

Реализация плана позволила после потенцирования получить следующую модель, адекватно описывающую искомую зависимость по формуле:

$$\theta = 76,7 \frac{v^{0,58} s^{0,14} t^{0,1} X^{0,18}}{\alpha^{0,18} r^{0,01} \delta^{0,06}},$$

где $\delta = 90^\circ - \gamma$; γ — передний угол, град;

$X = 90^\circ + \lambda$; λ — угол наклона главной режущей кромки, град.

При оптимальной температуре $\theta = 680^\circ\text{C}$ оптимальная скорость резания определяется по формуле:

$$v_0 = 42,5 \frac{\alpha^{0,865} r^{0,01725} \delta^{0,103}}{s^{0,24} t^{0,1725} X^{0,31}},$$

Для определения интерполяционной формулы выражающей зависимость h_{ono} (мкм / 10^3 см^2) от различных переменных, был проведен пятифакторный эксперимент. Независимые переменные (t , s , γ , α , λ) варьировались на двух уровнях. Зависимость h_{ono} от указанных факторов определяется по формуле:

$$h_{\text{ono}} = \frac{1,72 \cdot 10^{-0,24} t^{0,75} \alpha^{0,81} X^{14,28} \delta^{14,02}}{\delta^{3,18 \ln x} s^{0,7}}. \quad (2)$$

По формуле (2) определено параметрическое уравнение максимальной размерной стойкости при переменных значениях многих параметров резания.

Заключение. В работе была исследована возможность получения оптимальной скорости резания и минимального износа режущего инструмента на основе положения, что оптимальным скоростям резания соответствует постоянная температура резания (оптимальная температура резания). Этот метод определения оптимальных скоростей резания на основе математического моделирования с применением плана первого порядка является более точным, чем метод, описываемый формулами степенного вида.

Список цитируемых источников

1. *Проников, А. С.* Проектирование металлорежущих станков и станочных систем : справ.-учеб. : в 3 т. / А. С. Проников // Проектирование станочных систем ; под общ. ред. А. С. Проникова. — М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. — 584 с.
2. *Макаров, А. Д.* Оптимизация процессов резания / А. Д. Макаров. — М. : Машиностроение, 1976. — 278 с.
3. *Федосов, Н. М.* Конструирование и расчёт технологического оборудования : курс лекций для студентов инженерных специальностей / Н. М. Федосов. — Барановичи : БарГУ, 2010. — 144 с.
4. *Васильев, В. В.* Математическое и компьютерное моделирование в среде системы MATLAB/SIVULINK / В. В. Васильев, Л. А. Симак, А. М. Рыбников. — К. : Нац. акад. наук Украины, 2008. — 284 с.
5. *Налимов, В. В.* Статистические методы планирования экстремальных экспериментов / В. В. Налимов, Н. А. Чернов. — М. : Наука, 1965. — 340 с.

Материал поступил в редакцию 25.02.2015 г.

УДК 636.085

В. А. Ярошевич

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ЗАГОТОВКА ПЛОЩЕННОГО ЗЕРНА

Введение. Сегодня Республика Беларусь по производству продовольствия на душу населения занимает первое место среди стран СНГ и входит в число лидеров по производству молока, картофеля, льна и другой продукции, наши продовольственные товары присутствуют на рынках 63 стран. Поэтому возрождение и развитие белорусского села является важнейшей задачей нашего государства.

В целях совершенствования системы управления агропромышленным комплексом, повышения эффективности его работы, улучшения качества жизни на селе Указом Президента Республики Беларусь от 01.08.2011 № 342, была одобрена Государственная программа устойчивого развития села на 2011—2015 гг.

Основными целями Государственной программы являются повышение экономической эффективности АПК, наращивание экспортного потенциала, повышение доходов сельского населения, укрепление престижности проживания в сельской местности и на этой основе обеспечение устойчивости социально-экономического развития села.

В соответствии с принятой программой необходимо стабилизировать посевные площади зерновых и зернобобовых культур в сельскохозяйственных организациях на уровне 2,5...2,6 млн гектаров, обеспечив в её структуре посевные площади кукурузы, высеваемой на зерно, на уровне 150...200 тыс. гектаров, зернобобовых культур — 150...180 тыс. гектаров [1].

Республика Беларусь ежегодно убирает 5—8 мил тонн зерна на фуражные цели. Более половины выращиваемого урожая убирается влажным, что определяет огромный объём работ по приведению его в стойкое для хранения состояние. Сушка влажного зерна характеризуется высокими капитальными вложениями, значительными энерго- и трудозатратами. Это обуславливает необходимость поиска более простых и дешёвых приёмов сохранения урожая, особенно кормового зерна, которое можно скормить животным непосредственно во влажном состоянии [2].

Основная часть. В последние годы всё большее распространение в производстве получили простые и дешёвые приёмы сохранения урожая кормового зерна во влажном состоянии, которые дают ряд практических преимуществ. Среди них технология консервирования плющеного зерна ранних стадий спелости с использованием консервантов.

Это сравнительно новый, более перспективный способ подготовки фуража, так как влажное плющенное консервированное зерно хорошо поедается, лучше усваивается животными и при этом хорошо хранится. Плющение позволяет улучшить вкусовые качества зерна и повысить питательную ценность углеводного и протеинового комплексов.

Технология заготовки консервированного плющеного зерна такая же, как и при силосовании трав, т. е. хранение кормовой массы с использованием консерванта в герметичных условиях, препятствующих деятельности аэробных микроорганизмов, портящих корм.

Технология позволяет начать уборку зерна на 10...15 дней раньше обычных сроков в стадии восковой спелости зерна при влажности 35...40%.

Это даёт возможность выращивать более поздние и урожайные сорта, освобождать поля для посева последующих культур в лучшие агротехнические сроки, а также исключить полевые потери от «стекания», осыпания зерна и повреждения его птицами. В этот период зерно содержит максимальное количество питательных веществ, поэтому их сбор с 1 га площади увеличивается на 10% [3].

При плющении зерна получается корм, наиболее соответствующий биологическим процессам, происходящим в рубце жвачных животных. Плющением нарушается внешняя оболочка (клетчатка), которая препятствует доступу ферментов к питательным веществам зерна, при этом в несколько раз увеличивается площадь соприкосновения питательных веществ зерна с ферментативной системой желудочно-кишечного тракта. При использовании плющеного зерна на корм улучшается ферментация микроорганизмами рубца углеводов и белков. Малоценный белок зерна в этом случае легко переходит в биологически полноценный белок микроорганизмов, которые, в свою очередь, являются источником питательных веществ для животных.

Обычно зерно содержит мало сахара. В ходе плющения и процесса брожения (как и при проращивании) часть крахмала зерна постепенно превращается в сахар, затем в молочную кислоту, что благоприятно отражается на силосовании зерна.

Основные технологические требования при силосовании зерна

1. Для силосования зерна пригодны только облицованные траншеи, непроницаемые для воды и воздуха. Если зерно закладывают в горизонтальные силосохранилища, то их делят на небольшие герметичные отсеки для быстрой закладки (80...100 т). Обработанное консервантами зерно хранят также в обычных складах высотой 2,5...3 м, укрытое плёнкой. Консервируемое влажное зерно можно заготовить в полимерном рукаве и башнях (таблица 1).

Т а б л и ц а 1 — Содержание питательных веществ в зерне разных культур, початках кукурузы

Корм	Сухое вещество в 1 кг		Сырая зола	Сырой протеин	Сырая клетчатка	БЭВ	Сахар
	Сухого зерна	Влажного зерна	В 1 кг сухого вещества				
Ячмень	880	780	28	114	50	785	16
Овёс	880	750	35	130	108	672	
Рожь	880	780	19	99	26	839	20
Пшеница	880	780	19	111	19	810	20
Кукуруза	880	570	20	111	50	771	24
Кукурузные початки	880	500	19	99	92	750	30
Зелёный корм		180	100	160	270	440	100

2. Непременным условием успешного консервирования зерна является изоляция от доступа воздуха. Это достигается путём быстрой закладки (1...2 дня), тщательного уплотнения и укрытия (плёнка, уплотняющие материалы).

3. Образующийся при силосовании углекислый газ, вытесняя воздух из хранилища, способствует нормальному брожению. В негерметичных силосохранилищах может начаться нежелательное брожение из-за потерь углекислого газа.

Тот факт, что дроблёное и плющенное зерно лучше силосуется, чем цельное, объясняется тем, что в последнем между зерновками глубоко проникает воздух. Герметизация особенно необходима при силосовании не измельченного зерна.

При несоблюдении тщательного уплотнения и герметизации будут развиваться плесневые грибы, дрожжи, другие микроорганизмы, и снижаться питательная ценность корма из-за самосогревания и нежелательного брожения.

4. Зерно можно силосовать практически при любой степени влажности. Хороший силос получается при содержании сухого вещества 60...75%. К слишком сухому зерну оправдано добавление воды до влажности 30...32%. При силосовании зерна с более высокой влажностью (> 30%) целесообразно использовать химические консерванты.

При силосовании влажного зерна наиболее эффективно применение химических консервантов: пропионовой кислоты, её смесей с муравьиной, КНМК, а также *AIV-3* и *AIV-2000*, в состав которых, помимо вышеназванных, входит бензойная кислота и аммонийные соли.

Пропионовая кислота обладает фунгицидными свойствами (подавляет развитие грибов). Поэтому она предотвращает самосогревание и плесневение, в результате чего потери питательных веществ зерна снижаются и составляют при одновременном соблюдении основных технологических приемов от 3 до 5%.

Продолжительность сохранности зерна находится в прямой зависимости от дозы препарата и вида зерна.

Состав консерванта *AIV-3*: муравьиная кислота — 62%, формиат аммония — 24%, вода — 14%.

Состав консерванта *AIV-2000*: муравьиная кислота — 55%, пропионовая кислота — 5%, формиат аммония — 24%, эфиры бензойной кислоты — 1%, бензойная кислота — 1%, вода — 14%

Нормы внесения консервантов: *AIV-3* или *AIV-2000*: 3...5 л на 1 т зерна.

Примерные нормы внесения обогащающих добавок:

– патока: 3 кг / м³ (не разбавленная), 6 кг / м³ (разбавленная в 2 раза тёплой водой);

– сыворотка: 10-30 л / м³ (сухая обезжиренная сыворотка — 15 кг / т) или сыворотный порошок — 2—4 кг / м³;

– меласса: 20 л / т.

Эффективность консервантов зависит от равномерности внесения (степень равномерности не менее 95%) и соблюдения основных технологических приемов при силосовании.

При использовании химических консервантов необходимо соблюдать требования по технике безопасности.

Из-за высокой стоимости химических консервантов, их агрессивности для ограничения процессов аэробного брожения начали широко использовать биопрепараты, которые обеспечивают оптимальное соотношение органических кислот, сокращение потерь питательных веществ, но что не менее важно, улучшают аэробную стабильность зерна в процессе его хранения и скармливания.

Для лучшей сохранности и использования плющенного зерна вносят вышеперечисленные химические консерванты на основе фунгицидных составов. Обнадёживающие результаты по аэробной стабильности дают биопрепараты (Лактисил-200 НБ, Биотроф-600, Биовет, и др.). Они позволяют добиться не только более высоких показателей по количеству молочной кислоты, но и значительного снижения

в зерне общего количества дрожжей и плесневых грибов по сравнению с необработанным зерном.

Органолептическая оценка консервированного биопрепаратом плющенного зерна тритикале (исходная влажность 35%) показала, что зерно было приятного фруктового запаха с неизменной структурой без плесневого мицелия в течение 9 месяцев хранения (в исследованиях ИЗиС, 2004 г.). На силосованном зерне без применения консервантов плесень появилась уже спустя 2 месяца хранения.

Консервирование влажного не измельченного зерна

В Украине широкое использование нашли способы заготовки, хранения и использования влажного (30...38% влажности) зерна кукурузы, ржи, ячменя, сорго в кормлении дойного стада и при откорме КРС, а также качественного зерносенажа из многолетних бобовых трав с консервированным зерном кукурузы. В течение многих лет используются энергосберегающие технологии заготовки больших объёмов влажного не измельченного зерна кукурузы в засеках хранилища (100...300 т) ангарного типа с вертикальной порционной герметизацией плотной полиэтиленовой плёнкой. Закладка осуществляется с применением консервантов на основе вулканических туфов. Длительность хранения консервированного зерна достигает 7...9 месяцев.

Механизм действия консервантов на основе вулканических туфов заключается в следующем. Соединения, входящие в их состав, подавляют развитие микроорганизмов (дрожжей, плесеней и аэробных бактерий) за счёт создания щелочной среды (*pH* 9...10). По такому принципу созданы консерванты

Туфосил, Туфогель, Зернол и др. Нормы внесения консерванта в сухом виде — до 20...25 килограмм на тонну, а в смеси с неразведённой патокой (20 кг) добавляют 1...1,5 кг туфов.

Плётку присыпают дефекатом (отходами сахарного производства) толщиной 8...10 см. В качестве уплотняющего материала используют также мел, цеолит сапонит, глину и др. Такой приём даёт возможность использовать неизмельчённое влажное зерно в течение 10...20 дней после разгерметизации.

Продуктивное действие такого зерна (до 3 кг) при кормлении коров было выше на 7,5...8,5% по сравнению с высушенным зерном. При откорме КРС обеспечивался среднесуточный прирост 850 г (против 775 г в контрольной группе с кормлением сухим зерном), свиней — на 15,7% больше. Затраты на закладку 1 т влажного зерна составляют 3...4 дол., тогда как при его высушивании с использованием газа — 7...8 дол., а дизельного топлива — 24...26 дол.

При заготовке сенажа из многолетних бобовых трав предложено совместное консервирование их с мукой из консервированного зерна кукурузы прошлогодней закладки (100 кг на 1 т зеленой массы).

Переваримость цельного зерна овса составляет 76,7%, плющеного — 81%, пшеницы — 62,9 и 87,7%, ячменя 52,5 и 85,2% соответственно. Таким образом, влажное плющенное зерно полнее усваивается животными (таблица 2).

Т а б л и ц а 2 — Питательная ценность силосованного зерна кукурузы

Состав корма	Влажность, %	Содержание в 1 кг корма	
		корм. ед.	переваримого протеина, г
Зерно восковой спелости	40	0,84	46,0
Силосованное зерно восковой спелости	40,2	0,80	37,1
Зерно полной спелости 1	14,0	1,35	73,0
Зерно полной спелости 2	25,0	1,04	50,7
Силосованное зерно полной спелости	23,4	1,01	50,4

Питательная ценность силосованного зерна кукурузы приближается к ценности исходного зерна.

Таким образом, преимущество уборки и хранения зерна повышенной влажности сводится не только к энергосбережению в процессе заготовки, но, главным образом, к более высокой кормовой ценности влажного силосованного зерна перед сухим и более высокому продуктивному действию животными.

Кормовая ценность консервированного зерна, обработанного кислотами и другими химическими консервантами, выше, чем силосованного обычным способом [4].

Список цитируемых источников

1. О Государственной программе устойчивого развития села на 2011—2015 годы : Указ Президента Респ. Беларусь от 01.08.2011 г., № 342 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://pravo.levonevsky.org/bazaby11/republic00/text757.htm>. — Дата доступа: 27.02.2015.
2. Рекомендации по заготовке плющенного зерна повышенной влажности [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://belagromech.basnet.by/docs/Plushenie.pdf>. — Дата доступа: 27.02.2015.
3. Приготовление кукурузного силоса и консервирование плющенного зерна кукурузы : рек. производству [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.biotechagro.ru/recommendations/food_1.php. — Дата доступа: 27.02.2015.
4. Силосование плющенного зерна — эффективный метод приготовления высококачественного корма [Электронный ресурс]. — Режим доступа <http://agrosbornik.ru/sovremennye-resursosberegayushhie-texnologii/1139-silosovanie-plyushhenogo-zerna-effektivnyj-metod-prigotovleniya-vysokokachestvennogo-korma.html>. — Дата доступа 27.02.2015.

Материал поступил в редакцию 27.02.2015 г.