

УДК 631.363

**ЖУЖИН МАКСИМ СЕРГЕЕВИЧ**

E-mail: ngiei-126@mail.ru

**КУЧИН НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ, докт. с.-х. наук, профессор**

E-mail: ngiei-126@mail.ru

Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, ул. Октябрьская, д. 22а,  
г. Княгинино, Нижегородская обл., 606340, Российская Федерация

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ДОЗИРОВАННОЙ ПОДАЧИ ПОРОШКООБРАЗНОГО КОНСЕРВАНТА ПРИ ПЛЮЩЕНИИ СЫРОГО ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ

Технология консервирования сырого плющеного фуражного зерна предусматривает использование химических или биологических препаратов для повышения сохранности питательных веществ при хранении. И если для внесения жидких препаратов имеются различные дозирующие устройства, то для внесения порошкообразных препаратов, к которым относится применяемая для консервирования зерна порошкообразная сера, таких устройств нет, что снижает возможности для более широкого практического применения этой технологии. Целью работы была разработка дозирующего устройства для внесения порошкообразного консерванта в сырое зерно при его плющении, а одной из задач – провести энергетическую оценку технологии консервирования фуражного зерна с использованием различных дозирующих устройств и нового дозирующего устройства в частности. Оценка энергетической эффективности была проведена в соответствии с существующими методическими указаниями. С этой целью была разработана технологическая карта с указанием выполненных видов и объёмов работ и используемой для этого техники и технологического оборудования. Выполненные расчёты показали, что полные затраты энергии при разных способах консервирования сырого зерна в новом варианте оказались на 8,4 ГДж ниже, чем в базовом варианте. Экономия энергии в новом варианте консервирования 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. Окупаемость затрат энергии на заготовку энергетической питательностью корма в новом варианте также была несколько выше, чем в базовом варианте, а уровень инвестиций на 1 га посевной площади сократился.

**Ключевые слова:** сырое фуражное зерно, плющение, консервирование, дозирующее устройство, порошкообразная сера, энергетическая оценка, энергетическая эффективность.

**Введение.** В последние годы в практике кормопроизводства значительное распространение получило консервирование сырого плющеного фуражного зерна с применением различных консервирующих препаратов [1]. Данный способ позволяет начать уборку на 7-15 дней раньше, когда зерно находится в стадии начала восковой спелости [2]. При этом продуктивные показатели оказываются на 15...20% выше, чем у зерна, убранного в стадии полной спелости, за счёт сохранения незрелых и повреждённых зёрен [3]. Использование плющеного фуражного зерна в кормлении позволяет добиться увеличения продуктивности животных до 20%. При этом зерно, предназначенное для плющения, не требует очистки после комбайна и сушки. Не является препятствием для плющения и качество зерна, т.е. наличие в общей массе незрелых и мелких зёрен, семян сорных растений. Плющенное зерно более полно усваивается животными. Также такое зерно обладает повышенными вкусовыми качествами и прекрасными ги-

гиеническими показателями. Применение данного способа консервирования зерна обеспечивает безопасность применяемых препаратов для животных и окружающей среды при высокой степени сохранности урожая, позволяя при этом снизить его себестоимость на 9...24% [4, 5].

**Материал и методы.** Химическое консервирование, являющееся неотъемлемой операцией при закладке на хранение сырого фуражного зерна, проводится как жидкими, так и сыпучими консервантами [6-8]. Однако для внесения последних не разработано дозирующих устройств, что ограничивает использование таких консервантов. Авторами разработано техническое устройство для внесения порошкообразного консерванта, зарегистрированное патентом на полезную модель № 163647.

На стадии разработки и совершенствования способов выращивания и заготовки кормов наиболее объективную информацию об их эффективности позволяет получать биоэнергетический метод [9-11].

**Цель исследований** – оценка энергетической эффективности нового устройства и всей технологической цепочки консервирования сырого фуражного зерна.

Расчёт совокупных затрат энергии проводили на основе детально описанного технологического процесса с использованием типовых и модифицированных технологических карт, позволяющих учесть расход всех ресурсов в различных показателях [12].

Для проведения энергетической оценки технологии приготовления корма из фуражного зерна повышенной влажности путём площения с применением консервирующих препаратов и хранением его в герметичных условиях была составлена технологическая карта.

В данной таблице особое внимание уделялось рассмотрению способов внесения жидкого консерванта насосом-дозатором центробежного типа и применения нового устройства для внесения порошкообразного консерванта.

Энергоёмкость энергетических средств, приходящаяся на один час работы силовой машины (трактора, комбайна), определяли при помощи следующей зависимости:

$$E_T = \frac{M_T \cdot \alpha_{TP}}{100} \left( \frac{k_T}{T_{HT}} + \frac{\eta_{TK} + \varphi_{TT}}{T_{ЗТ}} \right), \quad (1)$$

где  $M_T$  – масса силовой машины, кг;  $\alpha_{TP}$  – энергетический эквивалент силовой машины, равный 120 МДж/кг;  $k_T$ ,  $\eta_{TK}$ ,  $\varphi_{TT}$  – отчисления на реновацию, капитальный и текущий ремонты силовой машины, %;  $T_{HT}$ ,  $T_{ЗТ}$  – нормативная и зональная годовая загрузка силовой машины, ч.

Энергоёмкость, приходящаяся на один час работы машины или сцепки, определялась по формуле

$$E_M = \frac{M_M \cdot \alpha_M}{100} \left( \frac{k_M}{T_{HM}} + \frac{\varphi_{MT}}{T_{ЗМ}} \right), \quad (2)$$

где  $M_M$  – масса машины (сцепки), кг;  $\alpha_M$  – энергетический эквивалент машины (сцепки), равный 104 МДж/кг;  $k_M$  – отчисления на реновацию машины (сцепки), %;  $\varphi_{MT}$  – отчисления на текущий ремонт машины (сцепки), %;  $T_{HM}$ ,  $T_{ЗМ}$  – нормативная и зональная годовая загрузка машины (сцепки), ч.

**Результаты и обсуждение.** На основании технологической карты была рассчитана энергоёмкость энергетических средств и сельскохозяйственных машин, задействованных при консервировании сырого фуражного зерна, подготовленного к скармливанию площением 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.

Расчёт энергетической ёмкости тракторов и автомобилей проводился по формуле 1. Так, для трак-

тора МТЗ-80 при его массе 3160 кг, нормативной годовой и зональной нагрузке машины 1200 ч., энергетическом эквиваленте 120 МДж/кг, отчислениях на реновацию в размере 10,0, на капитальный ремонт 5,0 и на текущий ремонт – 22% энергоёмкость, приходящаяся на один час работы силовой машины, составила:

$$E_T = \frac{3160 \cdot 120}{100} \left( \frac{10}{1200} + \frac{5 + 22}{1200} \right) = 116,92 \text{ МДж/ч.}$$

Энергоёмкость, приходящаяся на 1 ч работы машины или сцепки, определялась по формуле 2. Так, для тракторного прицепа 2ПТС-4 при его массе 1710 кг, нормативной годовой и зональной нагрузке машины 800 ч, энергетическом эквиваленте 104 МДж/кг, отчислениях на реновацию в размере 14,2, на текущий ремонт – 13% энергоёмкость, приходящаяся на один час работы силовой машины, составила:

$$E_M = \frac{1710 \cdot 104}{100} \left( \frac{14,2}{800} + \frac{13}{800} \right) = 60,46 \text{ МДж/ч.}$$

Полная энергоёмкость сцепки МТЗ-80 + 2ПТС-4 равняется 177,38 (116,92 + 60,46) МДж/ч.

Аналогичным образом на основании данных технологической карты была рассчитана энергоёмкость энергетических средств и сельскохозяйственных машин, задействованных при консервировании сухого фуражного зерна, подготовленного к скармливанию дроблением на молотковой дробилке ROMiLL S900. При этом в первом варианте принималось, что зерно обмолачивалось в поле при стандартной влажности и его закладывали на хранение после очистки, а во втором варианте – сырое зерно с его очисткой и досушкой перед закладкой на хранение. Результаты вычислений представлены в таблицах 1, 2.

Анализ полученных данных показал, что наиболее энергоёмкой из используемых машин при консервировании и закладке на хранение сырого фуражного зерна является площильная машина Murska 1000 HD, на долю которой приходится более 80% от общих энергозатрат (табл. 1). Предлагаемый дозатор для внесения порошкообразного консерванта в 1,6 раза энергоэффективнее используемого для внесения жидкого консерванта. Благодаря этому общие энергоёмкость и энергозатраты в новом варианте были ниже на 0,3%.

При приготовлении сухого дроблёного зерна естественной сушки основная энергоёмкость (около 60%) приходилась на дробилку. При приготовлении сырого зерна, подготовленного к хранению досушиванием, энергоёмкость этого энергетического средства снижалась до 47%, а на сушилку приходилось около 20% общей энергоёмкости этого способа консервирования и подготовки фуражного зерна к скармливанию (табл. 2).

Таблица 1

**Энергоёмкость и затраты энергетических средств и сельскохозяйственных машин при консервировании фуражного ячменя с плющением**

Состав агрегата		Время работы машины, ч	Энергоёмкость, МДж/ч	Энергозатраты, МДж
марка трактора, автомобиля	марка машины, сцепки			
МТЗ-80	2ПТС-4	2,00	177,4	354,8
ГАЗ 3309		0,56	310,8	174,0
МТЗ-82.1	ПКУ-08	30,60	159,8	4889,9
МТЗ-82.1	Murska 1000 HD	30,60	2214,6	67766,8
Murska 1000 HD	БВ	30,60	22,9	700,7
	НВ		14,1	431,5
ДТ-75		30,60	240,8	7368,5
ГАЗ 3309		0,56	310,8	174,0
МТЗ-80	ПФ-0,5	1,90	195,4	371,3
МТЗ-80	2ПТС-4	6,80	188,0	1278,4
МТЗ-80	2ПТС-4	0,80	188,0	150,4
Итого в базовом варианте		133,02	4008,5	83228,8
Итого в новом варианте			3999,7	82959,6

Таблица 2

**Энергоёмкость и затраты энергетических средств и сельскохозяйственных машин при консервировании фуражного ячменя с дроблением**

Состав агрегата		Время работы машины, ч	Энергоёмкость, МДж/ч	Энергозатраты, МДж
марка трактора, автомобиля				
НЛК-10		61,3	63,3	3880,3
ОВС-25с		42,3	92,4	3908,5
НЛК-10*		59,0	70,7	4171,3
СЗК-10*		59,0	991,1	58474,9
НЛК-10		53,1	78,5	4168,4
ГАЗ 3309		19,7	310,8	6122,8
МТЗ-80	2ПТС-4	4,0	188,0	752,0
МТЗ-82.1	ПКУ-08	53,1	159,8	8485,4
ГАЗ 3309		63,3	310,8	19673,6
МТЗ-82.1	ПКУ-08	26,6	159,8	4250,7
ROmiLL S900		26,6	2315,1	61581,7
МТЗ-80	2ПТС-4	5,6	188,0	1052,8
Итого: сухое зерно		355,6	3866,5	113876,2
сырое зерно		473,6	4928,3	176522,4

\* Операции, не проводимые при подготовке к дроблению сухого зерна.

Расчёт энергетической эффективности применения устройств дозирования консерванта для обработки сырого фуражного зерна проводили по методике, изложенной в ГОСТ Р 51750-2001 [13] и использованной для аналогичных расчётов Нечаевым и Нечаевой, Устюговым [14, 15].

Энергоёмкость, приходящаяся на 1 ч работы оборудования, определялась по формуле

$$E_{об} = \frac{\mathcal{E}_{об}}{T_z},$$

где  $T_z$  – годовая загрузка линии, ч.

$$T_z = \frac{S}{Q} \cdot n_{оп}.$$

Для насоса-дозатора жидкого консерванта она составила:

$$T_z = \frac{320}{40} \cdot 17 = 136 \text{ ч};$$

для устройства дозированной подачи порошкообразного консерванта

$$T_z = \frac{160}{20} \cdot 17 = 136 \text{ ч}.$$

Общую энергоёмкость оборудования ( $\mathcal{E}_{об}$ , МДж) вычисляли по уравнению

$$\mathcal{E}_{об} = \alpha_{об} \cdot M,$$

для насоса-дозатора жидкого консерванта она была равной

$$\mathcal{E}_{об} = 104 \cdot 30 = 3120 \text{ МДж};$$

для устройства дозированной подачи порошкообразного консерванта

$$\mathcal{E}_{об} = 104 \cdot 18,5 = 1924 \text{ МДж},$$

где  $\alpha_{об}$  – энергетический эквивалент оборудования, равный 104 МДж/кг.

Энергоёмкость, приходящаяся на 1 ч работы оборудования, при этом составила:

для насоса-дозатора жидкого консерванта

$$E_{об} = \frac{3120}{136} = 22,9 \text{ МДж/ч};$$

для устройства дозированной подачи порошкообразного консерванта

$$E_{об} = \frac{1924}{136} = 14,1 \text{ МДж/ч}.$$

По аналогии проведены расчёты совокупных затрат энергии на закладку и хранение сырого фуражного зерна с применением разных дозаторов (табл. 3, 4). При расчёте были использованы следующие энергетические коэффициенты: ручной труд – 29,7 МДж/ч, труд механизаторов – 43,4 МДж/ч, дизельное топливо – 52,6 МДж/кг, электрическая энергия – 12 МДж/кВт, энергетические средства (тракторы) – 86,4 МДж/кг массы, сельхозмашины – 75 МДж/кг массы.

Общие затраты труда на проведение консервирования фуражного зерна при фактической продуктивности гектара посевов и выходе с него сухого вещества и энергии приведены в таблице 3.

Затраты энергии труда на проведение плющения и химического консервирования сырого фуражного зерна в сравнении с дроблением зерна естественной сушки снизились на 41,2 МДж/т или в 2,1 раза, с досушиванием и дроблением зерна – на 67,2 МДж/т или в 2,75 раза (табл. 3).

Таблица 3

**Общие показатели вариантов консервирования**

Показатель	Способ консервирования		
	химический (с анаэробным хранением)	сушка с аэробным хранением	
		естественная	искусственная
	Подготовка к скармливанию		
	плющение	дробление	
Урожайность, т/га	3,0	2,7	3,0
Выход сухого вещества после очистки и сушки (СВ), т/га	2,3*	2,2**	2,2
Обменная энергия: ГДж/т СВ	13,39	13,50	13,50
ГДж/га	30,80	29,70	29,70
Затраты труда, всего, чел.-ч/га	1,04	1,89	2,79
В т.ч. механизаторов	0,54	1,70	2,30
Затраты энергии в труде, МДж/т	38,25	79,40	105,40
В т.ч. механизаторов: МДж/т	23,40	73,80	99,80
МДж/га	12,70	29,40	35,10

\* Зерно не подвергалось очистке и сушке.

\*\* Зерно не сушили.

В целом прямые затраты на консервирование сырого плющеного зерна в обоих вариантах были примерно одинаковыми (разница 0,5%). Вместе с тем прямые затраты энергии на процесс консервирования, связанные с расходом электроэнергии, резко различались. При использовании для этих целей нового дозатора они возрастали в 17 раз (табл. 4). Однако их уровень не сильно повлиял на общую величину затрат энергии на консервирование, поскольку их доля в структуре этих затрат была ничтожно мала – всего 0,001 и 0,018%.

Овеществлённые затраты энергии также были примерно равными. Прямых и овеществлённых за-

трат и полных затрат энергии на 1 т корма в базовом варианте было на 0,3% больше, чем в новом варианте.

Общие затраты энергии живого 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. 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 выигрывал по полным затратам энергии у базового 8,1 ГДж (табл. 4).

Таблица 4

**Прямые, овеществлённые и полные затраты энергии при плющении**

Статьи затрат, материалы	Количество на 1 га	Базовый вариант		Новый вариант	
		Энергия, МДж			
		на 1 га	на 1 т	на 1 га	на 1 т
Прямые затраты	-	368,30	122,60	370,20	123,30
Из них: дизельное топливо электроэнергия	7 кг 0,01/0,17 кВт*	368,20 0,12	122,60 0,04	368,20 2,04	122,60 0,70
Овеществлённые затраты	-	10743,65	3576,60	10702,40	3562,60
Техника: энергетические средства сельхозмашины	96,3 кг 30,88/30,85 кг*	8320,30 2316,00	2769,70 771,00	8320,30 2313,75	2769,70 770,20
Плёнка полиэтиленовая	0,4 кг	16,00	5,30	16,00	5,30
Траншеи для сенажа	1,46 м <sup>2</sup>	32,85	10,90	32,85	10,90
Химконсерванты	9 л/3 кг*	58,50	19,50	19,50	6,50
Прямые и овеществлённые затраты		11111,95	3699,20	11072,60	3685,90
Полные затраты энергии		11150,20	3721,20	11110,85	3707,90

\* Знаменатель – новый вариант.

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

Консервирование сырого зерна сушкой и подготовка его к скармливанию дроблением также достаточно энергоёмкие процессы. И в этом случае овеществлённые затраты играют определяющую роль. Так, при уборке зерна стандартной влажности эти затраты составили 93,6%, при его досушивании и дроблении – 88,9% (табл. 5).

Существенная разница имеется также и между сухим и досушенным зерном. Очистка и дробление сухого зерна в сравнении с этими же операциями, дополненными сушкой, обходятся энергетически дешевле в 1,56 раза. При этом прямые затраты возрастают в 2,9, овеществлённые – в 1,5 раза (табл. 5).

Расчёты показали, что самые низкие затраты энергии на консервирование и подготовку 1 т зерна к скармливанию были в варианте консервирования

с использованием нового дозирующего устройства и обработкой его порошкообразной серой. Полные затраты энергии на 1 т зерна в этом случае были на 13 МДж, или на 0,35%, чем у зерна, обработанного пропионовой кислотой, на 202,4 МДж, или на 5,5%, чем у зерна естественной сушки, и на 1051,7 МДж, или на 28,5%, чем у досушенного зерна. На 1 т сухого вещества меньше всего прямых затрат энергии было в зерне естественной сушки, по сравнению с которым в сыром зерне с порошкообразной серой его было меньше на 213,0 МДж, в зерне с пропионовой кислотой – на 230,0 МДж и в досушенном зерне – на 2775,4 МДж, или на 4,6; 5,0 и 49,4% соответственно (табл. 6).

Следовательно, использование нового дозирующего устройства было более энергосберегающим, чем досушивание зерна одинаковой влажности до стандартного содержания влаги или консервирование пропионовой кислотой, и практически таким же, как у зерна, имеющего стандартную влажность при уборке.

Таблица 5

**Прямые, ошествлённые и полные затраты энергии при дроблении**

Статьи затрат, материалы	Количество на 1 га	Зерно			
		сухое		досушенное	
		Расход энергии, МДж			
		на 1 га	на 1 т	на 1 га	на 1 т
Прямые затраты	-	574,20	212,30	1646,30	548,05
Из них: дизельное топливо электроэнергия	9/29,2 кг 8,4/9,2 кВт*	473,40 100,80	175,30 37,00	1535,90 110,40	511,30 36,75
Ошествлённые затраты	-	9531,40	3530,20	14067,40	4682,90
Техника: энергетические средства сельхозмашины	93,9/146,4 кг 18,6 кг 1,04 м <sup>2</sup>	8113,00 1395,00 23,40	3004,80 516,70 8,70	12649,00 1395,00 23,40	4210,70 464,40 7,80
Склады для зерна					
Прямые и ошествлённые затраты		10105,60	3742,50	15713,70	5230,95
Полные затраты энергии		10185,00	3771,90	15819,10	5266,05

\* Знаменатель – новый вариант.

Таблица 6

**Энергетические параметры технологий**

Показатель	Единица измерения	Способ подготовки			
		сушка		консервирование	
		естественная	досушка	пропионовая кислота	сера
		дробление		плющение	
Уборочная площадь	га	204			
Урожайность: зерна сухого вещества	т/га	2,7	3,0		
		2,2		2,3	
Получено: корма сухого вещества обменной энергии	т т ГДж	531,2 448,8 6058,8	612,9 469,2 6282,6		
Затраты энергии на консервирование: живого труда прямые ошествлённые полные	ГДж	6,0 117,1 1939,6 2067,5	7,2 335,8 2865,0 3313,1	2,6 75,1 2191,7 2269,4	2,6 75,5 2183,3 2261,4
Энергоёмкость машин	ГДж	1939,6	2865	2169,8	2169,3
Окупаемость затрачиваемой энергии энергетической питательностью корма	-	2,93	1,83	2,77	2,78
Удельные затраты энергии: на 1 т корма на 1 т сухого вещества	МДж	3892,1 4606,7	6237,0 7382,1	3702,7 4836,7	3689,7 4819,7

При использовании нового дозатора для внесения порошкообразной серы окупаемость затрат энергии обменной энергией, заключённой в консервированном зерне, была примерно равной таковой у сухого зерна и меньше, чем у зерна досушенного

и обработанного пропионовой кислотой. Энергоёмкость машин в этом варианте была выше, чем у сухого зерна, примерно такой же, как у зерна с пропионовой кислотой, и ниже, чем у зерна, доведённого до стандартной влажности досушиванием.

**Выводы**

Предлагаемый дозатор для внесения порошкообразного консерванта в 1,6 раза энергоэффективнее используемого для внесения жидкого консерванта. Благодаря этому общие энергоёмкость и энергозатраты в новом варианте снижены на 0,3%. Полные затраты энергии при консервировании сырого зерна порошкообразной серой в новом варианте оказались на 8,0 и 1051,7 ГДж ниже, чем соответственно в варианте консервирования пропионовой кислотой, в основном за счёт меньшей энергоёмкости нового дозирующего устройства и используемого консерванта, а также досушивания до стандартной влажности. Окупаемость затрат энергии на заготовку энергетической питательностью корма в новом варианте также была несколько выше, чем у зерна с пропионовой кислотой и досушенного до стандартной влажности.

**Библиографический список**

1. Спиридонов А.М. Влияние вида зерновых злаков и консерванта на качество плющенного зернофуража // Бюллетень науки и практики. 2016. № 5 (6). С. 165-168.
2. Перекопский А.Н., Баранов Л.Н. Формирование технологических схем производства корма плющением и консервированием зерна // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2004. № 76. С. 71-75.
3. Тяпугин Е.Л., Углин В.К., Никифоров В.Е. Заготовка и хранение свежесобранного фуражного зерна без консерванта // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 1. С. 59-60.
4. Алексеев С.А. Развитие кормовой базы молочного скотоводства // Экономика сельского хозяйства России. 2013. № 7-8. С. 49-57.
5. Nagle R.K. A new method of grain storage for coastal areas high moisture grain – Agricultural Gazette of new South Wales, 1973. Vol. 84. № 2. Pp. 113-116.
6. Фаритов Т.А. Ресурсосберегающие технологии производства, хранения и использования кормов // Аграрный вестник Урала. 2010. № 3. Том 69. С. 43-45.
7. Победнов Ю.А., Мамаев А.А. Эффективность применения бактерий вида *Bacillus subtilis* при силосовании и сенажировании трав // Ветеринарная патология. 2005. № 1. С. 90-96.
8. Рогожина Т.В., Рогожин В.В. Технологии консервирования зеленой массы растворами органических соединений // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 4 (114). С. 153-159.
9. Алиев С.А. Агроэнергетика – основа повышения плодородия почв и урожаев сельскохозяйственных культур // Программирование урожаев сельскохозяйственных культур в Сибири. Новосибирск, 1985. С. 13-17.
10. Булаткин Г.А., Ларионов В.В. Основы энергетической концепции агротехнической нагрузки. Пушкино: РАСХН, 1992. 28 с.
11. Созинов А.А., Новиков Ю.Ф. Энергетическая цена индустриализации агросферы // Природа. 1985. № 5. С. 11-19.
12. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства / Б.П. Михайличенко. М.: Российская академия сельскохозяйственных наук, 1995. 174 с.
13. ГОСТ Р 51750-2001 Методика определения энергоёмкости при производстве продукции и оказании услуг в технологических энергетических системах. Введ. 2002-01-01. М.: Изд-во стандартов, 2001. 24 с.
14. Нечаев В.Н., Нечаева М.Л. Снижение ситуационных издержек как инструмент ресурсосбережения в агропромышленном комплексе // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-12: Молодежь в науке – инновационный потенциал будущего». 2016. Т. 1. Ч. 2. С. 155-159.
15. Устюгов С.Ю. Обоснование основных параметров и режимов работы малогабаритного комбикормового агрегата: Дис. ... канд. техн. наук. Киров, 2005. 170 с.

*Статья поступила 13.01.2017*

## **ENERGY EFFICIENCY OF USING A DEVICE OF DOSED SUPPLY OF POWDER PRESERVATIVE IN RAW BARLEY GRAIN FLATTENING**

**MAKSIM S. ZHUZHIN**, *postgraduate student*

**NIKOLAY N. KUCHIN**, *DSc (Ag), Professor*

E-mail: [ngiei-126@mail.ru](mailto:ngiei-126@mail.ru)

Nizhny Novgorod State Engineering-Economic University, Oktyabrskaya str., 22A, Knyaginino, Nizhniy Novgorod region, 606340, Russia

The preservation technology of raw rolled feed grain involves the use of chemicals or biologicals to improve the preservation of nutrients during storage. Unlike liquid agents, for which various dispensing devices are available, introducing powdered agents such as powdered sulphur used for preserving grain, there are no such devices, which

reduces the opportunities for wider practical application of this technology. The aim of the considered work was to develop a metering device for introducing a powdered preservative in raw grain in the process of its flattening, and one of the tasks was to make energy assessment of the feed grain preservation technology with the use of various metering devices and a new metering device, in particular. The energy assessment was made in accordance with existing guidelines. With this purpose the authors developed a process chart showing the types and amount of work done as well as machinery and process equipment used. The calculations showed that total energy costs with different methods of raw grain preservation turned out to be 8.4 GJ lower in the new version as compared with the base case. Energy saving in the new preservation variant was obtained by reducing in 1.6 times the power output of a metering device in materialized costs and in 3 times due to the dose and intensity difference of the applied preservatives. Energy cost recovery of preparing nutritionally valuable feed in the new version also has turned out to be slightly higher than in the base case, and the level of investment per 1 ha of sown area has decreased.

**Key words:** raw feed grain, flattening, preserving, dosing device, powdered sulfur, energy assessment, energy efficiency.

### References

1. Spiridonov A.M. Vliyaniye vida zernovykh zlakov i konservanta na kachestvo plyushchennogo zernofurazha [The influence of grain cereal types and preservatives on the quality of flatten forage]. *Byulleten' nauki i praktiki*. 2016. No. 5(6). Pp. 165-168. (in Rus).
2. Perekopskiy A.N., Baranov L.N. Formirovaniye tekhnologicheskikh skhem proizvodstva korma plyushcheniyem i konservirovaniyem zerna [The formation of technological schemes of feed production by grain compaction and preserving]. *Tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rasteniyevodstva i zhivotnovodstva*. 2004. No. 76. Pp. 71-75. (in Rus).
3. Tyapugin Ye.L., Uglin V.K., Nikiforov V.Ye. Zagotovka i khraneniye svezheubrannogo furazhnogo zerna bez konservanta [Preparation and storage of freshly harvested fodder grain without preservative]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2011. No. 1. Pp. 59-60. (in Rus).
4. Alekseyev S.A. Razvitiye kormovoy bazy molochnogo skotovodstva [Development of dairy farming fodder base]. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii*. 2013. No. 7-8. Pp. 49-57. (in Rus).
5. Nagle R.K. A new method of grain storage for coastal areas high moisture grain – *Agricultural Gazette of New South Wales*, 1973. Vol. 84. No. 2. Pp. 113-116.
6. Faritov T.A. Resursoberegayushchiye tekhnologii proizvodstva, khraneniya i ispol'zovaniya kormov [Resource saving technologies of feedstuff production, storage and use]. *Agrarnyy vestnik Urala*. 2010. No. 3. Vol. 69. Pp. 43-45. (in Rus).
7. Pobednov Yu.A., Mamayev A.A. Effektivnost' primeneniya bakteriy vida *Bacillus subtilis* pri silosovanii i senazhirovanii trav [Efficiency of using the bacterium *Bacillus subtilis* during grass ensiling and haylage making]. *Veterinarnaya patologiya*. 2005. No. 1. Pp. 90-96. (in Rus).
8. Rogozhina T.V., Rogozhin V.V. Tekhnologii konservirovaniya zelenoy massy rastvorami organicheskikh soyedineniy [Technology of canning green mass with solutions of organic compounds]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014. No. 4 (114). Pp. 153-159. (in Rus).
9. Aliyev S.A. Agroenergetika – osnova povysheniya plodorodiya pochv i urozhayev sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Power power production as the basis of improving of soil fertility and crop yields]. *Programmirovaniye urozhayev sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Sibiri*. Novosibirsk, 1985. Pp. 13-17. (in Rus).
10. Bulatkin G.A., Larionov V.V. Osnovy energeticheskoy kontseptsii agrotekhnicheskoy nagruzki [The basic energy concepts of farm load]. Pushchino: RAS-KhN, 1992. 28 p. (in Rus).
11. Sozinov A.A., Novikov Yu.F. Energeticheskaya tsena industrializatsii agrosfery [The energy price of farm industrialization]. *Privoda*. 1985. No. 5. Pp. 11-19. (in Rus).
12. Mikhaylichenko B.P. Metodicheskoye posobiye po agroenergeticheskoy i ekonomicheskoy otsenke tekhnologiy i sistem kormoproizvodstva [Handbook on agro energetic and economic evaluation of technologies and systems of fodder production: [methodological edition]] M.: Rossiyskaya akademiya sel'skokhozyaystvennykh nauk, 1995. 174 p. (in Rus).
13. GOST R51750-2001 Metodika opredeleniya energoyemkosti pri proizvodstve produktsii i okazanii uslug v tekhnologicheskikh energeticheskikh sistemakh. Vved. 2002-01-01. [GOST R51750-2001 Method of determining energy intensity in the production and rendering of services in technological energy systems. Intr. 2002-01-01]. M.: Izd-vo standartov, 2001. 24 p. (in Rus).
14. Nechayev V.N., Nechayeva M.L. Snizheniye situatsionnykh izderzhok kak instrument resursoberezheniya v agropromyshlennom komplekse [The decrease of situational costs as a tool of resource-saving in agribusiness]. *Materialy Respublikanskoy nauchno-teoreticheskoy konferentsii "Seyfullinskiye chteniya-12: Molodezh' v nauke – innovatsionnyy potentsial budushchego"*. 2016. Vol. 1. Part 2. Pp. 155-159. (in Rus).
15. Ustyugov S.Yu. Obosnovaniye osnovnykh parametrov i rezhimov raboty malogabaritnogo kombikormovogo agregata: Dis. ...kand. tekhn. Nauk [Substantiation of the basic parameters and modes of operation of small mixed feed producing unit: PhD (Eng) thesis]. Kirov, 2005. 170 p. (in Rus).

Received on January 13, 2017