

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА НА ВИТАМИННЫЙ КОРМ ЖИВОТНЫМ

**Булавин С.А. д.т.н., профессор, Вендин С.В. д.т.н., профессор,  
Саенко Ю.В. к.т.н., доцент**  
(ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина», п. Майский, Россия)

*Предложена автоматизированная установка для поддержания заданных оптимальных режимных параметров при проращивании зерна на витаминный корм животным.*

Одним из условий повышения продуктивности сельскохозяйственных животных является полноценное кормление [1, 2]. В условиях промышленной технологии при безвыгульном содержании свиней и скармливании им комбикормов значительно увеличивается потребность в белке, питательных, минеральных веществах и витаминах. Частично эту потребность можно удовлетворить добавляя в комбикорм пророщенное зерно.

В хозяйствах пророщенное зерно получают следующим образом. Замачивают зерно в емкости около суток, затем размещают на площадке с твердым покрытием под навесом в гряды высотой 30...40 см в первые 2 дня и 15...30 см — в последующие дни. Расход воды для замачивания — 0,9 т на 1 т зерна. Температуру в грядах поддерживают в пределах 14...20°C путем ворошения зерна через каждые 2...3 часа. Длительность получения пророщенного зерна — около 5 дней [1, 2]. Недостатком рассмотренного способа является возможность загнивания отдельных порций зерна, неравномерность прорастания зерна и его сезонность.

Определение оптимальных режимов, параметров и разработка средств механизации процесса проращивания зерна является важной задачей [3].

Проращивать можно зерна различных зерновых и зернобобовых культур, при этом для каждого сорта зерна необходимо определить оптимальные режимные параметры, которые получают на основе экспериментов [1, 3, 4].

Были проведены исследования по проращиванию зерна ячменя и пшеницы. В качестве исследуемых воздействующих факторов рассматривались: высота слоя зерна, время замачивания зерна в воде; время проращивания между двумя смежными замачиваниями; температура воды; температура воздуха; освещенность, удельная мощность воздействия источников света на зерно при проращивании.

Для определения оптимальных параметров при проращивании зерен в чашках Петри их периодически помещали в воду и по истечении некоторого времени извлекали из воды. При этом возникали затруднения с «плановым» помещением зерен в воду и извлечением зерен из воды в ночное время и в выходные дни, что приводило к увеличению погрешности при проведении опытов.

Нами предложена установка, позволяющая полностью механизировать и автоматизировать процесс проращивания зерна на витаминный корм.

Схема экспериментальной установки показана на рисунке 1 [5, 6].

Устройство (схема) (рисунок 2) для автоматизации способа проращивания зерна состоит из реле времени 7 (рисунок 1), теплового реле 30 (рисунок 2), измерителя-регулятора 31, датчика температуры 33 (рисунок 1), концевых выключателей кнопочного типа 24 (рисунок 1, 2) и рычажного типа 16, трубчатого электронагревателя 34 (рисунок 1, 2), светового индикатора 3 (рисунок 2), четырехполюсного выключателя 2, однополюсного выключателя 5, двух тумблеров 6, 29, двух контакторов 10, 23, катушек 9, 22, контактов 8, 19, 21, 27 и мотора-редуктора 11 (рисунок 1, 2).

После заполнения зерном емкости 1 (рисунок 1) включают четырехполюсный выключатель 2 (рисунок 2). При этом загорается световой индикатор 3. На пульте управления 4 (рисунок 1) включаем однополюсный выключатель 5 (рисунок 2). Устанавливаем тумблер 6 для работы в автоматическом режиме. Включаем реле времени 7 (рисунок 1). При помощи контактов 8 (рисунок 2) подают напряжение на катушку 9. При этом замыкается контактор 10 (рисунок 2) и мотор-редуктор 11 (рисунок 1, 2) работает на опускание.

При помощи мотора-редуктора 11 (рисунок 1, 2) вращают катушку 12 (рисунок 1), тем самым разматывают центральный трос 13. При этом центральным тросом 13 опускают рамку 14 с емкостью 1 и находящимся в нем зерном в ванну 15.

Опускание емкости 1 происходит до тех пор, пока рычаг концевого выключателя 16 (рисунок 1, 2) (рычажного типа) не отклоняется от касания кольца 17 (рисунок 1).

При этом мотор-редуктор 11 (рисунок 1, 2) выключается. Реле времени 7 (рисунок 1) контактами 19 (рисунок 2) включает и выключает барботер 20 (рисунок 1, 2).

Барботер 20 работает во время погружения емкости 1 в ванну 15. Он работает циклически: время работы барботера 30-35 мин, время отключения 60-70 мин. По истечении 5-6 ч реле времени 7 (рисунок 1) через контакты 21 (рисунок 2) подают напряжение на катушку 22 и контактор 23 замыкается, при этом вал мотора-редуктора 11 (рисунок 1, 2) будет вращаться в обратном направлении. При этом центральный трос 13 (рисунок 1) будет наматываться на катушку 12 и емкость 1, будет подниматься из ванны 15. Поднятие емкости происходит до тех пор, пока кнопка концевого выключателя 24 (рисунок 1, 2) кнопочного типа) не нажимается от касания подпружиненной пластины 25 (рисунок 1). При этом мотор-редуктор 11 (рисунок 1, 2) выключают.

При помощи маховика 26 наклоняют емкость (рисунок 1) вправо-влево и ворошат зерно, чтобы предотвратить его слеживание в емкости.

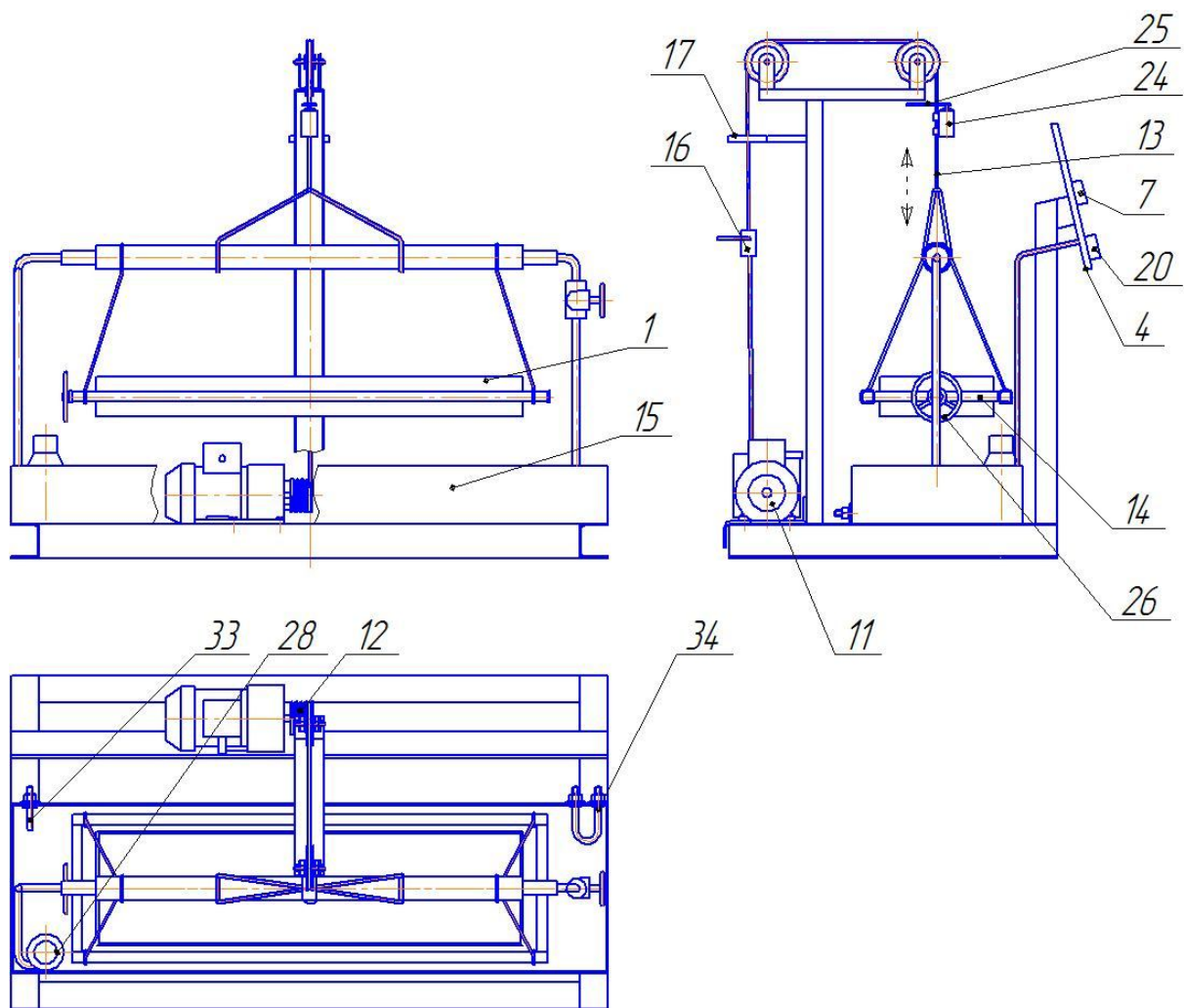


Рисунок 1 – Установка для проращивания зерна: 1 – Емкость; 4 – пульт управления; 7 – реле времени; 11 – мотор-редуктор; 12-катушка; 13 – трос центральный; 14 – рамка; 15 – ванна; 16 – выключатель концевой (рычажного типа); 17 – кольцо; 24 – выключатель концевой (кнопочного типа); 20 – барботер; 25 – пластина подпружиненная; 26 – маховик; 28 – насос; 33 – датчик температуры; 34 – трубчатый электронагреватель ТЭН

В период поднятого положения емкости (рисунок 1) реле времени 7 (рисунок 1) через контакты 27 (рисунок 2) включает и выключает насос 28 (рисунок 1, 2). Насос 28 работает циклически. Время включения насоса составляет 4-5 мин. Время отключения насоса 1,5 - 1,6 ч. Затем цикл повторяется.

Для включения ручного режима работы устройства необходимо перевести тумблер 6 (рисунок 2) в ручной режим. Тумблером 29 производят принудительный подъем и опускание емкости.

При помощи маховика 26 (рисунок 1) поворачивают емкость в рамке 14 (рисунок 1) на 180°, при этом пророщенное зерно под действием сил гравитации перемещается из емкости (рисунок 1) в раздатчик пророщенного зерна (на рисунке не показан).

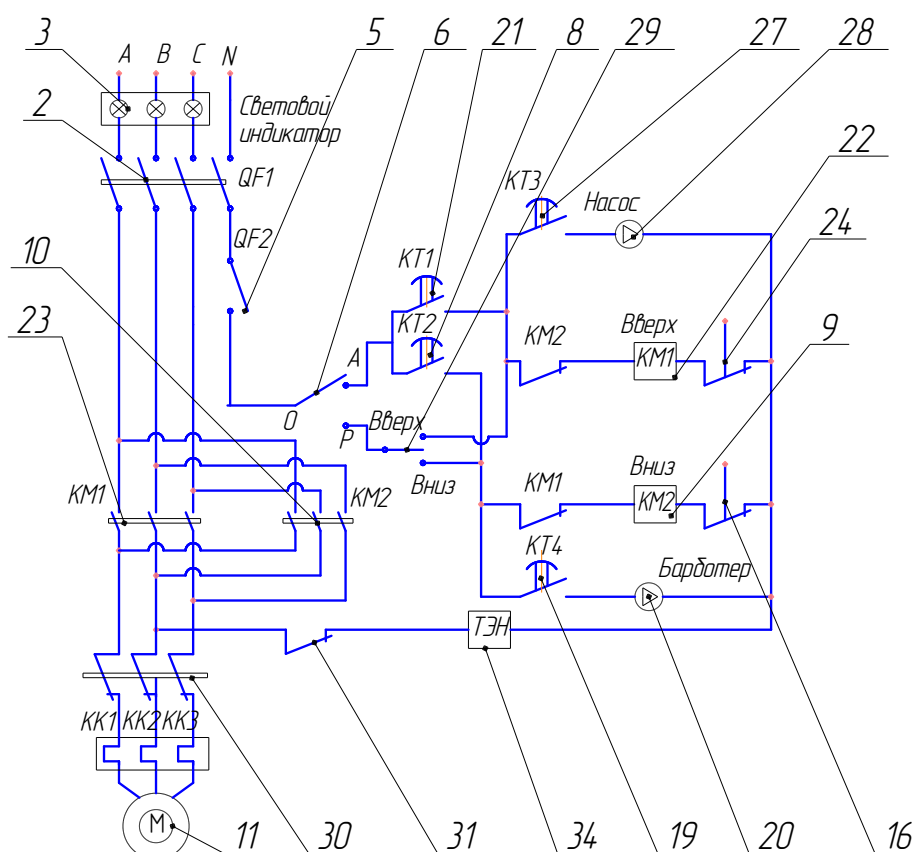


Рисунок 2 - Схема автоматизации устройства для проращивания семян: 2 – выключатель четырехфазный; 3 - индикатор световой; 5 – выключатель однополюсный; 6, 29 – тумблер; 8, 21, 19, 27 – контакты; 9, 22 – катушка; 10, 23 – контактор; 11 – мотор-редуктор; 16, 24 – концевой выключатель; 20 – барботер; 28 – насос; 30 – реле тепловое; 31 – измеритель-регулятор; 34 – ТЭН

Установка позволяет механизировать и автоматизировать следующие технологические операции: замачивание зерна, барботирование воздухом находящихся в воде зерен, извлечение зерен из воды, орошение водой зерен на воздухе.

Кроме этого предложенная установка обеспечивает автоматическое поддержание заданных режимных параметров при проращивании зерна. Это очень важно для последующего определения оптимальных значений параметров после статистической обработки.

Были проведены экспериментальные исследования по оценке влияния основных факторов на эффективность проращивания зерна [7].

В результате проведения отсеивающих экспериментов были выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на проращивание зерна.

В качестве критерия оптимизации был выбран показатель равномерности проращивания зерна  $u_{\text{п}}$ . Основное влияние на него оказывают факторы, приведенные в таблице 1. Здесь указаны также интервалы и уровни варьирования независимых переменных.

Таблица 1 – Уровни варьирования факторов

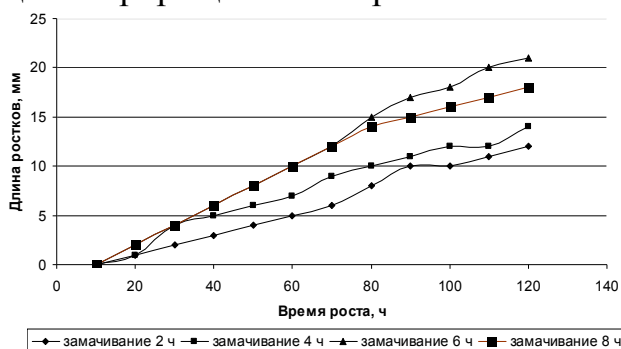
Наименование фактора	Уровни кодированных значений факторов			
	Нижнее значение	Верхнее значение	Нижний уровень	Верхний уровень
X <sub>1</sub> (Высота слоя зерна, h <sub>СЛ</sub> мм)	30	60	-1	+1
X <sub>2</sub> (Время замачивания зерна, T <sub>з</sub> ч)	4	12	-1	+1
X <sub>3</sub> (Температура воды, t <sub>В</sub> <sup>0</sup> С)	10	22	-1	+1
X <sub>4</sub> (Освещенность, E <sub>min</sub> , лк)	100	500	-1	+1
X <sub>5</sub> (Удельная мощность воздействия источников света, P <sub>уд</sub> Вт/м <sup>2</sup> )	50	150	-1	+1
X <sub>6</sub> (Время проращивания между двумя смежными замачиваниями, T <sub>В</sub> ч)	4	16	-1	+1
X <sub>7</sub> (Температура воздуха в помещении, t <sub>ВОЗ</sub> <sup>0</sup> С)	14	26	-1	+1

Расчет коэффициентов уравнения регрессии с помощью программы «Microsoft Excel» позволил получить следующее уравнение:

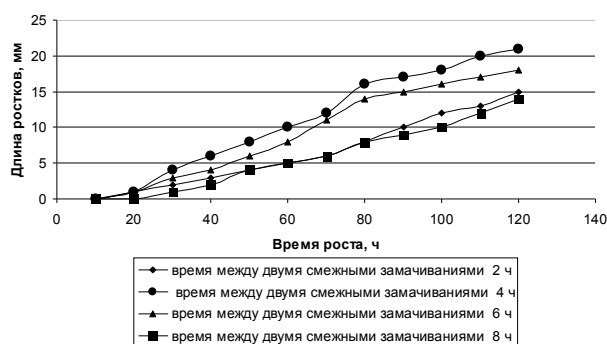
$$\begin{aligned}
 y_{II} = & 90,34 - 0,87x_1 + 4,91x_2 + 1,61x_3 - 1,34x_4 - 1,52x_5 + \\
 & + 1,71x_6 - 2,52x_7 + 0,75x_1x_2 + 1,33x_1x_3 + 0,43x_1x_4 - \\
 & - 0,71x_2x_3 + 3,04x_3x_4 - 0,48x_1x_2x_3 + 0,1x_1x_2x_4 - 0,39x_1x_3x_4,
 \end{aligned} \quad (1)$$

Общее количество циклов включающих замачивание и рост зерна вне воды за весь период проращивания составляло 10-12 раз. При этом общее время на проращивание зерна составляло 120 ч.

На рисунке 3 а, б представлены зависимости отражающие динамику процесса проращивания зерна.



а)



б)

Рисунок 3 – Длина ростков зерна ячменя: а) от времени замачивания зерна, б) от времени между смежными замачиваниями

Из анализа зависимости на рисунке 3 а видно, что максимальная длина ростков зерна (1,5...2 см) получена при периодическом замачивании зерна в воде в течение 6 ч.

Наибольшая длина ростков зерен ячменя наблюдается при времени между замачиваниями 4 ч (рисунок 3 б). Наблюдается также снижение роста с уве-

личением или уменьшением времени между замачиваниями при отклонении от 4 часов.

Следовательно оптимальный период времени между смежными замачиваниями составляет 4 ч и время замачивания зерна 6 ч. При этом равномерность проращивания зерна была равна  $u_{\Pi} = 94-95\%$ .

### **Выводы**

1. Разработан агрегат для проращивания зерна. Агрегат позволяет механизировать и автоматизировать следующие технологические операции: замачивание зерна, барботирование воздухом находящихся в воде зерен, извлечение зерен из воды, орошение водой зерен на воздухе.

2. Разработана электрическая схема автоматического управления агрегата для проращивания зерна, позволяющая управлять работой агрегата в ручном и автоматическом режимах.

3. В результате обработки экспериментальных данных были определены оптимальные значения, что позволило выявить рекомендуемые режимы при проращивании зерна на витаминный корм:  $h_{СЛ}$  - высота слоя зерна, 30-40 мм;  $TЗ$  – время замачивания зерна в воде, 6 ч;  $tВ$  - температура воды, 20-22 °С;  $E_{min}$  – освещенность, 250-300 лк; РУД – удельная мощность света, 50-70 Вт/м<sup>2</sup>;  $TВ$  – время между двумя смежными замачиваниями, 4 ч;  $tВОЗ$  – температура воздуха, 21-22 °С.

4. Общее время проращивания зерна на витаминный корм свиньям в установке периодического действия составило 120 ч.

5. Полученные оптимальные значения параметров и режимов могут быть использованы при разработке конвейерных средств механизации для процесса проращивания зерна на витаминный корм животным, что позволит повысить производительность процесса и увеличить объем пророщенного зерна за счет устранения сезонности.

### **Список литературы**

1. Пономарев А.Ф. Теория и практика промышленного кормопроизводства и свиноводства / Белгород, БелГСХА, под общей редакцией д. с-х н. профессора Г.С. Походни, 2003, С. 616.

2. Понедельченко М.Н. Рациональные способы заготовки и использования кормов / М.Н. Понедельченко, Г.С. Походня, В.И. Гудыменко. – Белгород: «Везелица», 2007. – 364 с.

3. Плященко С.И. Животноводство./ С.И. Плященко.— Мн.: Изд-во БГАТУ, 2003,— 352 с.

4. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рошин. – Ленинград, Колос 1980 г.

5. RU 2472330 С2 А01С1/00 (2006.01) Способ проращивания зерна и устройство для его осуществления/ Булавин С.А., Вендин С.В., Саенко Ю.В., Макаренко А.Н. Заявка № 2011109467/21 заявлено от 14.03.2011. Опубл. от 20.01.2013 Бюл. №2.

6. Трѣмбач В.В. Световые приборы: учебник для ВУЗов по специальности «Светотехника и источники света» /В.В. Трѣмбач. 2-е изд., перераб. и дополненное, М.: Высшая школа, 1990 г, 463 с., ил.

7. В. Кунце Технология солода и пива, перевод с немецкого языка Г.О. Мит/ В. Кунце,,: Санкт-Петербург, 2001 г., 838 с.

## **Abstract**

### **Automated installation for germination on vitamin animal feed**

S. Bulavin , S. Vendin, Y. Saenko.

*An automated system for used predetermined optimal regime parameters at germination of grain for animal feed vitamin.*

## **Анотація**

### **Автоматизована установка для пророщування зерна на вітамінний корм тваринам**

Булавін С.А., Вендін С.В., Саєнко Ю.В.

*Запропоновано автоматизовану установку для підтримання заданих оптимальних режимних параметрів при пророщування зерна на вітамінний корм тваринам.*