

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ПОРОШКООБРАЗНЫХ КОНСЕРВАНТОВ В КОРМА И ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТЬ

**Жужин Максим Сергеевич**, аспирант кафедры «Технический сервис»

**Мансуров Александр Петрович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Естественно - научные дисциплины»

ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»

606340, Россия, Нижегородская область, г. Княгинино, e-mail: zhuzhin001@yandex.ru.

**Ключевые слова:** фуражное зерно, ячмень, корма, плющение, сера, консервант.

Целью данной работы является оценка эффективности использования разработанного устройства для дозированной подачи порошкообразного консерванта. В результате исследований установлена производительность дозатора при работе с рядом плющильных машин серии Murska. Определено, что погрешность дозирования снижается при увеличении времени работы дозирующего устройства, а в среднем она составляет  $\pm 3,7\%$ . Выполнены расчёты по оценке энергетической эффективности при разных способах консервирования сырого зерна. В предлагаемом варианте с использованием разработанного устройства затраты энергии на 1 т зерна оказались на 8,4 ГДж ниже, чем в базовом варианте. Экономия энергии была получена за счёт уменьшения в 1,6 раза энергоёмкости дозирующего устройства в овеществлённых затратах и в 3 раза за счёт разницы в дозе и энергоёмкости используемых консервантов. В работе также приведены расчёты экономической эффективности применения разных способов консервирования зерна, предназначенного для кормления молочного скота. При помощи нового дозирующего устройства можно заменить применяемые в настоящее время в качестве консерванта дорогие и экологически опасные органические кислоты менее опасным и дешёвым, не уступающим по своим консервирующим свойствам порошкообразным аналогом.

### Введение

На обеспечение животных дешёвыми кормами влияют такие факторы как посевные площади и цены на продукцию сельскохозяйственных предприятий. Так, за последние пять лет, по данным федеральной службы государственной статистики [1], наблюдается сокращение посевных площадей под кормовыми травами и их увеличение под зерновыми и зернобобовыми культурами. В то же время наблюдается рост цен на такие кормовые культуры как ячмень, кукуруза, овёс и др. В частности, это привело к снижению численности коров с 9,0 до 8,4 млн. голов. Это говорит о том, что на рынке сельскохозяйственной продукции отсутствует взаимосвязь между производителями сельскохозяйственной продукции [2]. Вместе с тем, успешное ведение молочного животноводства невозможно без обеспечения животных дешёвыми и сбалансированными по химическому составу кормами. Такая организация кормовой базы экономически оправдана, так как сбалансированное кормление обеспечивает повышение продуктивности крупного рогатого скота на 5...10 % без увеличения затрат на содержание кормовой базы [3]. Обзор литературных источников [4] показал, что применение фуражного плющеного ячменя повышенной влажности позволяет снизить или совсем избавиться от технологических затрат на подготовку зерна к хранению и к скармливанию [5, 6].

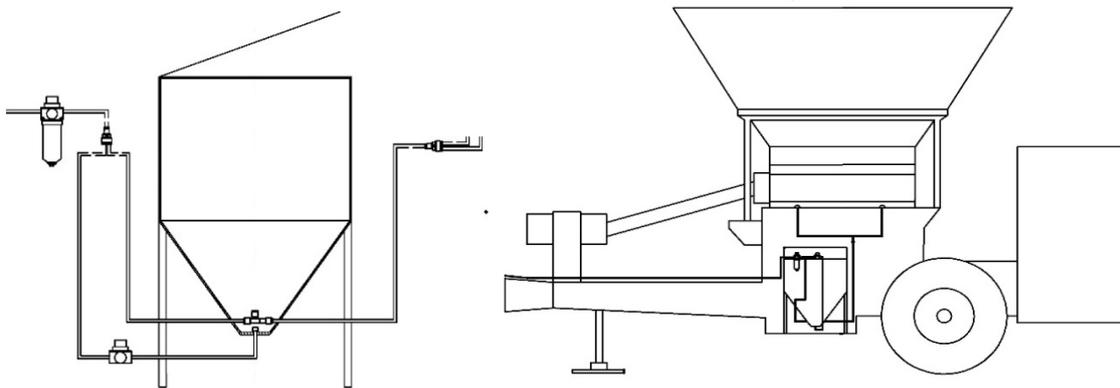
Наибольший эффект при консервировании сырого фуражного зерна получают при использо-

вании химических или биологических препаратов. Исследование данной технологии приготовления зернового корма показало, что наиболее эффективные препараты и их смеси обладают достаточно высокой стоимостью. В то же время на рынке имеются препараты, например, порошкообразная сера, у которых хорошие консервирующие свойства сочетаются с относительно низкой стоимостью. Единственным слабым местом в применении таких препаратов является отсутствие устройств для их внесения в зерновую массу.

### Объекты и методы исследований

Нами разработано устройство дозированной внесения порошкообразного консерванта, например, серы, в сырое фуражное зерно. Порошкообразная сера представляет собой аморфный не растворимый в воде жёлтый порошок, содержащий не менее 99,5 % серы, не более 0,2 % влаги и 0,05 % золы. Его вносят в дозе 1 кг/т. Такой препарат оказывает стимулирующее влияние на образование кислот брожения при различной степени уплотнения консервируемого зерна, благодаря чему оно подкисляется до оптимальных пределов, обеспечивающих требуемое качество корма в течение длительного периода хранения [7].

Разработанный на кафедре «Технический сервис» ГБОУ ВО НГИЭУ дозатор предназначен для более равномерного распределения в зерновой массе порошкообразного консерванта, не требующего предварительного растворения в воде. Новизна технического решения предлагаемого нами



**а** **б**  
**Рис. 1 – Общий вид плющильной машины.**  
*а – дозатор; б – плющильная машина*

устройства для внесения порошкообразного консерванта в сырое фуражное зерно при закладе на хранение (рис. 1) защищено патентом РФ на полезную модель № 163647 [8].

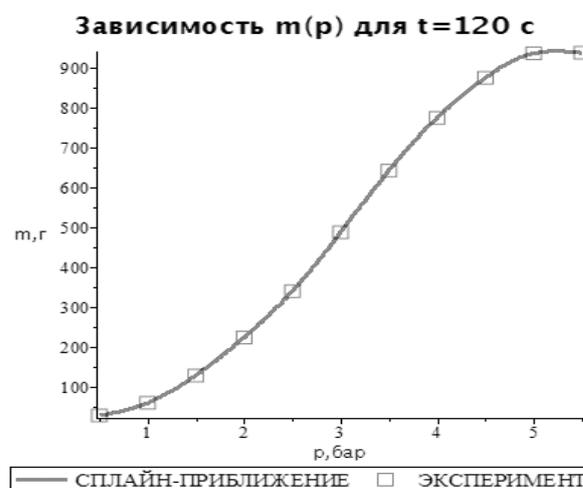
Исследования предлагаемого дозатора в лабораторных условиях были посвящены определению его производительности и точности дозирования.

**Результаты исследований**

По результатам опытов было определено среднее отклонение производительности дозатора ( $\pm 3,7\%$ ) от требуемой дозы внесения, которое соответствует существующим требованиям ( $\pm 10\%$ ). Также проведена аппроксимация массы консерванта  $m$ , истекаемого из дозатора при различном давлении  $P$  в пневмосистеме и фиксированном времени  $t$  (рис. 2).

Полученная зависимость свидетельствует о хорошем совпадении аппроксимированной функции с расчётными данными. Анализ этой зависимости свидетельствует о росте значений  $m$  с увеличением давления до некоторого значения  $P = 0,5\text{МПа}$  (5 бар).

С учетом полученных данных нами рассмотрена возможность применения устройства для дозированной подачи порошкообразного консер-



**Рис. 2 – Взаимозависимость аппроксимированной и экспериментальной массы истекаемого консерванта от давления в пневмосистеме дозатора ( $t = 120\text{ с}$ )**

ванта на плющильных машинах серии Murska при работе от компрессора трактора МТЗ 82.1 типа А29.01 (табл.).

Для проведения энергетической оценки технологии приготовления корма из фуражного зерна

**Таблица**

**Возможность применения устройства дозированной подачи порошкообразного консерванта на плющильных машинах серии «Murska».**

Модель Murska	Максимальная производительность, т/ч	Необходимое давление для работы устройства, МПа.
220	1	0,06
350	5	0,171
700	10	0,248
1000	20	0,359
1400	30	-
2000	40	-

повышенной влажности путём плющения с применением консервирующих препаратов и хранением его в герметичных условиях была составлена технологическая карта. На основании технологической карты была рассчитана энергоёмкость технических средств и сельскохозяйственных машин, задействованных при консервировании сырого фуражного зерна, подготовленного к скармливанию плющением на агрегате Murska 1000 HD. При этом в базовом варианте зерно консервировали пропионовой кислотой с использованием серийно выпускаемого дозатора, в новом варианте – порошкообразной серой при помощи разработанного нами дозатора.

В целом прямые затраты на консервирование сырого плющеного зерна в обоих вариантах были примерно одинаковыми (разница 0,5 %). Вместе с тем прямые затраты электроэнергии на процесс консервирования резко различались. При использовании для этих целей нового дозатора они возрастали в 17 раз. Однако это не сильно повлияло на общие затраты энергии на консервирование, поскольку доля затрат энергии на дозирование в структуре общих затрат была ничтожно мала – от 0,001 % до 0,018 %.

Овеществлённые затраты доминируют в структуре энергетических затрат. При консервировании сырого фуражного зерна пропионовой кислотой овеществлённые затраты достигали 96,4 %, порошкообразной серой – 96,3 %.

Общие затраты энергии живого труда при консервировании зерна обоими устройствами были одинаковыми, прямые затраты больше на 0,5 ГДж в новом варианте, а овеществлённые – на 8,6 ГДж в базовом варианте. В овеществлённых затратах в новом варианте такой результат достигнут за счёт уменьшения в 1,6 раза энергоёмкости дозирующего устройства и в 3 раза – за счёт разницы в дозе и энергоёмкости используемых консервантов. В результате новый вариант консервирования требовал на 8,1 ГДж меньше полных затрат энергии по сравнению с базовым.

При использовании нового дозатора для внесения порошкообразной серы окупаемость затрат энергии обменной энергией, заключённой в консервированном зерне, выше, чем у зерна, обработанного пропионовой кислотой.

При расчёте экономической эффективности консервирования зерна ярового ячменя порошкообразной серой с использованием разработанного дозирующего устройства использовали документы первичной бухгалтерской отчётности СПК «Березники» за 2015 год.

Сравнительную эффективность технологий консервирования и подготовки к скармливанию фуражного зерна оценивали по данным об изме-

нениях его себестоимости. При подготовке сырого зерна к скармливанию плющением и консервировании пропионовой кислотой значительная доля затрат приходится на прямые эксплуатационные затраты, в которые входят оплата труда, топливосмазочные материалы, амортизация, ремонт и техническое обслуживание техники и прочие затраты (консервант, укрывные материалы и т.д.). Однако такой способ подготовки к скармливанию сырого плющеного фуражного зерна дешевле способа подготовки к скармливанию сухого зерна даже при уборке его с кондиционной влажностью, при которой оно надёжно сохраняется в аэробных условиях, и подготовке к скармливанию дроблением на молотковой дробилке. Сырое фуражное зерно, убранное при неблагоприятных погодных условиях, требует досушки его для доведения до кондиционной влажности. В этом случае себестоимость такого зерна в сравнении с зерном, убранном при хорошей погоде, возрастает на 15,7 %.

При консервировании сырого фуражного зерна химическими препаратами самым дешёвым способом была его обработка порошкообразной серой при помощи разработанного нами дозирующего устройства. Стоимость такой обработки по сравнению с применяемой в хозяйстве обработкой пропионовой кислотой дозатором для жидких консервантов была меньше на 575,3 руб./т или в 30,5 раз. Полная себестоимость подготовленного к скармливанию фуражного зерна при этом была самой низкой – на 8,8 % меньше по сравнению с зерном, обработанном пропионовой кислотой.

Таким образом, из рассмотренных способов консервирования фуражного зерна и подготовки его к скармливанию наиболее эффективным было консервирование плющеного зерна порошкообразной серой. Этот способ в пересчёте на 1 т сухого зерна позволял снизить его себестоимость на 265,65 руб. или на 3,5 % по сравнению с зерном, закладываемым на хранение без досушивания; на 639,2 руб. или на 8,4 % – с зерном, обработанным пропионовой кислотой; на 1500,55 руб. или на 19,8 % – с досушенным зерном. Каждый ГДж обменной энергии в зерне обходился хозяйству дешевле соответственно на 23, 55,5 и 130,8 руб.

Экономия по сравнению с сухим зерном связана со снижением на 254,56 руб. или на 11,3 % технологических затрат, приходящихся на подготовку его к скармливанию. При консервировании сырого зерна экономия обусловлена низкой стоимостью порошкообразной серы и устройства для её внесения.

## Выводы

1. Разработанное устройство для внесения порошкообразного консерванта в сырое плюще-

ное зерно пригодно для работы с плющильными машинами марки Murska 220, 350, 700, и 1000.

2. Самые низкие затраты энергии на консервирование и подготовку к скармливанию 1 т зерна были при его консервировании с использованием нового дозирующего устройства и обработкой порошкообразной серой. Полные затраты энергии на 1 т зерна в этом случае были на 13 МДж или на 0,35 % ниже, чем у зерна, обработанного пропионовой кислотой.

3. Использование порошкообразной серы для обработки закладываемого на анаэробное хранение сырого плющеного зерна обеспечивало надёжное его сохранение и уменьшало затраты на хранение и подготовку к скармливанию на 266 руб./т или на 3,5 % по сравнению с зерном естественной сушки и на 150 руб./т или на 19,8 % по сравнению с зерном искусственной сушки. По сравнению с аналогичным способом хранения и подготовки к скармливанию сырого плющеного зерна, обработанного пропионовой кислотой, затраты снизились на 639 руб./т или на 8,4 %.

#### Библиографический список

1 Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/#) (дата обращения 18.01.2016 г.).

2. Огородова, М.М. Затраты на производство – главный инструмент экономического механизма звероводческих предприятий / М.М. Огородова //

Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 4, том 78. – С. 105 – 109.

3. Векленко, Е. В. Пути укрепления кормовой базы молочного скотоводства / Е.В. Векленко, Н.С. Прусов, Д.И. Дородных // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 6. – С. 20-23.

4. Тяпугин, Е.Л. Заготовка и хранение свежесобранного фуражного зерна без консерванта / Е.Л. Тяпугин, В.К. Углин, В.Е. Никифоров // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С. 59-60.

5. Алексеев, С.А. Развитие кормовой базы молочного скотоводства / С.А. Алексеев // Экономика сельского хозяйства России. - 2013. – № 7-8. – С. 49-57.

6. Савиных, П.А. Энергосберегающие технологии приготовления зерновых кормов и машины для их осуществления / П.А. Савиных, В.А. Казаков // Владимирский земледелец. – 2010. – № 4. – С. 15-17.

7. Влияние степени уплотнения и использования биологических и химических препаратов на результаты консервирования фуражного зерна повышенной влажности / Н.Н. Кучин, А.П. Мансуров Е.Ю. Герасимов [и др.] // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2012. – № 2-3. – С. 140-144.

8. Пат. 163647 Российская Федерация, МПК А23N 17/00. Устройство дозированной подачи порошкообразного консерванта для консервирования кормов / М.С. Жужин, Н.Н. Кучин; заявитель и патентообладатель ГБОУ ВО НГИЭУ. – № 2016105267/13; заявл. 16.02. 2016; опубл. 27.07.2016, Бюл. № 21.

#### ELABORATION OF A DEVICE FOR APPLICATION OF POWDER CONSERVATIVE AGENTS INTO THE FEEDS AND ITS EFFICIENCY

Zhuzhin M. S., Mansurov A.P.

SBEI HE Nizhniy Novgorod state engineering and economy university  
606340, Russia, Nizhniy Novgorod region, Knyaginino town,  
e-mail: [zhuzhin001@yandex.ru](mailto:zhuzhin001@yandex.ru).

*Key words: fodder grain, barley, feeds, crushing, sulfur, conservative agent.*

*The aim of present work is to assess efficiency of the devised device for dosing of powder conservative agent feed. As a result of the research, the measuring hopper productivity in case of work with a number of crushing machines of Murska type was determined. It is stated that the dosing inaccuracy decreases in case of increase of working time of the dosing device, on average, it is  $\pm 3,7\%$ . Calculations of energy efficiency assessment of different types of raw grain preservation were conducted. The proposed variant with application of the devised device has energy cost by 8,4 GJ less, than in the basic variant per 1 ton of grain. Energy saving was achieved due to decrease of energy consumption of the dosing device by 1,6 times of total costs, and by 3 times due to difference in the dose and energy consumption of the applied conservative agents. The present work also includes data of economic efficiency of application of different methods of grain preservation, which is used for dairy cattle feeding. With the help of the new dosing device, it is possible to substitute present expensive and ecologically dangerous organic acids, used as conservative agents, for less dangerous and cheaper powder alternatives, which have the same conservative properties.*

#### Bibliography

1. Federal State Statistics Service [electronic resource]. – access mode: URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/#) (accessed date 18.01.2016)

2. Ogorodova, M.M. Production expenses – the main instrument of economical mechanism of animal farms / M.M. Ogorodova / Vestnik of Altai state agrarian university. – 2011. – № 4, Volume 78. – pp. 105 – 109.

3. Veklenko, E.V. Ways of feeding improvement of dairy cattle / E.V. Veklenko, N.S. Prusov, D.I. Dorodnykh // Vestnik of Kursk state agricultural academy. – 2013. – № 6. – pp. 20-23.

4. Tyapugin, E.L. Storage of freshly harvested grain without conservative agent / E.L. Tyapugin, V.K. Uglin, V.E. Nikiforov // Achievements of science and technology of AIC. – 2011. – № 1. – pp. 59-60.

5. Alekseyev, S.A. Development of feeding of dairy cattle / S.A. Alekseyev // Economics of agriculture of Russia. - 2013. – № 7-8. – pp. 49-57.

6. Savinykh, P.A. Energy-saving technologies of grain feed preparation and machines used for that purpose / P.A. Savinykh, V.A. Kazakov // Vladimir farmer. – 2010. – № 4. – pp. 15-17.

7. Influence of density degree and usage of biological and chemical compounds on preservation results of fodder grain of increased humidity / N.N. Kuchin, A.P. Mansurov, E.Y. Gerasimov [and oth.] // Vestnik of Nizhniy Novgorod university named after N.I. Lobachevskiy. – 2012. – № 2-3. – pp. 140-144.

8. Pat. 163647 Russian Federation, IPC A23N 17/00. Device for dosed supply of powder conservative agent for feed preservation / M.S. Zhuzhin, N.N. Kuchin; applicant and patentee SBEI HE NNSEEU. – № 2016105267/13; appl. 16.02. 2016; publ. 27.07.2016, bull. № 21.