



НОВЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛА ПАДЕНИЯ

Т.С. Рутковская, канд. биол. наук,
Р.Ю. Антонов, канд. техн. наук,
руководитель отдела разработок,
А.В. Ильин, руководитель
производственного отдела,
Т.О. Кулакова,
инженер-исследователь,
И.М. Шаталов,
инженер-исследователь
ООО «ЭКАН»

Компания «ЭКАН» более 20 лет разрабатывает лабораторные приборы для оценки качества и безопасности продукции агропромышленного комплекса. За эти годы специалистами компании была создана полная линейка приборов, позволяющих определить класс зерна пшеницы, которую завершил прибор числа падения (ПЧП) «ТЕХЭК-АЛЬФА» (рис. 1).



Рис. 1. Прибор числа падения «ТЕХЭК-АЛЬФА»

Прежде чем приступить к разработке нового устройства, мы всегда изучаем, что именно будем измерять, разбираемся в физических и химических аспектах процесса, а также назначении определяемого на приборе показателя качества.

Показатель числа падения (ЧП) представляет собой значимый критерий оценки качества зерна и муки, который позволяет определить активность фермента альфа-амилазы по состоянию крахмала, содержащегося в пробе. Альфа-амилаза – фермент, который расщепляет крахмал, в связи с чем его активность влияет на технологические свойства зерна и муки. Чем выше активность фермента, тем ниже число падения. Это означает, что зерно склонно к скрытому или видимому предуборочному прорастанию, что негативно сказывается на качестве зерна и его пригодности для переработки.

Таким образом, ЧП является ключевым показателем, который позволяет оценить качество зерна и его устойчивость к прорастанию в поле. Кроме того, этот параметр влияет на определение классности и рыночной стоимости, в связи с чем он включён в перечень всех международных стандартов качества зерна и муки. Кроме того, введение показателя ЧП в национальный стандарт ГОСТ Р 52554–2006 «Пшеница. Технические условия» позволило исключить недостаточно объективный, визуально определяемый показатель «содержание проросших зёрен». Это особенно важно, так как при подработке зерна ростки могут отбиваться, а механизм прораствания зерна запускается до появления внешних признаков прораствания.

Метод определения ЧП был разработан в 1960-х годах шведским инженером-химиком Свеном Хагбергом. Его суть заключается в измерении времени, за которое шток-мешалка свободно падает в клейстеризованной водно-мучной суспензии. Этот метод, получивший название «метод Хагберга-Пертена», был принят промышленностью как быстрый и высокопроизводительный способ оценки активности альфа-амилазы в зерне и муке. Для реализации данного метода химик Херальд Пертен создал и запатентовал специальный прибор.

Перед началом разработки собственного прибора для измерения числа падения мы проанализировали существующие лабораторные инструменты. Это позволило нам выявить ключевые проблемы представленных на рынке устройств и, используя накопленный нами опыт и знания, реализовать качественные улучшения в конструкции нового прибора числа падения.

При проведении испытаний на существующих ПЧП, зачастую возникает сложность извлечения горячих пробирок. Для решения этой проблемы «ТЕХЭК-АЛЬФА» оснащён уникальной конструкцией

откидной мачты. По умолчанию мачта ПЧП, на которой закреплён перемешивающий узел, перед исследованием и после, будет автоматически отведена. Такое конструктивное решение позволяет беспрепятственно помещать в прибор и извлекать из него горячие пробирки после проведения измерений, обеспечивая удобство и безопасность эксплуатации оборудования (рис. 2).

Значимым аспектом работы современной лаборатории является минимизация временных затрат на проведение испытаний. Мы выяснили, что приборы, используемые для определения ЧП, долго выходят на рабочий режим. Это обусловлено применением маломощных трубчатых электронагревателей (ТЭНов). В «ТЕХЭК-АЛЬФА» установлены два ТЭНа повышенной мощности. Это позволяет прибору выйти в рабочий режим в течении 15 минут, после чего ТЭНы переводятся в режим экономного потребления электроэнергии. Такой алгоритм обеспечивает поддержание температуры водяной бани и минимизирует количество испаряющейся воды, и что самое главное, значительно сокращает время проведения исследования.

Существенное преимущество «ТЕХЭК-АЛЬФА» – долговечность нагревательных элементов. ТЭНы, используемые в приборе, обладают высоким запасом прочности, что исключает необходимость их замены в течение всего срока эксплуатации прибора. Это не только экономит время и средства на обслуживание, но и гарантирует стабильную и надёжную работу оборудования на протяжении длительного времени.

«ТЕХЭК-АЛЬФА» разрабатывался под требования действующего российского стандарта ГОСТ 27676–88 и был внесён в государственный реестр средств изме-



Рис. 2. Извлечение горячих пробирок

рений (№ 95968–25). В соответствии с методикой ГОСТ, перемешанная водная суспензия из навески молотого зерна или муки в двух вискозиметрических пробирках помещается в кипящую водяную баню. Все приборы числа падения требуют охлаждения.

В «ТЕХЭК-АЛЬФА» предусмотрены два способа охлаждения:

- путём подключения прибора к водопроводу;
- с использованием автономного охладителя, который идёт в комплекте с прибором.

Второй способ охлаждения более предпочтителен. «ТЕХЭК-АЛЬФА» в совокупности с охладителем работает полностью автономно и имеет ряд значительных преимуществ:

1. Снижение затрат на охлаждение в 8,5 раз (рис. 3).
2. Охладитель поддерживает стабильную температуру охлаждающей воды.
3. Использование водопроводной воды приводит к образованию накипи, ухудшению теплоотвода, в то время как в охладителе применяется дистиллированная вода, следовательно, система остаётся чистой, прибор служит дольше.



ВОДОПРОВОДНАЯ ВОДА

- Расход водопроводной воды: **9,11 л/мин**
- **1 л/мин = 0,06 м³/час**
- **9,11 л/мин x 0,06 = 0,5466 м³/час**
- Стоимость 1 м³ воды (Санкт-Петербург) = **42,42 рубля**
- Расход воды за смену: **0,5466 м³/час x 8 часов = 4,37 м³**
- Затраты на охлаждение ПЧП ТЕХЭК-АЛЬФА с использованием воды: **42,42 рубля x 4,37 м³ = 185,38 рублей**



ОХЛАДИТЕЛЬ ДЛЯ ПЧП

- Мощность охладителя: **284 Вт**
- Стоимость 1 кВт·ч в Санкт-Петербурге = **9,7 рублей**
- Расход электроэнергии за 8 часов работы: **284 Вт x 8 часов = 2272 Вт·ч = 2,272 кВт·ч**
- Общие затраты на охлаждение ПЧП ТЕХЭК-АЛЬФА: **9,7 рублей x 2,272 кВт·ч = 22,03 рубля**

ВЫВОД

Использование охладителя для ПЧП ТЕХЭК-АЛЬФА значительно снижает затраты на охлаждение

185,38 рублей / 22,03 рубля = 8,4

Рис. 3. Расчёт затрат на охлаждение

Управление прибором «ТЕХЭК-АЛЬФА» реализовано посредством жидкокристаллического сенсорного дисплея с интуитивно понятным интерфейсом, который не позволит провести измерение, если прибор не готов к работе. Для удобства пользователей в дисплей прибора встроен калькулятор навески, который автоматически рассчитывает вес пробы на основе показателя влажности. По завершении измерения на дисплей прибора выводятся результаты параллельных измерений, а также рассчитанное среднее значение числа падения.

Анализ существующей приборной базы выявил распространённую неисправность – выход из строя перемешивающего устройства при интенсивной эксплуатации прибора. В «ТЕХЭК-АЛЬФА» управление перемешивающим устройством осуществляется с помощью промышленного шагового двигателя, который обеспечивает миллисекундную точность программирования скорости вращения вала. Благодаря этому удалось добиться точного позиционирования и равномерности хода шток-мешалки. Кроме того, разработана специальная система расположения роликовых подшипников. Данная конструкция позволила значительно увеличить срок службы перемешивающего узла.

Техническим особенностям нашего прибора посвящён специальный выпуск дискуссионно-образовательного клуба МОСТ (рис. 4).

Как и любое измерение, определение числа

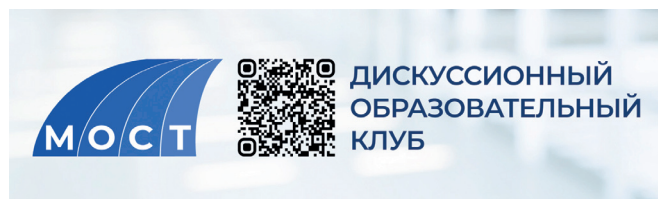


Рис. 4. Дискуссионно-образовательный клуб МОСТ

падения – это многофакторная задача. Определение ЧП на приборе – это лишь один из этапов проведения испытаний. Не менее важный этап – это организация правильной работы с прибором и пробоподготовка. При этом основной вклад в погрешность вносят такие факторы, как качество размолла пробы и равномерность её перемешивания с водой.

Одним из направлений компании «ЭКАН» является разработка и производство вспомогательного лабораторного оборудования. Разработанные нами лабораторные мельницы молоткового типа «БОРЕЙ» и «КАЛИБР» (рис. 5) быстро и качественно измельчают пробы зерна, обеспечивая мелкодисперсный размол со стабильным размером частиц, который необходим для получения точных и воспроизводимых результатов при определении числа падения.



Рис. 5. Мельницы «БОРЕЙ» и «КАЛИБР»

Следующим моментом, влияющим на результат определения ЧП, является встряхивание пробы с водой для получения однородной суспензии. Ручное взбалтывание пробирок зачастую приводит к отклонениям в результатах анализа и увеличивает разницу между параллельными определениями. Основным способом решения этой проблемы – автоматизация процедуры встряхивания образца с водой. Применение встряхивателя «ВУЛКАН» (рис. 6) на этом этапе анализа, автоматизирует процесс взбалтывания и минимизирует риск систематической ошибки.

В комплекте с лабораторной мельницей «БОРЕЙ» или «КАЛИБР» и встряхивателем «ВУЛКАН» вы



Рис. 6. Встряхиватель «ВУЛКАН»

сократите время проведения анализа, снизите влияние человеческого фактора, обеспечите удобство работы специалиста и получите воспроизводимый и точный результат определения ЧП.

Установка для определения числа падения «ТЕХЭК-АЛЬФА» (рис. 7) – это результат тщательной работы специалистов ГК «ЭКАН», которые учли все аспекты процесса измерения числа падения. Благодаря использованию современных инженерных решений наш прибор «ТЕХЭК-АЛЬФА» является эффективным, удобным и надёжным инструментом для современных лабораторий.

Рис. 7. Установка для определения числа падения «ТЕХЭК-АЛЬФА»

