

Основные требования к внесению и смешиванию зерна с консервантом следующие:

- расчет дозы консерванта, исходя из влажности зерен;
- точная дозировка консерванта, отклонение от заданной нормы не должно превышать 1-3%;
- поток зерна в шнековом транспортере должен быть равномерный и отклонение от средней производительности шнека не должно превышать 5-8%;
- обеспечить равномерное распределение консерванта по поверхности зерна.

На расход диэтилового эфира влияют следующие условия:

- наличие в зерне мелких примесей;
- высокая температура хранения обработанного консервантом зерна;
- условия внесения консерванта и его испарение с поверхности зерен во время хранения.

Выводы

1. Для консервирования зерен пшеницы предложено использовать одно- и двухкомпонентные растворы (диэтиловый эфир и этилацетат), которые обеспечивают длительное сохранение зерна пшеницы влажностью от 13 до 31%.

2. При использовании диэтилового эфира в количестве 5-60 л на 1 т зерна удавалось обеспечить консервирующий эффект зерна влажностью 29-31% на срок от 14 до 86 сут.

3. На основании выявленных закономерностей действия одно- и двухкомпонентных растворов консервантов нами предложена технологическая схема их использования для консервирования зерен пшеницы.

Библиографический список

1. Мельник Б.Е., Лебедева В.Е., Винников Г.А. Технология приемки, хранения и переработки зерна. – М.: Агропромиздат, 1990. – 367 с.
2. Атаназевич В.И. Сушка зерна. – М.: Агропромиздат, 1989. – 240 с.
3. Батыгина Т.Б. Хлебное зерно. Атлас. – Л.: Наука, 1987. – 103 с.

4. Смирнова Т.А., Кострова Е.И. Микробиология зерна и продуктов его переработки. – М.: Агропромиздат, 1989. – 159 с.

5. Бузоверов С.Ю. Оценка качества зерна пшеницы в процессе его гидротермической обработки // Вестник АГАУ. – 2012. – № 1 (87). – С. 71-74.

6. Рогожин В.В., Рогожин Ю.В. Основные методы консервирования продуктов и биогенных систем // Электронный журнал "Исследовано в России", 040, стр. 421-430, 2009 г. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2009/040.pdf>.

7. Георгиевский В.И. Физиология сельскохозяйственных животных. – М.: Агропромиздат, 1990. – 511 с.

8. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.

References

1. Mel'nik B.E., Lebedeva V.E., Vinnikov G.A. Tekhnologiya priemki, khraneniya i pererabotki zerna. – M.: Agropromizdat, 1990. – 367 s.

2. Atanazevich V.I. Sushka zerna. – M.: Agropromizdat, 1989. – 240 s.

3. Batygina T.B. Khlebnoe zerno. Atlas. – L.: Nauka, 1987. – 103 s.

4. Smirnova T.A., Kostrova E.I. Mikrobiologiya zerna i produktov ego pererabotki. – M.: Agropromizdat, 1989. – 159 s.

5. Buzoverov S.Yu. Otsenka kachestva zerna pshenitsy v protsesse ego gidrotermicheskoi obrabotki // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 1 (87). – S. 71-74.

6. Rogozhin V.V., Rogozhin Yu.V. Osnovnye metody konservirovaniya produktov i biogennykh sistem. Elektronnyi zhurnal «Issledovano v Rossii», 040, str. 421-430, 2009 g. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2009/040.pdf>.

7. Georgievskii V.I. Fiziologiya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh. – M.: Agropromizdat, 1990. – 511 s.

8. Lakin G.F. Biometriya. – M.: Vyssh. shk., 1990. – 352 s.

