

## ВИРОБНИЧА ПЕРЕВІРКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ І УСТАНОВКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ КОРМОВОЇ ЦІННОСТІ ЗЕРНОВИХ КОМПОНЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НВЧ-ЕНЕРГІЇ

Лобода О. І.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Запропоновано результати виробничої перевірки установки для підвищення кормової цінності зернових компонентів з використанням НВЧ енергії.*

**Постановка проблеми.** Фуражне зерно є основним компонентом у рецептурі різних комбікормових сумішей, тому підвищення його живильної цінності за рахунок спеціальної обробки забезпечує підвищення продуктивності тварин і зниження питомої витрати кормів. Усі живильні речовини корму в травному тракті з моменту вступу їх і до усмоктування піддаються механічному впливу, гідратуванню, кислотній обробці й ферментативному розщепленню. Це приводить до перетворення наявних у них складних біополімерів у прості й вимагає значних витрат фізіологічної енергії.

У міру просування по ланцюгам перетворення фізіологічна енергія, що затрачувалася на кожне наступне перетворення, суттєво зменшується. Тому такі перетворення при підготовці корму штучним способом з погляду фізіології травлення є доцільними.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомо [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] значна кількість різних способів термообробки фуражного зерна, що дозволяють досягнути тією чи іншою мірою бажаний ефект. До них належать пропарювання, підсмажування, екструдювання та інші. Найбільш ефективним серед них по якості обробки є спосіб теплової обробки фуражного зерна інтенсивним (більш ніж 10 кВт/м<sup>2</sup>) потоком ІЧ - випромінювання з довжиною хвилі 1,8...3,4 мкм, що має назву мікронізація.

Практично встановлене [5], що в результаті мікронізації зерна набрякаємість крохмалю збільшується з 30 до 70%, розчинність - з 12,8 до 109,3 мг/г, ступінь декстринізації - з 12 до 78,8%, зміст цукру - з 5,6 до 9,6%. Знижується бактеріальна засіяність фуражного зерна на 70...100%, зменшується опір роздавлюванню, наприклад для ячменя, на 11...27%.

**Мета статті.** Пропонуються результати дослідження використання енергії надвисокої частоти для теплової обробки фуражного зерна в комплексі з інфрачервоним випромінюванням.

**Основні матеріали дослідження.** Важливим джерелом енергії в кормах є крохмаль. У фуражному зерні він перебуває у вигляді крохмальних зерен різної величини й форми. Зерна крохмалю мають ділянки зі структурою, близької до кристалічної, і дуже стійкі до руйнування. У цих ділянках молекули речовини зв'язані настільки міцно, що молекулам іншого роду дуже важко проникнути в їхнє розташування, розірвавши молекулярні зв'язки. В аморфних ділянках невеликі молекули, наприклад води, можуть проникати в зерна крохмалю й, розірвавши ланцюги амілази й амілопектину, зруйнувати структуру крохмального зерна.

У природньому стані крохмаль не розчинний у

холодній воді, хоча й адсорбує певна її кількість. Однак при підвищеній температурі диссоціювані в крохмаль молекули води здатні гідратувати численні гідроксильні групи уздовж його молекул, руйнуючи молекулярні зв'язки. У результаті цього процесу крохмальне зерно руйнується, утворюючи гель, і починається ферментативне розщеплення крохмалю по ланцюжкові через стадію декстринів.

Таким чином, поліпшення живильних властивостей зерна за рахунок перетворення нативного крохмалю пов'язане з його тепловою обробкою.

Великий ефект досягається при мікронізації бобових культур. Так, при мікронізації сої крім помітного зменшення вмісту інгібітору трипсину (до 2...3 мг/кг) спостерігається значне підвищення живильної цінності білка, а також зріст рівня енергії з 1850 до 3750 ккал/кг.

Таким чином, у цей час доведене, що мікронізація дозволяє суттєво поліпшити живильну цінність фуражного зерна й насіння бобових культур, редукувати чутливі до температури не харчові компоненти сировини, знизити зміст бактерій і мікротоксичних плесенів.

Основні показники ефективності процесу мікронізації зерна обумовлені інтенсивністю його нагрівання або, точніше, інтенсивністю фазового переходу вологи усереднені капілярів зерна в пару. З обліком цього був розроблений процес комбінованої обробки (мікронізація) фуражного зерна, при якому його нагрівання здійснюється у два етапи, один з яких був попередній, що забезпечує нагрівання зерна до температури близької до початку інтенсивного паротворення (кипіння) вологи в його капілярах, а інший етап, що завершує, забезпечував інтенсивне паротворення та "вибух" зерна. При цьому завершальний етап здійснювали за допомогою енергії електромагнітного поля надвисокої частоти (ЕМП НВЧ) високої питомої потужності.

Для розробки принципової схеми процесу високоінтенсивної (по типу мікронізації) теплової обробки фуражного зерна з використанням НВЧ енергії й визначення його раціональних параметрів були проведені експериментальні дослідження із впливу НВЧ обробки зерна на ступінь декстринізації нативного крохмалю в ньому, як основного якісного показника змін його кормової цінності (рисунки 1-3).

Отримані результати дозволили встановити гранично - припустимі значення параметрів ЕМП НВЧ (триваліст обробки  $m_c$  і питомої потужності ЕМП НВЧ  $N_o$ ), що визначають мінімально потрібну зоотехнічними умовами ступень декстринізації крохмалю ( $D_3 > 30\%$ ) при раціональній вихідній вологості зерна  $W_u$  в межах кондиційної вологості, тобто 12...14%.

Так, при тривалості НВЧ - обробки  $t_c < 100$  с гранично - припустимі (мінімальне) значення питомої потужності ЕМП НВЧ повинна бути:

$$\text{для зерна ячменя } N_0^{П.Д.} \geq 1,480 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{с}};$$

$$\text{для зерна пшениці } N_0^{П.Д.} \geq 1,780 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{с}};$$

$$\text{для зерна сорго } N_0^{П.Д.} \geq 2,144 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{с}};$$

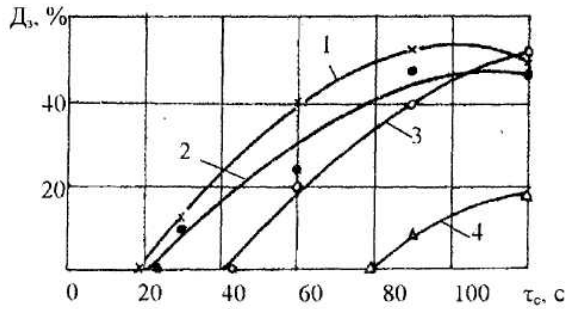


Рисунок 1 – Вплив режимних параметрів НВЧ- обробки пшениці на ступень декстринізації в ній нативного крохмалю

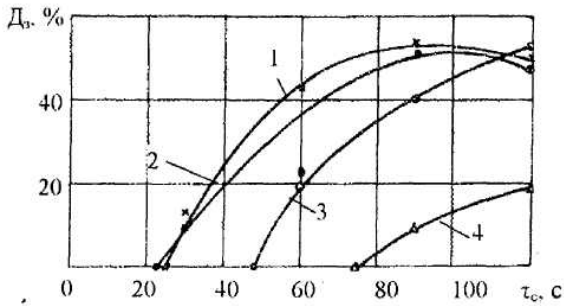


Рисунок 2 – Вплив режимних параметрів НВЧ-обробки сорго на ступень декстринізації в ній нативного крохмалю

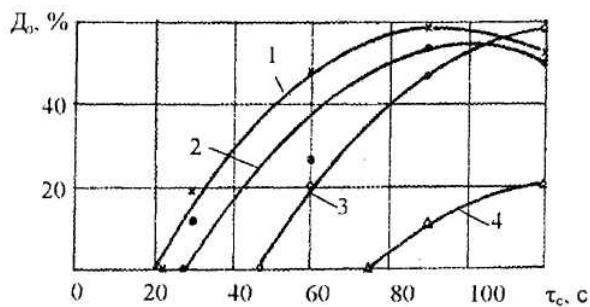


Рисунок 3 – Вплив режимних параметрів НВЧ-обробки ячменю на ступень декстринізації в ній нативного крохмалю

де: 1.  $N_0 = 4,20 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{с}}$ ; 2.  $N_0 = 3,15 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{с}}$ ; 3.

$N_0 = 2,26 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{с}}$ ; 4.  $N_0 = 0,85 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{с}}$ .

В результаті рішення оптимізаційної математичної

моделі було встановлені оптимальні значення керуючих параметрів технологічного процесу, що забезпечує мінімальні можливі питомі витрати енергії на теплову обробку зерна різноманітних сільськогосподарських культур при обраних умовах. Так для зерна ячменю різноманітної вологості наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Параметри технологічного процесу теплової обробки фуражного зерна (ячменю) з використанням НВЧ енергії

Режимні параметри	Мікронізація зерна різної вологості, %				
	9	11	13	15	17
Температура теплоносія, °С	190				
Питомі витрати повітря, кг/кг випареної вологи	31,2				
Швидкість теплоносія в шарі зерна, м/с	0,65				
Інтенсивність НВЧ обробки, °С/с	0,93				
Тривалість конвективної обробки, с	220	1270	2320	2398	3103
Тривалість НВЧ обробки, с	60	59	57	62	64
Питомі енерговитрати на 1 кг отриманого продукту, кВт год	0,09	0,12	0,13	0,17	0,2

Відповідно до них питома витрата енергії при виході установки на проектну потужність складає 130...150 кВт год/т. Аналіз біохімічних показників для фуражного зерна обробленого за допомогою експериментальної установки (таблиця 2) підтвердив ефективність обробки і не виявив будь яких негативних змін.

Таблиця 2 – Зміна біохімічних показників в зерні після теплової обробки з використанням НВЧ – енергії

Показники	Ячмінь	
	вихідний	оброблений
протеїн, %	10,68	11,69
клітковина, %	2,90	2,63
жир, %	0,22	2,70
триптофан, %	0,22	0,20
треонін, %	0,41	0,42
цистин, %	0,17	0,15
метіонін, %	0,08	0,06
лізин, %	0,32	0,33
легкозасвоювані, %	2,40	6,40
декстринізація, %	-	55,0

Для підтвердження ефективності обробки був проведений зоотехнічний дослід.

Установлено, що в порівнянні з контрольною групою середньодобовий приріст ваги поросят, відгодовуваних сумішшю з мікронізованим ячменем, був вище в середньому на 36%. При цьому витрата корму в поросят дослідної групи склав на 15% менше, чим у контрольній групі, а його засвоюваність була суттєво вище (таблиця 3).

Таблиця 3 – Результати визначення зоотехнічних показників у виробничих умовах

Показники	Групи			
	дослідна/контрольна			
Дата контрольного зважування	29.09	06.10	13.10	20.10
Середня вага одної тварини, кг	10,5/ 10,1	13,1/ 10,9	15,1/ 12,2	17,0/ 13,4
Середньодобовий приріст ваги, грами	71,4/ 14,3	365,0/ 114,2	285,0/ 178,0	271,0/ 169,0
Середньодобовий приріст ваги в цілому по групі за період досліду, грами	248,1/118,8			
Приріст ваги живої маси по групі за місяць, кг/м	7,0/3,4			
Засвоюваність корму, %:				
Кількість незасвоєного корму	8,0/ 25,0	6,0/ 14,0	8,0/ 19,0	4,0/ 29,0
в середньому по групі, %	6,0/21,0			
Приріст живої маси, %	70,0/34,0			

**Висновки.** Таким чином, випробування й виробничі перевірки показали, що розроблений і реалізований в установці комбінований процес високоінтенсивної теплової обробки фуражного зерна з використанням НВЧ енергії забезпечує в порівнянні з відомим процесом мікронізації зерна ІЧ-нагріванням зниження питомих витрат з 200...250 до 130...150 кВт год/т, що на 35...40% нижче. При цьому слід зазначити високу якість готового продукту (ступінь декстринізації крохмалю 37,8...55,0%).

#### Список використаних джерел

1. Горин А. Д. Использование СВЧ-энергии при приготовлении травяной муки // Тез. докл. V науч.-техн. конф. Применение СВЧ-энергии в энергосберегающих технологических процессах. Саратов, 1986. С. 43.
2. Шарков Г. А., Шахматов В. П., Андреев С. А. Эффективность облучения дражированных семян СВЧ-полем // Повышение экономичности и надежности электрификации сельского хозяйства. Сб науч. тр. / МИИСП. М.: 1985. С. 17 - 21.

3. Оптимизация технологических параметров работы СВЧ – установок / Бородин И. Ф., Кузнецов С. Г. // Автоматика и вычислительная техника в сельскохозяйственном производстве: Сб. науч. тр. / МИИСП - Москва, 1990. С. 101

4. Использование микроволновой обработки сельхозпродуктов для улучшения их хранения в зимне – весенний период и создание на этой базе автоматизированных комплексов для обеззараживания овощей и фруктов / Долгопятов Р. М., Явчуновский В. Я., Зельцер А. М., Явчуновская С. В. // Моделирование и прогнозирование аграрных энергосберегающих процессов и технологий. Минск, 1998

5. Панкеев В. В. Глазами земледельца. Из опыта применения МВ-технологий в семеноводческом хозяйстве / В. В. Панкеев // Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы, Перспективы.: Вып. 7-8, Южный филиал отделения промышленной радиоэлектроники МАИ.: Киев-Одесса, 2009. – С. 88-91

6. Личко Н. М. Технология переработки продукции растениеводства / Н. М. Личко. — М.: Колос, 2000. – 522 с.

7. Михайлова О. В. Обоснование и разработка технических средств с источниками электромагнитных излучений для технологических процессов птицеводства: Дис. д-ра техн. наук: 05.20.01, 05.20.02.: Чебоксары, 2004. 507 с.

#### Аннотация

### ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОРМОВОЙ ЦЕННОСТИ ЗЕРНОВЫХ КОМПОНЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЧ-ЭНЕРГИИ

Лобода А. И.

*Предложены результаты производственной проверки установки для повышения кормовой ценности зерновых компонентов с использованием СВЧ энергии.*

#### Abstract

### PRODUCTIVE VERIFICATION OF TECHNOLOGICAL PROCESS AND SETTING FOR INCREASE TO FEEDVALUE OF GRAIN-GROWING COMPONENTS WITH THE USE ELECTROMAGNETIC FIELD ARE ENERGIES

A. Loboda

*The results of productive verification of setting for the increase of feedvalue of grain-growing components offer with the use electromagnetic field energies.*