

10. Палкин Г.А. Некоторые особенности строения костяка кроликов в зависимости от типа конституции // Матер. докладов научной конференции, посвященной 50-летию Октябрьской социалистической революции. – Казань, 1967. – С. 212-213.

11. Палкин Г.А. Краткие итоги работ по изучению морфологических особенностей

основных типов конституции сельскохозяйственных животных // Матер. конференции, посвященной 95-летию Казанского ветеринарного института. – Казань, 1968.

12. Kunzel D. Gute Felltrager gewinnen bei schooner Korperform // Garten Kleintierzucht J. – 1988. – Т. 27. – № 13. – С. 10.



УДК 633.854.59

**Т.П. Кулагина,  
Ю.Б. Курков,  
Т.А. Краснощекова,  
А.Ю. Курков,  
А.Ф. Гудкин**

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ГИДРОЛИЗА ПРОРАЩЁННЫХ СЕМЯН СОИ

**Ключевые слова:** гидролиз, проращённые семена сои, комбикорма-концентраты, инактивация, антипитательные свойства, активность уреазы.

### Введение

В последнее время при кормлении крупного рогатого скота и свиней используются рационы, в состав которых включаются комбикорма-концентраты с использованием семян сои. Однако при использовании семян сои возникает необходимость снижения активности веществ антипитательного характера, содержащихся в них.

Анализ способов инактивации антипитательных веществ семян сои показал, что менее затратными и энергоёмкими являются способы, связанные с воздействием химических агентов и воды на молекулы белков-ингибиторов [1, 2]. Неперевариваемые олигосахариды сои (раффиноза, стахиоза) достаточно эффективно удаляются в процессе производства концентрированных белковых соевых продуктов при промывке обезжиренного соевого шрота с целью выделения растворимых веществ. Лектины также хорошо извлекаются с помощью воды и спирта, наряду с традиционными спо-

собами отделения раффинозы и стахиозы промывкой водными растворами кислот, щелочей или этанола при производстве соевых белковых концентратов или изолятов. Значительное снижение веществ антипитательного характера и повышение усвояемости продуктов из сои возможно также в процессе гидролиза [1].

В процессе исследований была поставлена следующая **цель:** повышение эффективности инактивации антипитательных веществ в сое при приготовлении комбикормов-концентратов за счет совершенствования процесса гидролиза семян сои. При этом решалась **задача** обоснования технологических параметров процесса частичного гидролиза проращённых семян сои.

**Анализ исследований процесса гидролиза семян сои.** Гидролиз в определенных пределах может увеличивать перевариваемость соевых белков, т.к. при этом может повышаться активность некоторых химических групп, облегчаться воздействие на белки протеолитических ферментов. Процесс идет с присоединением воды и образованием азотистых соединений, при этом происходит деструкция белков, в результате которой происходит разрыв пептидных связей

белковой молекулы. Гидролиз может быть полным или частичным в зависимости от способа расщепления. При частичном гидролизе соевых белков сначала образуются сложные смеси различных пептидов, а затем на смесь свободных белковых аминокислот уже в организме животного или человека [3], хотя этот тип гидролиза проходит не более чем на 70-80% расщепления, компоненты физиологичны, легко проникают в клетку и включаются в процессы клеточного метаболизма. При этом в результате частичного гидролиза образуются пептиды, которые являются биологически активными соединениями [1].

С учетом наименьших затрат на инактивацию веществ антипитательного характера в последнее время нашли применение технологии приготовления кормов для сельскохозяйственных животных с использованием пророщенных семян сои. Пророщенные семена сои богаты белком, углеводами, витаминами, ферментами. В проростках сои содержатся высококачественные белки и жиры, клетчатка, лецитин, большое количество кальция, калия, магния, железа, цинка, селена, а также фосфор, марганец, фтор, медь, кобальт, витамины С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, каротин. Установлено, что при проращивании семян сои снижается содержание антипитательных веществ, тетра- и трисахаридов (раффиноза и вебаскоза со стахиозой гидролизуются до моносахарида – глюкозы), значительно снижается активность ингибиторов трипсина и химотрипсина, что приводит к повышению переваримости белков (с 70 до 95% по сравнению с контролем из цельно-смолотой непроросшей соей) [4-6].

На основании анализа способов инактивации антипитательных веществ в семенах сои можно предположить, что наиболее эффективным является частичный гидролиз, который в настоящее время остается неизученным. В то же время использование частичного гидролиза пророщенных семян сои позволяет получить продукт с улучшенными функциональными свойствами. Обоснование технологических параметров данного процесса даст возможность судить о целесообразности приготовления кормовых и пищевых продуктов на основе пророщенных гидролизированных семян сои.

#### Объект и методы исследований

В качестве объекта исследований был принят технологический процесс частичного гидролиза пророщенных семян сои.

Общей методологической основой исследований являлось использование системного подхода, обеспечивающего рассмотрение процесса гидролиза семян сои с учетом взаимосвязей качества приготавливаемых

кормов с технологическими и конструктивными параметрами технических средств.

Экспериментальные исследования проводились на смесителе-экстракторе с активным рабочим органом (мешалкой) с использованием методов планирования многофакторных экспериментов и математического моделирования. Анализ и обработка полученного экспериментального материала осуществлялись с помощью методов математической статистики.

Эффективность процесса инактивации антипитательных веществ при гидролизе пророщенных семян сои оценивали по уреазной активности, которая определялась по ГОСТ 13979.9-69 «Жмыхи и шроты. Методика выполнения измерений активности уреазы». Сущность метода заключается в изменении pH фосфатного буферного раствора, который образуется в результате воздействия уреазы на содержащуюся в растворе мочевины.

Температура инактивирующего раствора принята на основании анализа ранее проведенных исследований процессов гидролиза соевого белка и инактивации антипитательных веществ в соевом зерне в пределах 65-70°C [1, 2, 4, 5].

В результате предварительных поисковых исследований установлено, что наиболее рационально проводить частичный гидролиз пророщенных семян сои инактивирующим раствором лимонной кислоты или хлорида кальция (кальциевой солью соляной кислоты) с водой при вращении массы в смесителе-экстракторе и нейтрализацией раствором каустической соды (гидроксидом натрия (NaOH)) с водой. Предварительное проращивание семян сои необходимо проводить в течение 3-5 сут.

#### Экспериментальные исследования и их результаты

В результате проведенного отсеивающего эксперимента были определены факторы, оказывающие наибольшее влияние на процесс гидролиза пророщенных семян сои, к ним относятся: массовое отношение пророщенных семян сои к инактивирующему раствору (гидро модуль) ( $K$ ), концентрация лимонной кислоты в инактивирующем растворе  $L$  (%), продолжительность гидролиза  $T$  (мин.), угловая скорость вращения рабочего органа смесителя-экстрактора  $\omega$  ( $c^{-1}$ ).

По результатам экспериментальных исследований выявлено, что на процесс инактивации антипитательных веществ в соевом зерне при частичном гидролизе пророщенных семян сои значительное влияние оказывает концентрация лимонной кислоты во вносимом растворе (рис. 1).

Анализ зависимости данных показателей выявил, что при продолжительности гидролиза ( $T = 35$  мин.), массовом отношении пророщенных семян сои к инактивирующему раствору ( $K = 1:1$ ), угловой скорости вращения рабочего органа смесителя-экстрактора ( $\omega = 35,8$  с<sup>-1</sup>) повышение концентрации реагента во вносимом растворе с 0,2 до 1% лимонной кислоты приводит к значительному снижению активности уреазы в гидролизуемой суспензии. При дальнейшем увеличении концентрации реагента во вносимом растворе, хотя и наблюдается снижение антипитательных свойств гидролизуемых пророщенных семян сои, темпы его не высоки. Оптимальная концентрация вносимой лимонной кислоты при

приготовлении инактивирующего раствора находится в пределах от 1 до 1,4%.

Исследование влияния продолжительности гидролиза на изменение активности уреазы показало, при массовом отношении измельченных пророщенных семян сои к инактивирующему раствору (гидромодуль) ( $K = 1:1$ ), концентрации лимонной кислоты в инактивирующем растворе ( $L = 1\%$ ) и угловой скорости вращения рабочего органа смесителя-экстрактора ( $\omega = 35,8$  с<sup>-1</sup>) инактивация начинается не сразу после внесения раствора, а спустя 7-0 мин. Причем зависимость данных показателей усиливается с увеличением продолжительности гидролиза до 35 мин. Дальнейшее увеличение продолжительности гидролиза не значительно влияет на исследуемый процесс.

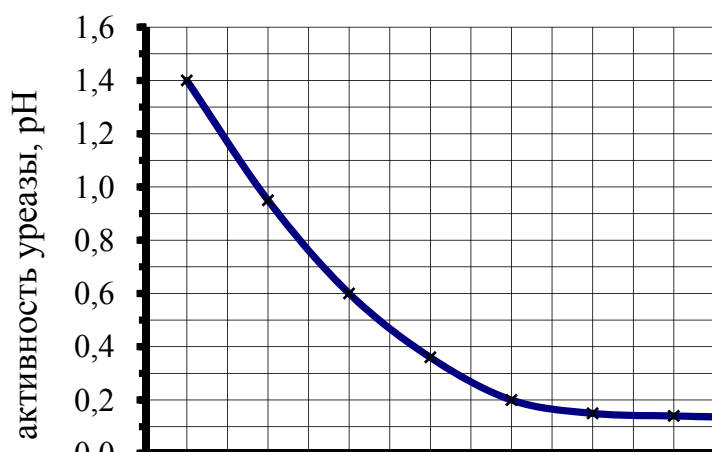


Рис. 1. Изменение активности уреазы А (рН) в гидролизованных пророщенных семенах сои от концентрации лимонной кислоты в инактивирующем растворе L (%)

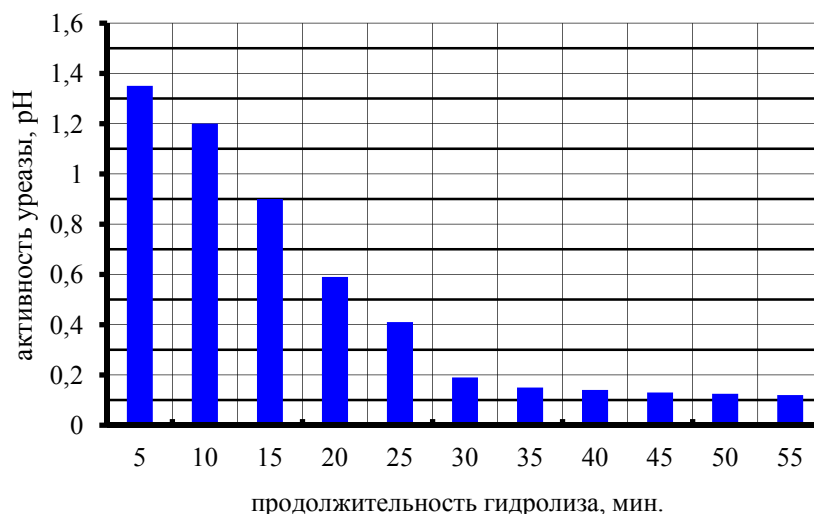


Рис. 2. Изменение активности уреазы А (рН) в гидролизованных пророщенных семенах сои от продолжительности гидролиза T (мин.)

В процессе проведенных экспериментальных исследований также установлено, что на темп инактивации антипитательных свойств семян сои оказывают влияние количество вносимого раствора (гидромодуль) и частота вращения гидролизуемой массы в смесителе-экстракторе. Последнее объясняется частичной экстракцией суспензии, вызванной механическим воздействием рабочего органа смесителя. При этом увеличивается скорость гомогенизации и взаимодействия суспензии с химическими реагентами.

#### Выводы

1. Полученные данные позволяют рекомендовать при производстве комбикормов-концентратов использовать частично гидролизированные проращённые семена сои, что способствует получению продукта с улучшенными функциональными свойствами.

2. Оптимальная концентрация вносимой лимонной кислоты при приготовлении инактивирующего раствора для гидролиза находится в пределах от 1 до 1,4% при его температуре 65-70°C.

3. Массовое отношение проращённых семян сои к инактивирующему раствору (гидромодуль) ( $K=1:1$ ), продолжительность гидролиза 35-40 мин.

#### Библиографический список

1. Бегулов М.Ш. Основы переработки семян сои. – М., 2006. – 181 с.
2. Пустовой Е.А. Влияние физико-химических способов воздействия на инактивацию антипитательных веществ, содержащихся в зерне сои: дис. канд. с.-х. наук. – Благовещенск: ДальГАУ, 2000. – 132 с.
3. Филиппович Ю.Б. Основы биохимии. – М., 1993. – С. 256-258.
4. Петибская В.С., Шабалта О.М., Кочегура А.В., Зеленцов С.В. Повышение биологической ценности семян сои пищевого назначения // Изв. вузов. Пищевая технология. – 1997. – № 2-3. – С. 19-22.
5. Доценко С.М., Филонова О.В., Любимова О.И. Биотехнологические основы разработки способа получения соевого белково-минерального продукта // Вопросы переработки сельскохозяйственной продукции: сб. науч. тр. – 2008. – Вып. 6. – С. 102-107.
6. Поландова Р.Д., Стрелькина А.И., Котельников Н.Н., Пучкова Л.И. Применение биоактивированной сои в хлебопечении // Хлебопечение России. – 2006. – № 1. – С. 10-11.

