



# ЗБЕРІГАННЯ ВОЛОГОГО КОРМОВОГО ЗЕРНА КУКУРУДЗИ

Основною культурою для використання у складі комбікормів є кукурудза. Та оскільки ця культура пізньостигла, на період збирання зерно кукурудзи майже завжди має високий вміст води, що потребує застосування відповідних технологій зберігання.

**З**азвичай кукурудзу збирають із вологістю не вище 25%, але оптимальним показником вологості зерна, що підлягає тривалому зберіганню, є 14 – 15%. За несприятливих умов збереження настає втрата частини органічної речовини (понад 20%) і погіршення хімічного складу зерна. З вищою вологістю зерно самозігрівається й псується. Вологе зерно містить цукри, білкові сполуки, інші поживні речовини та вітаміни, тому є середовищем, що сприяє розвитку цвілевих грибів, гнильних бактерій та інших небажаних мікроорганізмів і, як наслідок – накопиченню їхніх токсинів.

## Сушіння – основний спосіб консервування зерна

Щоб запобігти самозігріванню і псуванню вологого зерна, слід якнайшвидше його законсервувати. Розроблені різні способи консервування вологого зерна фуражних культур: висушуван-

В'ячеслав Попсуй,  
Віктор Опара,  
Сумський національний аграрний університет



ня, силосування, герметичне зберігання, охолодження, хімічне та біологічне консервування тощо.

Традиційний спосіб консервування і зберігання зерна — це сушіння. У кукурудзі із вологістю до 15% майже повністю припиняють свою діяльність ферменти зародка й шкідливі мікроорганізми.

Тому таке зерно можна зберігати тривалий час.

Головна перевага цього методу — надійність, а основні недоліки — залежність від погодних умов та витрати (головним чином енерго- і трудовитрати, висока амортизація сушильного обладнання), які в загальній структурі виробництва зерна становлять 15–30%. Залежно від вологості, на висушування 1 т зерна до 14–15%, витрати в 1,3–1,5 рази вищі, ніж на його виробництво.

Господарства України сьогодні можуть поділитися власним досвідом доведення зерна кукурудзи до оптимальної вологості різними способами: переведенням сушарок із рідкого пального на газ, тверде паливо, відходи деревопереробки, солону... Але, на жаль, потужність такого обладнання невелика, тож господарства мають врахувати, що зниження вологості швидко і за будь-яку ціну інколи є недоцільним.

Крім названих енергетичних витрат, порушення технології сушіння негативно відображається на поживній цінності зернофуражу. Підвищення

температури зерна за сушіння до 80–82°C значно знижує засвоєння лізину. Теплова обробка призводить до погіршення розчинності білків, оскільки вони вступають у взаємозв'язок із цукрами (реакція Майларда), які повільно гідролізуються, що не забезпечує своєчасного надходження амінокислот у кров для потреб біосинтезу в організмі тварин.

### Силосування зерна кукурудзи

Великих втрат кукурудзи можна уникнути за використання інших способів консервування вологого зерна. У 1917 році британські дослідники дійшли висновку, що поживна цінність зерна досягає максимуму, якщо його вологість перебуває в межах 35–45%.

Але тільки в кінці 60-х років у Фінляндії була розроблена технологія обробки й зберігання зерна з такою вологістю. Цей спосіб обмежує псування корму й зберігає цінність фуражу. Тому в господарствах північної Європи, переважно в тих, що спеціалізуються на скотарстві, крім висушування, вологе зерно силосують у траншеях і баштах, зокрема із використанням консервантів. Завдяки цьому досягають підвищення виходу кормів протягом року, порівняно зі звичайним силосуванням, до 15–20%, а засвоєність корму підвищується до 98%.

Використовуючи цю технологію, можна прискорити збирання та провести закладення зерна для зберігання у коротші строки — на 1–3 тижні раніше, із максимальним збереженням основних поживних якостей. У такому продукті оптимізовано співвідношення крохмалю в рубці та тонкій кишці, як наслідок — зниження випадків ацидозу. Цей спосіб надзвичайно технологічний і не потребує великих первинних витрат на збереження.

### Принцип консервування

У вологому зерні, яке зберігається без доступу атмосферного повітря, завдяки диханню й аеробному бродінню швидко витрачається кисень у міжзерновому просторі та накопичується значна кількість вуглекислого газу, а це пригнічує дихання зерна і розвиток аеробної мікрофлори. За таких умов починається активний розвиток молочнокислих бактерій, які зброджують легкоферментовані вуглеводи до органічних кислот, головним чином, до молочної, знижуючи кислотність зернової маси.

Для запобігання процесам зігрівання зерна і зниження його поживності тривалість заповнення та укриття траншеї не має перевищувати двох днів.

### Як законсервувати?

Ліпше консервувати зерно кукурудзи не цілим, а подрібненим та площеним. Технологія консер-

вування подрібненого фуражного зерна із підвищеною вологістю передбачає його збирання наприкінці воскової або на початку повної стиглості. Зерно для ВРХ подрібнюють на часточки розміром 3 – 4 мм, які в загальній масі мають становити не менше 80%, для свиней – до 2 мм, а в загальній масі – не менше 60%. Оптимальна вологість зерна на момент закладення має бути в межах 25 – 35%.

Подрібнену або плющену зернову масу завантажують у траншеї з одночасним внесенням консерванту, ретельно ущільнюють та герметизують. Важливо правильно обрати тип сховища, дотримуватися строків тривалості його заповнення, обов'язково ретельно вкривати подрібнену зернову масу, правильно використовувати консервованний продукт.

### Консервування вигідніше за сушіння

Науковці інституту кормів НААН (М. Кулик, О. Курнаєв, 2012) провели декілька науково-господарських експериментів зі збереження зерна в анаеробних умовах. Вологе зерно зберігалось у біг-бегах ємністю 1 м<sup>3</sup>. Переддослідні економічні розрахунки доцільності сушіння вологого зерна кукурудзи показали: за застосування технології консервування вологого зерна у м'яких контейнерах господарство зберегло 151,32 грн додаткових витрат на 1 м<sup>3</sup> зерна, пов'язаних із сушінням.

Консервували зерно так: вологе (24 – 38%) зерно кукурудзи відразу після обмолочення доставили на тік, де його помістили в контейнер із одночасним внесенням біологічної консервувальної суміші, відсмоктуванням повітря, герметизацією шляхом запаювання горловини вкладки та штабелювання для подальшого зберігання.

### Якості консервованого зерна у досліді

За 5 місяців зберігання у згаданому вище досліді загальна кислотність консервованого зерна була на рівні 0,23%, зокрема, частка молочної кислоти

становила 0,12%, оцтової – 0,08%, масляної кислоти та аміачного азоту не спостерігалось, рівень рН зерна був 4,94.

За хімічним складом у проведеному порівнянні вологе консервоване зерно кукурудзи майже не відрізнялося від висушеного. Якщо 1 кг висушеного зерна кукурудзи містив 82,76 г сирого протеїну; 50,57 г сирого жиру; 805,75 г сирих БЕР та 44,83 г клітковини, то 1 кг консервованого містив: 84,75; 48,02; 805,08 та 43,79 г відповідно. Проведене дослідження на молочних коровах у виробничих умовах показало, що згодовування плющеного після зберігання консервованого зерна кукурудзи у складі раціону в кількості 3,2 кг (50% концкормів раціону) порівняно зі згодовуванням 3 кг висушеного меленого зерна кукурудзи, дало щоденну прибавку 0,96 кг молока базисної (3,4%) жирності на корову. Економічний ефект на 1 т становитиме 960 грн (завдяки отриманню додаткової кількості молока базисної жирності), а загальний ефект буде 1111 грн/т консервованого вологого зерна кукурудзи.

### Дослідження економічної ефективності

Чеські фахівці порівняли методи збирання вологого зерна кукурудзи та традиційного способу висушування. Параметрами для розрахунків стали: урожайність 100 ц/га; вологість зерна під час збирання – 35 і 28%; вартість експлуатації молотарки – 70 €/га; перевезення – 1,50 €/т/км; висушування – 1,30 €/т; подрібнення вологого зерна – 6 €/т; застосування консерванту – 4 €/т зернової маси, що консервується.

### Добір консервантів

Економічна та біологічна цінність законсервованого вологого зерна, зокрема, залежить і від консервувального засобу. Дослідження хімічного способу консервації кормового зерна почалися у 1965 році й показали, що за правильного застосування пропіонових та інших органічних кислот вони не становлять загрози здоров'ю тварин.

Таблиця 1. Порівняльний аналіз різних способів збереження зерна кукурудзи (дослідження компанії RomiLL, Чехія)

Показник	Спосіб консервування кукурудзяного зерна		
	Сушіння, вологість 35%	Сушіння, вологість 28%	Подрібнення, вологість 35%
Кількість зерна з площі 100 га	1000		
Витрати на збиральну молотарку, євро	7000		
Подрібнення, євро	–	–	6000
Консервування (плівка та консервант)	2310	2310	–
<b>Транспортування, євро:</b>			
із поля в траншею	–	–	2310
із поля в сушарку	2310	2310	–
Сушіння кукурудзи до 14% вологості, євро	27 300	18 200	–
Транспортування зерна до сховища, євро	2310	2310	–
Подрібнення сухого зерна, євро	1000	1000	–
Валові витрати на заготівлю, євро	39 920	30 810	19 610
Витрати на 1 т зерна бункерної ваги, євро	40	31	20

Головною перевагою хімічних консервантів є їхня універсальність: вони придатні для будь-яких кормів і мають тривалий термін зберігання. Суттєвою перевагою є миттєве зниження рН та блокування негативної епіфітної мікрофлори корму, при цьому ретельна герметизація не потрібна. Хімічні консерванти мінімізують кількість дріжджів, цвілі, сприяють розвитку молочного бродіння й запусканню ферментаційного процесу, який, своєю чергою, зберігає частину найкращої енергії у формі водорозчинних цукрів.

Також ефективність консервантів залежить від ступеня рівномірності їх внесення (менше 95%) і дотримання основних технологічних прийомів під час закладення. За звичайного силосування вологого зерна (навіть із дотриманням усіх вимог технології, що не допускають пліснявіння й гниття) втрати поживних речовин у процесі зберігання досягають 15–18%. За використання консервантів ці втрати можна звести до мінімуму: кормових одиниць — до 5%, пектинового протеїну — до 4–5%. Введення 1 кг консерванту в середньому забезпечує збереження майже 1 кг протеїну, завдяки якому можна додатково одержати до 10 кг молока, або 1,5–2 кг приросту живої маси тварин.

Для хімічної консервації частіше використовують засоби, що містять пропіонову кислоту, або її комбінації з іншими кислотами: бензойною, сорбіною, мурашиною, молочною, масляною та їхні суміші у різних співвідношеннях. До того ж вологість зерна протягом заданого терміну зберігання суттєво не змінюється, підвищується кислотність, подекуди знижується токсичність зерна.

У багатьох країнах розроблені консерванти для зерна і кормів, основою яких є органічні кислоти та їхні солі в різних співвідношеннях, із додаванням наповнювачів. У таблиці 2 наведена інформація про норму введення пропіонової кислоти



для консервації неподрібненого зерна залежно від його вологості. Хімічному консервуванню підлягає зерно вологістю не вище 45%.

### Обережно з органічними консервантами

Органічними кислотами можна консервувати як ціле зерно, так і плющене. Перед обробкою його очищають від рослинних решток та інших сторонніх домішок. Найперспективнішими хімічними сполуками для консервації зерна вважають складні ефіри пропіонової кислоти й гліцерину. Це поєднання є ефективним для зберігання зерна в період до року і більше. Крім того, воно досить безпечно для людей та устаткування порівняно з чистою пропіоновою кислотою й її буферизованими формами.

У роботі з органічними кислотами обов'язково керуються пам'яткою DLG щодо застосування кормових добавок на сільськогосподарських підприємствах, оскільки вони становлять певну небезпеку для персоналу, зайнятого на обробці зерна: крім різкого запаху, добавки сильно подразнюють слизові оболонки очей і верхніх дихальних шляхів, а за потрапляння на шкіру викликають опіки.

Особливо небезпечна мурашина кислота через її високу летючість. Характерний запах свідчить про наявність у зоні робіт парів кислот. Поріг їхньої подразнювальної дії близький до гранично допустимої для робочої зони концентрації: для мурашиної кислоти 1, для оцтової — 5, для пропіонової — 20 мг/м<sup>3</sup>. Найбільша інтенсивність випаровування кислот спостерігається під час обробки зерна і в перші дні зберігання, але потім вона різко знижується. Також органічні кислоти висококорозійні, як у вигляді рідини, так і за випаровування. Вони також пожежонебезпечні, тому в місцях обробки ними зерна не дозволяється курити.

За вмістом поживних речовин вологе консервоване зерно кукурудзи майже не відрізняється від висушеного

Таблиця 2. Норми витрат пропіонової кислоти (л/ц) для консервування неподрібненого зерна

(Мартін Пріс, 2014)

Вологість зерна, %	Тривалість зберігання, міс.			
	до 1	1–3	3–6	6–12
16	0,35	0,45	0,50	0,55
18	0,40	0,50	0,55	0,65
20	0,45	0,55	0,65	0,75
22	0,50	0,65	0,75	0,85
24	0,55	0,70	0,85	0,95
26	0,60	0,80	0,95	1,05
28	0,70	0,90	1,05	1,15
30	0,80	1,00	1,15	1,30
32	0,90	1,10	1,25	1,45
34	1,00	1,20	1,35	1,60
36	1,10	1,30	1,50	1,75
38	1,36	1,6	1,71	2,09