

DOI: 10.5281/zenodo.3911647

УДК 636.084

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИКОВ ПРИ КОНСЕРВИРОВАНИИ ЗЕРНОФУРАЖА ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ

*Наталия ФЕДАК, Сергей ЧУМАЧЕНКО,
Любомир ДАРМОГРАЙ, Наталия КРАВЧЕНКО*

Abstract. The effective conservation of grain fodder with high humidity is an important problem of feed production, especially in the conditions of Carpathian region of Ukraine with damp climate. Known methods for wet grain storage are economically unjustified due to the high cost of energy. The aim of the research was to improve the processes of preservation of grain fodder with high humidity by using inexpensive preparations made of new probiotic microorganisms strains for maximum preservation of nutrients in grain. In this study the new microbial preparations Subtikon and KT-L 18/1 were used as preservatives for grain of winter wheat (19.7 percent moisture) and barley (19.2% percent moisture). Two variants: a) no treatment and b) carbon-ammonium salt treatment served as controls. After 15, 30 and 70 days of storage the chemical composition and the degree of preservability of dry matter were determined, as well as the content and ratio of major fermentation acids and quantitative composition of microflora: lactic acid bacteria, fungi, yeasts, aerobic bacilli, pseudomonads, and clostridia. After 70 days of storage in the experimental variants treated with Subtikon and KT-L 18/1 the preservability of dry matter as an integral indicator of fodder nutritive value was of 98.1 and 97.5% (wheat) and 99.0 and 98.3% (barley). The analysis of microbiological parameters and major fermentation acids content confirmed the preserving ability of the analyzed preparations. In the grain treated with probiotics the number of most desirable lactic acid bacteria was higher than in the control variants. The highest concentration of lactic acid which is the product of lactic acid bacteria activity and the main preserving factor was found in KT-L 18/1 variant.

Key words: Grain fodder; Conservation; Microbial preservatives; Probiotics; Preservability; Dry matter.

Реферат. Эффективное сохранение зернофуража повышенной влажности является важной проблемой кормопроизводства, особенно в Карпатском регионе Украины, климатические условия которого отличаются чрезмерной увлажненностью. Существующие способы хранения влажного зерна экономически не оправданы из-за высокой стоимости энергоносителей. Задачей исследований было усовершенствование процессов консервирования зернофуража повышенной влажности при использовании недорогих эффективных препаратов, изготовленных на основании новых штаммов микроорганизмов пробиотиков с целью максимального сохранения питательных веществ зерна. В данных исследованиях использовали новые микробиологические препараты Субтикон и КТ-Л 18/1 в качестве консервантов зерна озимой пшеницы (влажностью 19,7 %) и озимого ячменя (влажностью 19,2 %). Два варианта: без обработки и с обработкой углеаммонийной солью служили контролем. Через 15, 30 и 70 суток хранения определяли химический состав консервированного зерна, степень сохранности сухого вещества, содержание и соотношение основных кислот брожения и количественный состав микрофлоры: молочнокислых бактерий, грибов и дрожжей, аэробных бацилл, псевдомонад. Через 70 суток хранения в вариантах, обработанных препаратами Субтикон и КТ-Л 18/1, сохранность сухого вещества как интегрального показателя питательности составила: 98,1 и 97,5 % (пшеница) и 99,0 и 98,3 % (ячмень). Исследование микробиологических показателей и содержания основных кислот брожения подтвердило консервирующую способность отмеченных препаратов. В зернофураже, обработанном пробиотиками, численность наиболее желательных молочнокислых бактерий была выше чем в контрольных вариантах. Наибольшая концентрация молочной кислоты, которая является продуктом жизнедеятельности молочнокислых бактерий и основным консервирующим фактором, была в варианте с консервантом КТ-Л 18/1.

Ключевые слова: Зернофураж; Консервирование; Микробные консерванты; Пробиотики; Сохранность; Сухое вещество.

ВВЕДЕНИЕ

Удельный вес зернофуража в рационах жвачных животных составляет 30-50, а моногастрических животных и птицы - до 95% (по питательности) в зависимости от направления и уровня продуктивности и является основой при производстве комбикормов (Кирилюк, Р.М. 2017; Кулик, М.Ф. 2006; Рудик Р.І. 2016; Савченко, Ю. 2016). Переработка и хранение зернофуража повышенной влажности – одна из важнейших проблем кормопроизводства, особенно в Карпатском регионе Украины, учитывая его климатические условия. Существуют разные способы хранения высоко влажного зерна,

в частности искусственное досушивание, хранение в вакууме, герметизация, что в настоящее время экономически не выгодно из-за высокой стоимости энергоносителей, ведь в расходах при сушении зерна стоимость топлива и электроэнергии составляет до 90 % общих расходов. На снижение влажности зерна от 25 до 15 % затраты энергоносителей в 1,3 раза больше, чем затраты на его выращивание (Атаназевич, В.И. 1997; Бондаренко, А. 2003 Кулик, М.Ф. 2000).

В настоящее время в животноводстве и кормопроизводстве достаточно широкое применение нашли микробные препараты, особенно в технологиях заготовки силосованных кормов и сохранности зернофуража повышенной влажности (Бобер, А. 2015; Волкогон, В.В. 2015; Кривенок, М. 2012; Марченко, В. 2016). Как известно, во влажном зерне при наличии кислорода происходят интенсивные процессы дыхания и брожения, во время которых сахара окисляются с выделением воды, углекислого газа и тепла. Поскольку влажное зерно имеет низкую теплопроводность, оно быстро согревается. В зависимости от влажности и длительности аэробного дыхания потери питательных веществ могут достигать до 20-25 %. В таком зерне бурно развиваются плесневые грибы, другие аэробы и накапливаются крайне вредные для животных микотоксины. Поэтому влажный зернофураж (сверх 20 %) нужно консервировать (Деревянко, С. В. 2009; Кирилюк, Р.М. 2017). Наиболее энергосберегающим способом консервирования зерна (учитывая высокую стоимость химических консервантов и сушения) на данное время является его силосование, то есть использование процесса молочнокислого брожения. В этом контексте заслуживают внимания пробиотические препараты, основой которых являются высокоактивные гомоферментативные микроорганизмы (Отченашко, В.В. 2012; Волкогон, В.В. 2015).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В лаборатории кормления животных и технологии кормов Института Сельского Хозяйства Карпатского региона и Национальной Академии Аграрных наук Украины были проведены исследования эффективности применения новых пробиотических препаратов Субтикон и КТ-L 18/1 (Институт Сельскохозяйственной Микробиологии и Агропромышленного Производства, г. Чернигов). Они были использованы в качестве консервантов зерна озимых пшеницы и ячменя влажностью 19,7 и 19,2 % соответственно. Контролем служили варианты без консерванта (I вариант) и с внесением химического консерванта (II) - углеаммонийной соли (УАС) в дозе 3% к массе. Опытные варианты обрабатывали препаратом Субтикон в дозе 10,0 мл суспензии (III) и КТ-L 18/1 в дозе 8,0 мл рабочего раствора (IV) на 1 кг зерна. Через 15, 30 и 70 суток хранения исследовали химический состав (Вудмаска, В.Ю. 1975) консервированного зерна, содержание основных кислот брожения методом Леппер-Флига, согласно требованиям, ГОСТ 23638-79 и микробиологические показатели по схеме (табл. 1).

Таблица 1. Схема микробиологических исследований

| Микроорганизмы | Питательная среда | Температура инкубирования, °С | Время инкубирования, суток |
|---|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| МКБ (молочно-кислые бактерии) | Капустный агар | 37 | 4-5 |
| Клостридии | Железо-сульфитный агар | 37 | 1-3 |
| Псевдомонады (анаэробные протеолитические бактерии) | МПБ (мясо-пептонный бульон) | 28 | 10-14 |
| Аэробные бациллы | МПА (мясо-пептонный агар) | 28 | 4 |
| Грибы и дрожжи | Сабуро | 28 | 3-4 (7-8) |

В эти же периоды определяли активную кислотность и содержание основных кислот брожения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Известно, что питательность корма тем выше, чем больше в нем сухого вещества. Анализ химического состава опытных вариантов зерна пшеницы и ячменя показал, что на 15 и 30 сутки после консервирования во всех вариантах несколько (на 0,2-0,7 %) снизилась влажность и, соответственно, выросло содержание сухого вещества (табл. 2). В эти же периоды в образцах зерна обеих культур, обработанных УАС, отмечено несколько высшее (на 0,3-0,9 %) содержание сырого

протеина, вероятно за счет аммонийного азота самого консерванта. В других вариантах этот показатель был практически на уровне контроля.

Таблица 2. Химический состав сырья и консервированного зерна пшеницы и ячменя (15, 30 и 70 суток хранения), %

| Варианты | Сутки | Влажность | Сухое вещество | Сырой протеин | Сырая клетчатка | Сырая зола | БЭВ |
|-----------------|-------|-----------|----------------|---------------|-----------------|------------|-------|
| Пшеница | | | | | | | |
| Сырье | - | 19,7 | 80,3 | 13,07 | 3,72 | 1,52 | 61,90 |
| Без консерванта | 15 | 19,2 | 80,8 | 13,29 | 3,61 | 1,48 | 62,42 |
| | 30 | 19,5 | 80,5 | 13,27 | 3,60 | 1,47 | 62,16 |
| | 70 | 21,2 | 78,8 | 13,30 | 3,75 | 1,51 | 60,24 |
| УАС | 15 | 19,4 | 80,6 | 13,68 | 3,60 | 1,54 | 61,78 |
| | 30 | 19,6 | 80,4 | 13,75 | 3,62 | 1,55 | 61,48 |
| | 70 | 21,4 | 78,6 | 13,63 | 3,64 | 1,57 | 59,76 |
| Субтикон | 15 | 19,8 | 80,2 | 12,78 | 3,80 | 1,38 | 62,24 |
| | 30 | 19,7 | 80,3 | 13,80 | 3,57 | 1,35 | 61,58 |
| | 70 | 21,3 | 78,7 | 13,70 | 3,61 | 1,56 | 59,83 |
| КТ-Л 18/1 | 15 | 19,3 | 80,7 | 12,95 | 3,59 | 1,42 | 62,74 |
| | 30 | 19,5 | 80,5 | 13,18 | 3,58 | 1,40 | 62,34 |
| | 70 | 21,7 | 78,3 | 13,31 | 3,70 | 1,60 | 59,69 |
| Ячмень | | | | | | | |
| Сырье | - | 19,2 | 80,8 | 10,02 | 6,39 | 2,56 | 61,81 |
| Без консерванта | 15 | 18,7 | 81,3 | 10,14 | 6,33 | 2,50 | 62,33 |
| | 30 | 18,6 | 81,4 | 10,15 | 6,30 | 2,48 | 62,47 |
| | 70 | 20,1 | 79,9 | 10,07 | 6,40 | 2,50 | 60,93 |
| УАС | 15 | 18,5 | 81,5 | 12,03 | 6,29 | 2,57 | 60,61 |
| | 30 | 18,6 | 81,4 | 12,21 | 6,28 | 2,59 | 60,32 |
| | 70 | 20,2 | 79,8 | 12,06 | 6,39 | 2,56 | 58,79 |
| Субтикон | 15 | 18,7 | 81,3 | 11,01 | 6,19 | 2,50 | 61,60 |
| | 30 | 18,7 | 81,3 | 10,92 | 6,20 | 2,48 | 61,17 |
| | 70 | 20,6 | 79,4 | 10,61 | 6,40 | 2,57 | 59,82 |
| КТ-Л 18/1 | 15 | 19,0 | 81,0 | 11,01 | 6,34 | 2,53 | 61,12 |
| | 30 | 19,2 | 80,8 | 11,20 | 6,30 | 2,53 | 60,77 |
| | 70 | 20,9 | 79,1 | 11,10 | 6,42 | 2,69 | 58,89 |

* БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества

Содержание сырой клетчатки в опытных вариантах обеих культур как через 15, так и через 30 суток консервирования, снизилось на 0,1-0,3 % относительно контроля. На 70 суток хранения в образцах пшеницы и ячменя содержание сухого вещества уменьшилось по сравнению с сырьем на 1,5-2,3 % в основном за счет БЭВ. Одновременно отмечено увеличение содержания сырого протеина в зерне пшеницы на 0,5-0,6 %, ячменя - на 1,2-2,2 %, особенно в вариантах, обработанных УАС. На основании данных химического состава установлено, что сохранность сухого вещества как интегрального показателя питательности в опытных вариантах пшеницы составила 95,9; 97,9; 98,1 и 97,5 %, ячменя - 97,6; 98,8; 99,0 и 98,3 %. По обеим культурам самая низкая сохранность сухого вещества отмечена в контрольных вариантах. Среди микробных препаратов лучшую консервирующую способность выявил Субтикон – практически на уровне химического консерванта.

Жизнедеятельность микроорганизмов является одной из основных причин снижения качества и порчи кормов, в частности зернофуража повышенной влажности. В зависимости от вида вредоносной микрофлоры и интенсивности ее развития, зависит степень распада питательных веществ корма, накопления в нем вредных продуктов обмена, в том числе токсинов. Такие показатели, как общее бактериальное обсеменение, количественное содержание грибов, наличие патогенных микроорганизмов определяют в основном санитарное состояние корма, в том числе

и зернофуража. В связи с этим мы исследовали варианты зернофуража на количественное содержание МКБ, клостридий, микроскопических грибов и дрожжей, аэробных гнилостных бацилл и анаэробных протеолитических бактерий в динамике (табл. 3).

Таблица 3. Количественный и групповой состав микрофлоры консервированного зерна пшеницы и ячменя (15, 30 и 70 суток хранения)

| Варианты | Сутки | МКБ, КОЕ*/г | <i>acillus</i> , КОЕ/г | Грибы и дрожжи, КОЕ/г | <i>Pseudomonas</i> , выделение газа | <i>Clostridium</i> , КОЕ/г |
|-----------------|-------|---------------------|---------------------------|-----------------------------|---|-------------------------------|
| Пшеница | | | | | | |
| Без консерванта | 15 | 1,2*10 ⁶ | 2*10 ⁵ | 2*10 ⁵ | - | - |
| | 30 | 0,2*10 ⁶ | 2*10 ⁴ | 2*10 ⁵ | - | - |
| | 70 | 2*10 ⁶ | 4*10 ⁵ | 1*10 ⁶ | - | - |
| УАС | 15 | 0,4*10 ⁶ | 2*10 ⁵ | 6*10 ⁵ | - | - |
| | 30 | 0,1*10 ⁵ | 2*10 ⁴ | 4*10 ⁴ | - | - |
| | 70 | 4*10 ⁵ | 3*10 ⁴ | 6*10 ⁵ | - | - |
| Субтикон | 15 | 1,2*10 ⁶ | 12*10 ⁵ | 2*10 ⁶ | + | - |
| | 30 | 0,6*10 ⁶ | 2*10 ⁵ | 4*10 ⁵ | - | - |
| | 70 | 6*10 ⁵ | 5*10 ⁵ | 4*10 ⁵ | - | - |
| КТ-L 18/1 | 15 | 0,4*10 ⁶ | 2*10 ⁵ | 2*10 ⁵ | - | - |
| | 30 | 0,4*10 ⁶ | 6*10 ⁵ | 2*10 ⁵ | - | - |
| | 70 | 3,2*10 ⁶ | 2*10 ⁵ | 3*10 ⁵ | - | - |
| Ячмень | | | | | | |
| Без консерванта | 15 | 1*10 ⁶ | 0,4*10 ⁶ | 6*10 ⁵ | + | - |
| | 30 | 2*10 ⁵ | 2*10 ⁵ | 5*10 ⁵ | + | - |
| | 70 | 8*10 ⁵ | 4*10 ⁵ | 4*10 ⁵ | - | - |
| УАС | 15 | 1,2*10 ⁶ | 3*10 ⁶ | 8*10 ⁵ | - | - |
| | 30 | 3*10 ⁵ | 4*10 ⁵ | 1,4*10 ⁵ | - | - |
| | 70 | 2*10 ⁶ | 1,8*10 ⁶ | 2*10 ⁵ | - | - |
| Субтикон | 15 | 0,8*10 ⁶ | 1,4*10 ⁶ | 6*10 ⁵ | - | - |
| | 30 | 2*10 ⁵ | 1*10 ⁵ | 2*10 ⁵ | - | - |
| | 70 | 2,4*10 ⁶ | 8*10 ⁵ | 4*10 ⁵ | - | - |
| КТ-L 18/1 | 15 | 1,6*10 ⁶ | 0,4*10 ⁶ | 8*10 ⁵ | - | 2*10 ⁵ |
| | 30 | 3*10 ⁵ | 2*10 ⁵ | 4*10 ⁵ | - | - |
| | 70 | 2*10 ⁵ | 2*10 ⁵ | 4*10 ⁵ | - | - |

* КОЕ - колониеобразующие единицы

Количество наиболее желательной микрофлоры, а именно МКБ, было наибольшим в образцах пшеницы и ячменя, законсервированных препаратами КТ-L 18/1 и Субтикон как через 15, так и через 30 суток хранения. Однако на 30 сутки количество МКБ снизилось во всех исследуемых вариантах. Эти результаты согласуются с данными литературы, которые свидетельствуют, что для получения аэробно стабильного корма, количество грибов в 1 г зерна не должно превышать $4 \cdot 10^5$ КОЕ (Волкогон, В.В. 2015; Деревянко, С.В. 2009). В наших исследованиях количество грибов почти во всех вариантах, за исключением пшеницы и ячменя, консервированных УАС (на 15 сутки), и не консервированного ячменя (на 15 и 30 сутки) не превышает норму. На 70 сутки хранения наивысшую численность наиболее желательных МКБ наблюдали в вариантах обеих культур, обработанных препаратами Субтикон и КТ-L 18/1, а самую низкую – в образцах с УАС. Больше всего грибов и дрожжей было в контрольных вариантах, а менее всего – в образцах ячменя с химическим консервантом. Относительно пшеницы, то самое низкое содержание этой микрофлоры было в зерне, консервированном пробиотиком КТ-L 18/1.

Величина рН консервированного корма является критерием оценки процессов брожения. Повышенная кислотность корма характеризует интенсивность брожения, а показатели кислотности

в пределах pH 5,0-5,8 свидетельствуют о нейтральной реакции корма для животных. Микробные консерванты проявляют стимулирующее действие молочнокислого брожения, что подтверждается соотношением органических кислот в консервированном зерне через 70 суток хранения (табл. 4). Результаты исследования активной кислотности образцов и содержания в них основных кислот брожения в целом согласуются с данными микробиологии.

Таблица 4. Уровень pH и содержание органических кислот в зерне пшеницы и ячменя (70 суток хранения), %

| Варианты | pH | Свободные кислоты | | | Соотношение кислот |
|-----------------|------|-------------------|----------|----------|--------------------|
| | | уксусная | масляная | молочная | |
| Пшеница | | | | | |
| Без консерванта | 6,62 | 14,34 | 0 | 84,65 | 85,41 : 14,47 |
| УАС | 8,79 | 16,06 | 0 | 83,93 | 83,87 : 16,05 |
| Субтикон | 6,02 | 15,35 | 0,34 | 86,39 | 84,53 : 15,01 |
| КТ-L 18/1 | 5,96 | 15,04 | 0 | 93,49 | 86,07 : 13,84 |
| Ячмень | | | | | |
| Без консерванта | 6,88 | 22,97 | 0 | 77,02 | 76,93 : 22,94 |
| УАС | 7,94 | 29,11 | 0 | 70,88 | 70,82 : 29,09 |
| Субтикон | 5,92 | 21,83 | 4,36 | 73,79 | 73,74 : 21,81 |
| КТ-L 18/1 | 5,91 | 23,02 | 0 | 85,77 | 78,79 : 21,14 |

Итак, наибольшая концентрация молочной кислоты, которая является продуктом жизнедеятельности МКБ и основным консервирующим фактором, была в варианте с консервантом КТ-L 18/1, а самая низкая - в образцах из УАС при наивысших значениях pH. При этом все варианты отличались оптимальной концентрацией водородных ионов и желательным соотношением между содержанием молочной и уксусной кислот.

ВЫВОДЫ

Использование пробиотических препаратов Субтикон и КТ-L 18/1 при консервировании зерна озимых пшеницы и ячменя повышенной влажности (19,7 и 19,2 %) способствует созданию доминирующей популяции гомоферментативной молочнокислой микрофлоры, которая обеспечивает оптимальный уровень активной кислотности и соотношение между основными кислотами брожения. Усовершенствованная технология консервирования такого зерна обеспечивает сохранность сухого вещества на уровне 95,9; 97,9; 98,1 и 97,5 % (пшеница) и 97,6; 98,8; 99,0 и 98,3 % (ячмень).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АТАНАЗЕВИЧ, В.И. (1997). Сушка зерна: практическое пособие. Москва, 255 с.
2. БОБЕР, А. (2015). Як зберегти вологе зерно. В: The Ukrainian Farmer, № 11.
3. БОНДАРЕНКО, А. (2003). Что надо учитывать при сушке зерна. В: Комбикорма, №2, С. 28-30.
4. ВОЛКОГОН, В.В. і ін. (2015). Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях: Науково-практичні рекомендації. С. 217-220.
5. ВУДМАСКА, В.Ю., ПРИЛУЦЬКИЙ, П.П. (1975). Визначення поживності та якості кормів у господарстві. Київ, 133 с.
6. ДЕРЕВ'ЯНКО, С.В. і ін. (2009). Застосування мікробних препаратів при консервуванні різних видів кормів. В: Сільськогосподарська мікробіологія, Вип. 9, С. 151-157.
7. КИРИЛЮК, Р.М. та ін. (2017). Рекомендації по заготівлі кормів. Житомир, 43 с.
8. КРИВЕНОК, М. (2012). Консервування вологого зерна як альтернативний спосіб зберігання. В: Молоко і ферма, № 4 (11).
9. КУЛИК, М.Ф. і ін. (2006). Енергоощадні технології кормів – основа конкурентоздатного тваринництва. Вінниця, 340 с.
10. КУЛИК М.Ф., ЗАСУХА Т.В., ЖМУДЬ О.В. (2000). Сучасні та перспективні технології зберігання та використання вологого зернофуражу. Київ, 246 с.
11. МАРЧЕНКО, В. (2016). Вологість зерна під час зберігання. В: Agroexpert, № 2 (91).

12. ОТЧЕНАШКО, В.В. (2012). Аргументи на користь пробіотиків. В: The Ukrainian Farmer, № 9, С. 114–118.
13. РУДИК, Р. І. та ін. (2016). Науково-практичні рекомендації по виробництву і заготівлі кормів. Житомир, 48 с.
14. САВЧЕНКО, Ю.І. та ін. (2016). Заготівлі кормів прогресивну технологію Житомир, 48 с.
15. ХАМИДУЛЛИН, Т. (2000). Безопасное хранение зерна повышенной влажности. В: Комбикорма, № 5, С. 30.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФЕДАК Наталия Николаевна*  <https://orcid.org/0000-0003-1988-8591>

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория кормления животных и технологии кормов, Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины
E-mail: natali_fedak@i.ua

ЧУМАЧЕНКО Сергей Петрович  <https://orcid.org/0000-0002-6512-1642>

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Лаборатория кормления животных и технологии кормов, Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины
E-mail: s.p.chumachenko@gmail.com

ДАРМОГРАЙ Любомир Мирославович  <https://orcid.org/0000-0001-7574-1143>

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Лаборатория кормления животных и технологии кормов, Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины
E-mail: murolyb@ukr.net

КРАВЧЕНКО Наталия Александровна  <https://orcid.org/0000-0001-5090-4276>

кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник, Лаборатория пробиотиков, Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН Украины
E-mail: nat.probiotik@gmail.com

*Corresponding author: natali_fedak@i.ua

Received: 18.03.2020

Accepted: 12.03.2020