

## ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ КОНСЕРВИРОВАНИИ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ

Н.Д. Чевтаева<sup>1</sup> – аспирант, м.н.с., И.Т. Бикчантаев<sup>1</sup> – к.б.н., в.н.с., Ш.К. Шакиров<sup>1</sup> – д.с.-х.н., г.н.с., А.Р. Хайруллина<sup>1</sup> – н.с., Ф.Ф. Зиннатов<sup>2</sup> – к.б.н., доцент

<sup>1</sup> ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань, Россия, e-mail: bichantaev@mail.ru

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана», г. Казань, Россия

**Аннотация.** Приведены результаты исследований по эффективности трех экспериментальных биологических препаратов в сравнении с коммерческими при заготовке силоса кукурузного в лабораторных условиях. Установлено, что внесение препаратов МФ-1, МФ-2 обеспечило лучшее молочнокислое брожение, что отразилось на повышение концентрации суммы трех кислот до 2,888 и 2,201 абс. % и молочной кислоты в частности – до 2,497 и 1,867 абс. %.

**Ключевые слова:** зеленая масса кукурузы, биологические препараты, молочная кислота, силос, сырой протеин.

**Введение.** Растительные корма – главные источники питания сельскохозяйственных животных. В комплексе мер по повышению качества растительных кормов и обеспечению животноводства протеином и энергии в настоящее время исключительно важное значение имеет консервирование зеленой массы растений (силосование, сенажирование) [1]. Однако, несмотря на длительность исследований в данной области и кажущуюся ясность данного вопроса, многие теоретические положения, связанные с повышением сохранности питательных веществ выращенной фитомассы и её эффективного использования, по мере накопления новых экспериментальных данных требуют переосмысливания. Понятно, что изменение теоретических представлений предполагает и одновременное совершенствование существующих технологий консервирования зеленой массы различных растений [2].

Кукуруза – ценный углеводистый корм. Содержащийся в ее растениях крахмал наиболее полно усваивается всеми животными, в отличие от других зерновых злаковых культур. Энергетическая питательность полученного готового силоса и его полезное продуктивное действие идет за счет усвоения транзитного крахмала, который только частично расщепляется в рубце жвачных животных, а большая часть его гидролизуются в тонком отделе кишечника в глюкозу и дисахариды. Высококачественный силос из кукурузы, во всём мире служит основным кормом для лактирующих коров [3].

**Цель исследования.** Изучение эффективности применения экспериментальных препаратов на сохранность питательных веществ при силосования зеленой массы кукурузы в сравнении с коммерческими.

**Материалы и методы.** Объект исследования – зеленая масса кукурузы в фазе молочно-восковой спелости, экспериментальные биологические препараты МФ-1, МФ-2, МФ-3, Фербак-Сил (ООО «НПИ «Биопрепараты», г. Казань, Россия), Биоамид-3 (АО «Биоамид» Саратов, Россия). Дозы внесения препаратов использовали согласно инструкции производителя.

Согласно схеме лабораторных опытов, учеными ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН разработаны совместно с ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» (по договору о творческом сотрудничестве) и использованы опытные образцы биологических препаратов состоящих из различных консорциумов штаммов микроорганизмов: *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus lactis*, *Propionobacterium freudenreichii*, КОЕ в 1 г продукта  $1 \times 10^{11}$ ) (табл.

1). Доза внесения данных препаратов составила 2,5 мл/т. В качестве контрольного образца служила консервированная зеленая масса без применения биопрепаратов.

Таблица 1. Состав и общая концентрация бактерий в экспериментальных биологических консервантах (КОЕ в 1 мл продукта)

| Микроорганизмы                          | Экспериментальные биологические консерванты |                    |                    |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------|--------------------|
|                                         | МФ-1                                        | МФ-2               | МФ-3               |
| <i>Lactococcus lactis</i>               | +                                           | +                  | +                  |
| <i>Lactobacillus plantarum</i>          | +                                           | +                  | +                  |
| <i>Propionibacterium freudenreichii</i> | +                                           | +                  | +                  |
| <i>Bacillus subtilis</i>                | +                                           | +                  | -                  |
| Общая концентрация                      | $1 \times 10^{11}$                          | $1 \times 10^{11}$ | $1 \times 10^{11}$ |

Состав биологических заквасок, используемых в лабораторном опыте представлен в таблице 2.

Таблица 2. Характеристика коммерческих биологических консервантов

| Наименование биологического консерванта | Активные компоненты                                                                                                                              |                                     | Норма ввода | КОЕ в 1 г продукта |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------|--------------------|
|                                         | штаммы микроорганизмов                                                                                                                           | ферменты                            |             |                    |
| Фербак-Сил                              | <i>Lactobacillus plantarum</i> ,<br><i>Lactobacillus lactis</i><br><i>Propionibacterium freudenreichii</i>                                       | ксиланаза,<br>амилаза,<br>целлюлаза | 70 мл/т     | $1 \times 10^9$    |
| Биоамид-3                               | <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> ВКПМ В3123, - <i>Lactobacillus plantarum</i> ВКПМ В10965, <i>Propionibacterium sp.</i> ВКПМ В6085 | -                                   | 1,5г/т      | $13 \times 10^8$   |

В лабораторных опытах измельченную растительную массу растений закладывали и упаковывали в полиэтиленовые вакуумные пакеты Redmond RAM-VR01 с помощью вакуумного упаковщика Redmond rvs-m020 (Китай) в трех повторностях. Хранение упакованных силосов хранили в затемненной полуподземной кубовой бетонированной яме при температуре от +8 °С до +18 °С.

**Результаты исследований.** Данные лабораторных исследований по степени подкисления корма показали, что применение заквасок оказали влияние на процесс кислотообразования (табл. 3). Так лидерами по данному процессу установлены образцы с препаратами МФ - 1 и МФ - 2, концентрация которых составила 2,888 и 2,201 абс.%, что на 1,039 и 0,352 абс.% выше по сравнению с контролем. При этом в данных готовых кормах также было выявлено и наивысшее содержание молочной кислоты с МФ - 1 (2,497 абс.%) и МФ – 2 (1,867 абс.%), что было выше по отношению к контрольным показателям на 1,012 и 0,880 абс.% соответственно. Наилучший показатель кислотности готового силоса был установлен в образце с МФ-1, рН которого составил 4,10, что соответствует 1 классу [4].

Таблица 3. Содержание и соотношение органических кислот в силосах из кукурузы, (n=3)

| Варианты опыта | рН            | Сумма трёх кислот, % | Массовая доля кислот в абс. % |                 |                 | Соотношение кислот, % |                |               |
|----------------|---------------|----------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|----------------|---------------|
|                |               |                      | молочная                      | уксусная        | масляная        | молочная              | уксусная       | масляная      |
| Контроль       | 3,87<br>±0,12 | 1,849<br>±0,223      | 1,485<br>±0,228               | 0,357<br>±0,057 | 0,007<br>±0,013 | 80,35<br>±0,91        | 19,28<br>±1,09 | 0,37<br>±0,64 |

|            |               |                 |                 |                 |                 |                 |                |               |
|------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
| МФ -1      | 4,10<br>±0,52 | 2,888<br>±1,495 | 2,497<br>±1,285 | 0,374<br>±0,222 | 0,018<br>±0,009 | 86,44<br>±1,178 | 12,57<br>±1,38 | 0,98<br>±1,12 |
| МФ -2      | 3,80<br>±0,0  | 2,201<br>±0,364 | 1,867<br>±0,327 | 0,310<br>±0,047 | 0,023<br>±0,020 | 84,76<br>±1,31  | 14,11<br>±0,29 | 1,12<br>±1,03 |
| МФ -3      | 3,77<br>±0,58 | 1,855<br>±0,302 | 1,532<br>±0,263 | 0,300<br>±0,020 | 0,023<br>±0,020 | 82,51<br>±0,84  | 16,35<br>±1,49 | 1,14<br>±0,81 |
| Фербак-Сил | 3,73<br>±0,06 | 2,018<br>±0,259 | 1,654<br>±0,236 | 0,353<br>±0,019 | 0,011<br>±0,019 | 81,87<br>±1,49  | 17,64<br>±2,12 | 0,49<br>±0,81 |
| Биоамид-3  | 3,73<br>±0,06 | 1,972<br>±0,211 | 1,614<br>±0,176 | 0,353<br>±0,033 | 0,005<br>±0,009 | 81,82<br>±0,73  | 17,94<br>±1,05 | 0,24<br>±0,42 |

Минимизировать потери питательных веществ и энергии в процессе брожения при консервировании зеленой массы кукурузы является значимой задачей в кормопроизводстве.

Результаты лабораторных исследований по изучению эффективности использования экспериментальных препаратов в сравнении с консервантами отечественного и зарубежного производства на кормовую ценность силоса из свежескошенной зеленой массы кукурузы, показывают (рисунок 1), что применение инокулянтов МФ-1 и МФ-2 способствовало максимальному сохранению в них сухого вещества, которое составило 32,18 и 32,18 % или выше контрольных показателей на 0,20 % соответственно. Наименьшая сохранность СВ была установлена в образце с препаратом Биоамид-3 (30,73 %), показатель которого ниже по отношению к контролю на 1,25 %.

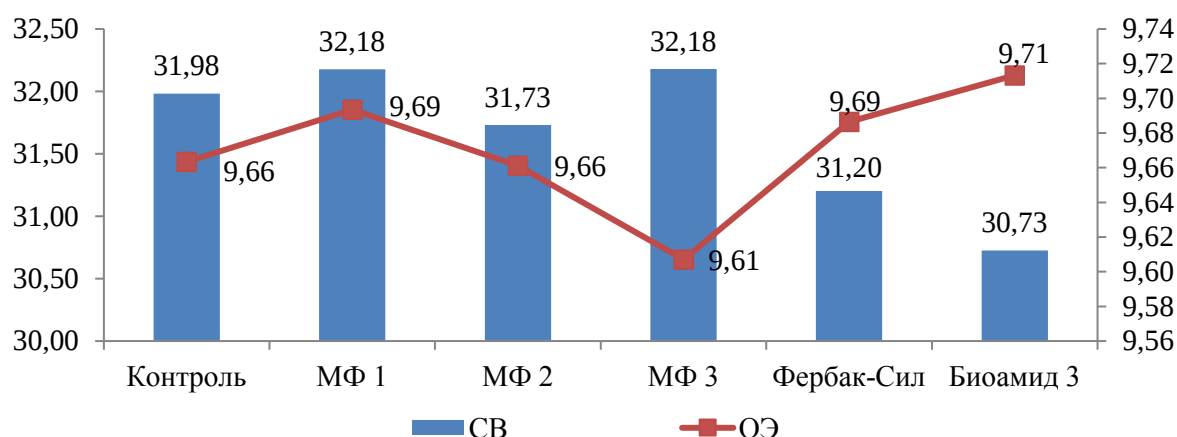


Рисунок 1. Концентрация сухого вещества и обменной энергии в сухом веществе силосах из кукурузы, (n=3)

Энергетическую питательность силоса рассчитывали в обменной энергии. По данному показателю существенных различий не установлено. Максимальный показатель в одном кг СВ силоса установлен в варианте с Биоамид-3 (9,71 МДж), который был выше контроля на 0,05 МДж или на 0,52 % соответственно. Минимальная концентрация ОЭ отмечена в силосах с препаратом МФ-3 (9,61 МДж), что ниже контроля на 0,52 %.

Кормовая ценность силоса во многом определяется химическим составом консервируемой зеленой массы, и в первую очередь аккумуляцией в ней биологически полноценного протеина [5].

Из рисунка 2 видно, что при консервировании с препаратом МФ-3 наблюдалась максимальная концентрация сырого протеина (СП) в сухом веществе готового силоса, что составило 9,24 % и были выше по отношению к контролю на 1,40 % соответственно. Коммерческий препарат Фербак-Сил также способствовал сохранности СП, который составил 8,36 % и на 0,52 % превысил контрольный вариант. Наименьшие показатели отмечены в образце с препаратом МФ -1 (6,85 %) показатели которых ниже уровня контроля на 0,99 %.

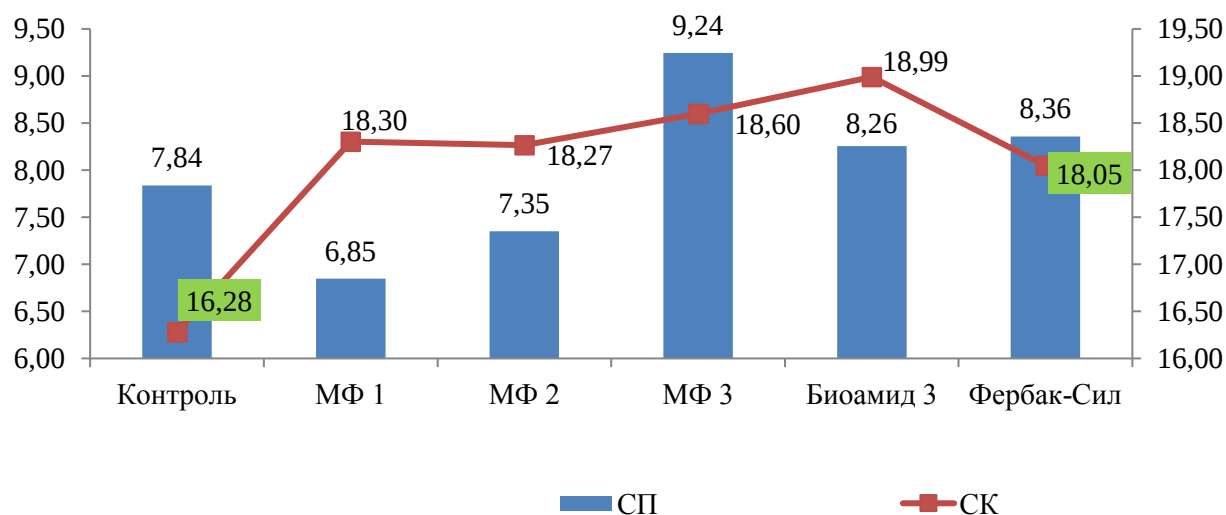


Рисунок 2. Концентрация в сухом веществе сырого протеина и сырой клетчатки в силосах из кукурузы, % (n=3)

Примечание\*  $p<0,05$ ; \*\*  $p<0,01$ ; \*\*\*  $p<0,001$ .

Сырая клетчатка является одной из самых сложных и стойких структурных углеводов объемистых кормов, необходима как фактор, нормализующий пищеварение в рубце жвачных животных [6]. В ходе наших исследований во всех образцах был установлен повышенный ее уровень по сравнению с контролем, который находился в пределах 18,05-18,99 % (рисунок 2), что выше на 1,77-2,71 % соответственно. При этом достоверно высокая концентрация была выявлена, как в образцах с коммерческим препаратом Биоамид-3 (18,99 %,  $p<0,05$ ), так и с экспериментальными МФ-3 (18,60 %,  $p<0,01$ ), МФ-1 (18,30 %,  $p<0,01$ ) и МФ-2 (18,27 %,  $p<0,01$ ), что выше показателей контроля на 2,71 %, 2,32, 2,02 и 1,99 % соответственно.

В кормлении крупного рогатого скота отдельно рассматривается А - витаминная питательность, поскольку витамин А жизненно необходим для нормального роста и воспроизводства, а также повышения устойчивости организма к возбудителям различных заболеваний. Из одной молекулы каротина растений в организме животных образуются две молекулы витамина А [7]. Нами была установлена наивысшая его сохранность при использовании препарата, которая составила 30,27 мг на один кг СВ готового силоса, что недостоверно выше по отношению к контролю на 34,30 % соответственно (рис. 3). Достоверно высокие значения были установлены с препаратами МФ-1 (29,41 мг) и Биоамид-3 (27,85 мг), показатели которых были выше на 30,48 ( $p<0,05$ ) и 23,56 ( $p<0,001$ ) % соответственно.

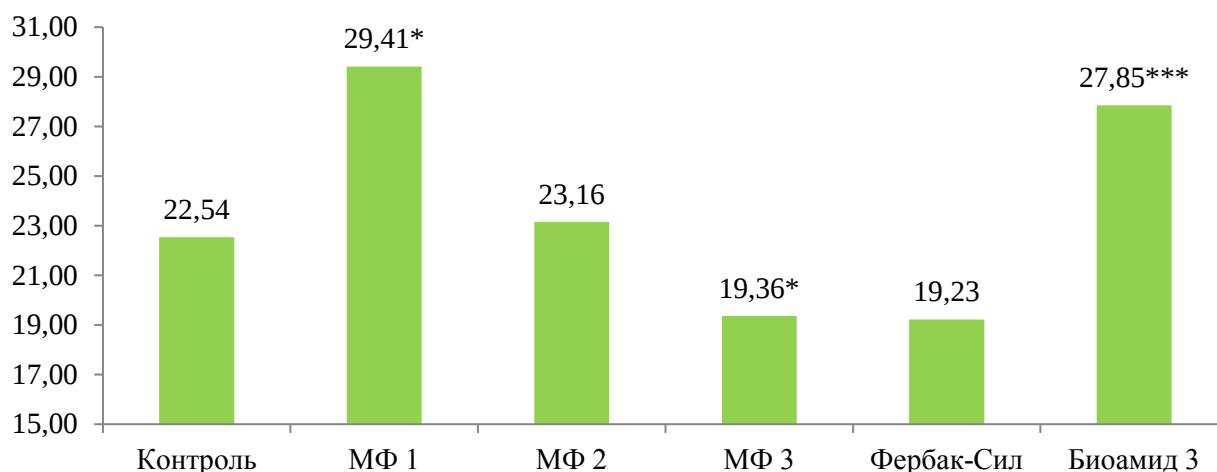


Рисунок 3. Концентрация в сухом веществе каротина в силосах из кукурузы, мг (n=3)

Примечание: \*  $p<0,05$  \*\*  $p<0,01$ ; \*\*\*  $p<0,001$

**Выводы.** В результате проведенных сравнительных лабораторных опытов получены новые знания в области создания опытных биологических препаратов с различным составом микроорганизмов и их воздействии на кормовое сырье в целях импортозамещения, направленных на повышение сохранности питательных веществ и энергии из зеленой массы кукурузы, подтвержденных биохимическими анализами в сравнении с коммерческими аналогами отечественного производства. Препарат МФ-3 способствовал максимальной сохранности в сухом веществе сырого протеина (9,24 %), а МФ-1 достоверному сохранению каротина (29,41 мг), показатели которых были выше контроля на 1,40 и 30,48%.

#### **Библиографический список**

1. Бикчантаев И.Т., Аскарова А.А. Эффективность применения биологических препаратов при консервировании люцерны // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 11. С. 18-21. doi: 10.24411/0235-2451-2019-11104.
2. Теоретические предпосылки и способы консервирования кукурузы и трав на основе регулирования микробиологических процессов (методические указания) / доктор с. –х. наук Победнов Ю.А. (ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса»). – СПб.: ООО «Биотроф». 2017. 52 с.
3. Зезин Н.Н., Гридин В.Ф., Салтанова Р.Д. Корма из кукурузы на Среднем Урале // Кормопроизводство. 2017. № 5. С. 24-27.
4. ГОСТ Р 55986-2022 Силос и силаж. Общие технические условия. М.: ФГБУ «РСТ». 2022. 16 с.
5. Хохрин С.Н. Корма и кормление животных. Издание 2-е дополненное и переработанное. – Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2018. 502 с.
6. Якушева Л.И., Ульянов А.Н. Динамика сырой клетчатки силоса, приготовленного с использованием биологических консервантов // Сборник научных трудов ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2012. Т. 2. № 1. С. 229-230.
7. Девяткин В.А. Эффективность использования бета-каротина в кормлении крупного рогатого скота // Вестник Ульяновской ГСХА. 2018. №2 (42). С. 130-136. doi:10.18286/1816-4501-2018-2-130-136.