

Автореф.
Д 53

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВУЗОВ

ОДЕССКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ МУКОМОЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭЛЕВАТОРНОГО ХОЗЯЙСТВА
имени И. В. СТАЛИНА

Доцент Б. С. ДМИТРИЕВ

**ИССЛЕДОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ
АКТИВНОСТИ ЗЕРНА И ПРОДУКТОВ
ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ**

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ,
ПРЕДСТАВЛЕННОЙ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Научный руководитель—заведующий кафедрой биохимии зерна,
доктор биологических наук, профессор Н. В. РОМЕНСКИЙ

Одесса, 1953 г.

Автор
Д 53

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВУЗОВ
—
ОДЕССКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ МУКОМОЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭЛЕВАТОРНОГО ХОЗЯЙСТВА
имени И. В. СТАЛИНА

Доцент Б. С. ДМИТРИЕВ

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ЗЕРНА И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

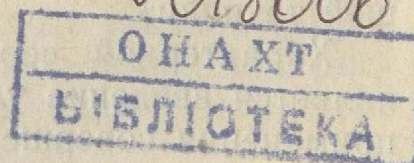
АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ,
ПРЕДСТАВЛЕННОЙ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Научный руководитель—заведующий кафедрой биохимии зерна,
доктор биологических наук, профессор Н. В. РОМЕНСКИЙ

ОНАХТ 22.09.11
Исследования в облас



v018006



ОДЕССА, 1953 год.

1. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕМЫ

Развитие мукомольной и крупяной промышленности и элеваторного хозяйства в СССР связано с проблемой хранения и переработки громадных масс зерна различных культур, что приобретает особое значение в послевоенное время в связи с осуществлением Сталинского плана преобразования природы.

Контрольные цифры послевоенного пятилетнего плана по мукомольной промышленности выполнены.

Запланировано значительное увеличение числа элеваторов различных типов.

Директивы XIX съезда партии по пятому пятилетнему плану развития СССР на 1951—1955 годы предусматривают увеличение за пятилетие валового урожая зерна на 40—50 проц., в том числе пшеницы на 55—65 процентов; эта директива XIX съезда партии теснейшим образом связана с директивой о двукратном увеличении государственных материальных и продовольственных резервов, могущих обеспечить страну от всяких случайностей.

Необходимость и значение этих грандиозных народнохозяйственных мероприятий и самих директив XIX съезда партии научно обоснованы в новом гениальном труде товарища Сталина «Экономические проблемы социализма в СССР», имеющем громадное значение для марксистско-ленинской теории, для всей нашей практической деятельности.

Значение этих народнохозяйственных мероприятий и значение директив XIX съезда партии определяется сущностью установленного товарищем Сталиным основного экономического закона социализма: «Обеспечение максимального удовлетворения постоянно растущих материальных и культурных потребностей всего общества путем непрерывного роста и совершенствования социалистического производства на базе высшей техники».

Характерной чертой современного советского мукомолья является введение улучшенных сортовых помолсов, требующих применения совершенных методов подготовки зерна к помолу (увлажнение, холодное и горячее кондиционирование, смешивание зерна, улучшение дефектного зерна, сушка и др.). Развивается производство специальных видов крупы и пищевых концентратов из зерна.

Больших успехов достигла в нашей стране технология муки, важнейшим направлением которой является основанная на биохимии технология хлебопечения, тесно связанная с технологией зерна и сельскохозяйственным производством.

Значение химии в хранении и технологии зерна непрерывно растет.

Замечательным примером научного предвидения является мысль Маркса: «По мере овладения человечеством химическими методами и реакциями, механическая обработка будет все более и более уступать место химическому воздействию».

В приложении к конкретным задачам хранения и переработки зерна, это высказывание Маркса имеет весьма широкий смысл. Хотя механические методы переработки зерна, повидимому, надолго сохраняют свое значение, роль химии в этой области промышленности непрерывно возрастает.

Основные направления химизации технологии зерна и его хранения, как нам кажется, сводятся к следующему.

1. Изучение (в статике и динамике) химического состава и ферментативного комплекса зерна различных культур и сортов и продуктов, получаемых из этого зерна.

2. Изучение пищевой ценности зерна с целью изыскания новых путей в технологии зерна и производства новых видов пищевых продуктов.

3. Применение и усовершенствование химических методов контроля хранения зерна и зерновых продуктов.

4. Разработка совершенных методов газации и дегазации зерна и складской емкости.

5. Установление и введение в практику производства рациональных режимов сушки и водно-тепловой обработки зерна и зерновых продуктов на основе изучения происходящих при этом биохимических и химических изменений.

6. Лабораторная проверка и введение в практику производства совершенных химических, физических и физико-химических методов контроля технологических процессов и разработка новых методов.

Предлагаемая работа является итогом экспериментальных исследований автора в области ферментативной активности зерна и продуктов его переработки.

Основное направление работы — методико-аналитическое. В ней, в известной мере, отражен также опыт учебной и производственной работы в области специальных химических дисциплин, в частности, биохимии зерна и техно-химического контроля производства.

В практике техно-химического контроля мукомольного, крупяного и хлебопекарного производства, а также в контроле хранения энзиматические показатели находят себе ограниченное применение.

Рекомендуется определение мальтозного числа по методу автолиза — в лабораториях хлебозаводов.

Применяется «автолитическая проба» для ржаной муки.

С действием ферментов связано газометрическое определение газообразующей способности муки, определение подъемной силы дрожжей в этих же лабораториях.

В мукомольных, крупяных и элеваторных лабораториях определение активности ферментов не применяется и единственным химическим анализом, связанным с действием ферментов, является определение кислотности.

Большое значение для характеристики качества зерна и продуктов его переработки имеет активность гидролаз. Активность этих ферментов служит важным показателем физиологического состояния зерна и косвенно характеризует хлебопекарные качества различных видов зерна, перерабатываемого в муку.

Активность гидролаз крупяного зерна и крупы изучена недостаточно.

Суммарная активность α - и β -амилазы солода и зерна служила объектом многих исследований отечественных и иностранных авторов.

Инвертаза зрелого зерна различного физиологического состояния изучена в меньшей степени. Этим вопросом занимались советские исследователи: Н. И. Соседов и З. Б. Дроздова, А. Р. Кизель и Михлин, А. Л. Курсанов и др. Ими впервые были разработаны рациональные методы извлечения и количественного определения активности инвертазы зерна.

Определение гидролитической активности инвертазы зерна различных культур представляет интерес, так как оно может дать новый фактический материал, полезный в методико-аналитическом отношении и в определенной степени применимый для контроля физиологического состояния зерна в процессе хранения.

Инвертаза — не второстепенный фермент в сложном комплексе ферментов зерна, хотя бы потому, что из растворимых углеводов зерна сахароза стоит на первом месте (1—2% и больше).

Наряду с изложенными общими соображениями, одной из причин выбора темы были наблюдения автора, связанные с изучением способности зерна адсорбировать воду. В одной из работ автора (1940) было показано, что наличие инвертазы в зерновой суспензии уменьшает поляриметрический отсчет зерновой вытяжки, что обуславливает пониженные расчетные количества связанной воды.

Метод нерастворяющего объема был подробно разработан в СССР А. В. Думанским, который применил для этой цели рефрактометр, интерферометр и чувствительные химические

методы. Им же была указана возможность применения для этой цели поляриметра.

Автором данной работы были выведены расчетные формулы, учитывающие сложные условия определения связанной зерном воды посредством поляриметрирования 2-х зерновых вытяжек (с прибавленной сахарозой и без нее).

Подробная расчетная формула такова:

$$x = \frac{100 [(\alpha_2 - \alpha_0) hp + 100 (\alpha_2 - \alpha_1 - \alpha_0) (\nu - \nu p_1 - \Delta)]}{(\alpha_2 - \alpha_1) (100 - h) p}$$

Здесь x — мл связанной воды на 100 г сухого вещества коллоида (муки),

α_0 — контрольный отсчет вытяжки без сахарозы,

α_1 — отсчет для сахарного раствора до адсорбции воды коллоидом,

α_2 — отсчет для сахарного раствора после адсорбции воды.

Активность зерновой инвертазы обуславливает уменьшение отсчета α_2 и уменьшение расчетной величины нерастворяющегося объема x .

Определение активности инвертазы в зрелом зерне и зерновых продуктах невозможно без учета суммарного эффекта α и β — амилазы (собственно, сахарообразующей способности муки).

Вполне естественно, что методам определения активности амилазы было уделено большое внимание.

Применение иодометрического полумикрометода определения восстанавливающих сахаров (по Иссекутцу) обусловило необходимость проверочной методической работы.

Целесообразность и необходимость внедрения быстрых физико-химических методов в практику производственных лабораторий несомненна.

В предлагаемой работе этому вопросу уделено значительное внимание (поляриметрическое определение активности инвертазы и амилазы).

Автором проведено исследование двух модификаций извлечения собственных сахаров зерна, сравнительно с обычно применяемой методикой ВНИИЗ.

Весьма важной группой гидролаз зерна являются протеазы.

Автором проведено определение активности протеаз и амилаз зерна различной влажности, подвергнутого тепловой обработке.

Некоторые, по нашему мнению, существенные аналитические вопросы, связанные с экспериментальным материалом настоящей работы, изложены в приложениях.

II. Методы исследования.

Анализ литературных данных (работы Н. И. Соседова, А. Р. Кизеля, А. Л. Курсанова и др.) и эксперименты автора привели к разработке методики совместного определения активности амилазы и инвертазы. Метод заключается в воздействии зерновой суспензии на забуференный раствор чистой сахарозы в течение 1 часа при температуре 30°.

После осаждения коллоидов в слабо кислой среде ($\text{ZnSO}_4 + \text{NaOH}$), в полученном фильтрате определяются восстанавливающие сахара. Контрольный фильтрат — без сахарозы. Оба результата определения сахаров рассчитываются на глюкозу. Разность весовых количеств глюкозы для контроля и опыта характеризует активность инвертазы. Контрольный результат при расчете на мальтозу выражает активность амилазы по методу автолиза.

Метод определения сахаров был предварительно подвергнут испытанию в смысле воспроизводимости результатов и в отношении поглощения иода веществами вытяжки.

Необходимо отметить, что в условиях настоящей работы поглощение иода не могло иметь особого значения, так как определение активности инвертазы проводилось по разности.

Поглощение иода в условиях феррицианидного метода незначительно и обычно отвечает сотым долям мл децинормального раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (для зерна пшеницы).

Определения активности инвертазы в нормальном и испорченном пшене и в зерне кукурузы, проведенные химическим и поляриметрическим путем, дали удовлетворительно совпадающие результаты.

Поляриметрированию подвергались фильтраты, служившие для иодометрического определения.

Для расчета поляриметрического определения необходимо иметь два отсчета — для опытной и контрольной вытяжки и точную дозировку чистой сахарозы.

Основная расчетная формула имеет такой вид:

$$x = \frac{66,5^\circ pl - [\alpha_m] v}{83,3 l} \text{ г,}$$

где x — число г инвертного сахара, образовавшегося в объеме v мл, $66,5^\circ$ — удельное вращение сахарозы, p — точная навеска сахарозы в объеме v , l — длина трубки в дециметрах, $[\alpha_m]$ — вращение смеси сахаров вытяжки после гидролиза сахарозы.

Учитывая, что отсчеты проводились при помощи сахариметра с нормальной сахарной шкалой и вводя отсчеты контроля и опыта, получаем формулу:

$$= \frac{66,5^\circ pl - (\alpha_2 - \alpha_1) 0,3462 v}{83,3 l} \text{ г}$$

Число мг инвертного сахара, считая на P_2 сухого объекта исследования (зерна), выражается так:

$$x = \frac{[66,5^\circ pl - (\alpha_2 - \alpha_1) 0,3462 v] P \cdot 10^5}{83,3 l p_1 (100 - h)} \text{ мг},$$

где p_1 — навеска зерна, отвечающая объему v .

Были учтены два источника погрешности: 1) объем сухого вещества зерна, 2) объем коллоидно-связанной зерном воды на навеску p_1 .

Исправленный объем

$$v_{испр.} = \left[v_k - \frac{(100 - h) p_1}{100 d} - \frac{(100 - h) p_1 \cdot w}{100} \right],$$

где v_k — объем мерной колбы в мл, дробь — объем сухого вещества зерна и объем адсорбционно связанной зерном воды на навеску p_1 .

Аналогичные расчетные формулы были выведены для расчетов опытов с вытяжками.

Результаты параллельных определений активности инвертазы и амилазы по двум методам даны в сводной таблице 1.

Таблица 1

Объекты исследования	Состояние продукта	Метод	Инвертн. сахара в мг	Инвертн. сахара на 10 г с. в.	Д А в мг на 10 г с. в.
Кукуруза	Неувлажн.	Иодометр.	1,2	44	337
"	Увлажн. для прорастания	Иодометр.	1,6	75	516
"	Неувлажн.	Поляриметр.	1,1	41	367
"	Увлажн. для прорастания	Поляриметр.	1,9	87	537
Пшено	Вл. 14,5%	Иодометр.	0,9	18	155
"	Вл. 14,5%	Поляриметр.	0,7	15	—
"	Плесневелое	Иодометр.	6,8	1750	587
"	"	Поляриметр.	7,0	1794	0

III. Определение активности инвертазы и амилазы зерна и продуктов его переработки.

Совместные определения активности инвертазы и сахарообразующей активности по методу автолиза проводились в следующих объектах: в двух образцах товарной пшеницы урожая 1945 г. (озимая, 4 тип), «Одесская 3», в зерне ячменя «Одесский 9», в зерне кукурузы «Броун-Конти», в просе товарном (смесь сходов с сит 2,0, 2,2, 2,5 мм), в пшене товарном 1 сорта, в пшеничной муке 80% лабораторного помела.

Предварительно были испытаны 3 способа инактивации ферментов:

- 1) инаktivация нагреванием,
- 2) инаktivация 0,7% H_2SO_4 (по Блишу),
- 3) инаktivация смесью ($\text{ZnSO}_4 + \text{NaOH}$).

Первые два способа дали неудовлетворительные результаты и инаktivация проводилась нами по третьему способу. Определения осуществлялись в условиях действия суспензии на раствор сахарозы. Действие вытяжки обычно почти не улавливалось, что объясняется прочностью связи инвертазы с белково-липидным комплексом зерна (А. И. Опарин и др.).

Результаты опытов с несколькими образцами нормального зерна пшеницы показали, что кратковременное (1 ч.) воздействие зерновой суспензии на раствор сахарозы дает измеримый гидролитический эффект, причем количество образовавшегося инвертного сахара возрастает в зависимости от времени и температуры опыта.

За 1 час при температуре 30° образовывалось 10—15 мг инвертного сахара, считая на 10 г сухого вещества зерна.

При 40° — свыше 50 мг. Эти опыты проводились с пятиграммовыми навесками пшеницы. Сахарообразующая способность по методу автолиза при этом изменялась от 140 до 280 мг.

Сопоставление этих чисел указывает на практическую возможность быстрого совместного определения сахарообразующей способности зерна и гидролитической активности инвертазы.

Результаты опытов с кукурузой «Броун-Конта» показали, что при хранении увлажненного до 17 и 19% зерна гидролитическая активность инвертазы не обнаружила значительных и характерных изменений. Образцы хранились в лабораторных условиях в течение 3-х недель при температуре 20—25°. Абсолютные величины активности были довольно значительны — около 50 мг на 10 г сухого вещества. Величины диастатической активности также не изменились, что свидетельствовало о нормальном состоянии зерна.

Неувлажненное зерно пшеницы «Одесская 3» обнаружило крайне незначительную гидролитическую активность — близкую к нулю, активность зерна, увлажненного до 15,5 и 17%, заметно увеличилась после трехнедельного хранения (до 70 мг и выше).

Зерно проса, обнаружившее значительную активность инвертазы — 80—90 мг на 10 г сухого в-ва, увлажнялось до 17 и 19% и хранилось в течение 18 дней. Увеличение активности инвертазы не наблюдалось, в соответствии с чем зерно оставалось органолептически нормальным.

Активность амилазы несколько повысилась при увлажнении до 19%.

Опыты с пшеном показывают, что ферментативная активность крупы ниже, чем у зерна.

Активность инвертазы пшена — 15—25 мг на 10 г сухого вещества.

Определение активности гидролаз различных видов крупы представляет интерес и может служить полезным дополнительным показателем контроля хранения этих пищевых продуктов.

Было замечено, что активность инвертазы увлажненного до 19% пшена возрастала в 2—3 раза в тех случаях, когда оно не подсушивалось в процессе хранения.

Было установлено также, что пшено не плесневелое, но с адсорбированным затхлым запахом имело обычную низкую активность инвертазы и нормальную диастатическую активность по методу автолиза.

Плесневение вызывает резкое повышение активности инвертазы, причем основную роль здесь играет жизнедеятельность плесневых грибов.

Величина активности инвертазы может в таких случаях применяться для уточнения и количественно-аналитического выражения результатов органолептических испытаний.

Активность инвертазы пшеничной муки очень низка — 10—12 мг глюкозы на 10 г сухого вещества.

Не исключена возможность характеристики дефектной пшеничной муки (из зерна проросшего, морозобойного, пораженного клопом-черепашкой).

Были проведены определения активности инвертазы в прорастающем зерне пшеницы, кукурузы, проса и ячменя. Зерно, хранившееся, после надлежащего интенсивного увлажнения, в течение 2-х и 3-х дней, обнаружило заметное увеличение активности инвертазы (примерно, в два раза), причем это увеличение было того же порядка, что и для диастатической активности.

Необходимо указать, что высокая сахарообразующая способность муки по методу автолиза может зависеть от видовых и сортовых особенностей зерна. Таким образом, низкая («нулевая») активность инвертазы при высокой сахарообразующей способности будет характеризовать муку из нормального зерна.

Испытание примененного в настоящей работе химического метода определения активности инвертазы показало его удовлетворительную сходимость, особенно, при применении малых навесок — 1 г вместо 5 г.

Химический и поляриметрический метод определения активности инвертазы может быть модифицирован для применения в контроле других отраслей пищевой промышленности, где имеют место потери сахарозы вследствие ферментативного гидролиза (свеклосахарное производство).

IV. Определение собственных сахаров зерна и продуктов его переработки.

Испытаны две модификации извлечения собственных сахаров зерна: 1) извлечение сахаров 0,50 и 0,25% HCl , 2) извлечение 6% раствором $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. Опыты показали удовлетворительную сходимость полученных результатов с результатами определения собственных сахаров по инструкции ВНИИЗ 1931 года (разрушение ферментов кипящим спиртом с последующим часовым настаиванием с водой при 27°).

Критически обсуждена методика извлечения сахаров по Блишу — применение 0,7% H_2SO_4 в условиях сильного охлаждения.

Продолжительность определения собственных восстанавливающих сахаров составляет около 1,5—2 часов, что достигается устранением операции выпаривания спирта и настаивания с водой в термостате в течение 1 часа.

V. Активность протеолитических и амилолитических ферментов прогретого зерна пшеницы.

Активность протеолитических и амилолитических ферментов зерна пшеницы изучалась в соответствии с общей задачей, выдвинутой в свое время Одесским институтом и. м. п. и э. х. им. И. В. Сталина — установление новых режимов сушки зерна (И. И. Ленарский и П. Н. Платонов). Изменения протеазного и амилазного комплекса зерна дают возможность констатировать изменения состояния зерна и сделать предварительные выводы об изменениях газоудерживающей и газообразующей способности муки из прогретого зерна.

Опыты проводились с зерном, прогретым при определенных режимах температуры и влажности, установленных и применявшихся И. И. Ленарским. Прогрев проводился в лаборатории кафедры биохимии зерна. Железные трубки с зерном прогревались в течение 1 часа в водяной бане с учетом времени, необходимого для достижения желательной температуры зерна. Объект исследования: зерно «Одесская 12» урожая 1948 г.

Режимы были применены следующие:

- 1) влажность 14,5%, температуры прогрева — 62° , 70° , 78° ;
- 2) влажность 15,5%, температуры прогрева — 60° , 68° , 76° ;
- 3) влажность 18%, температуры — 55° , 64° , 70° ;
- 4) влажность 21%, температуры — 54° , 60° , 66° .

Чем выше влажность зерна, тем ниже примененные в работе температурные режимы прогрева.

Согласно данным Ленарского, температуры 62° , 60° , 55° , 54° практически не вызывают денатурации белков, 70° , 68° , 64° , 60° обуславливают денатурацию до 5%, 78° , 76° , 70° , 66° — до

10% (в каждом случае, при нагревании в течении 1 часа и при соответствующей влажности зерна).

Было предположено, что белковая природа ферментов должна обусловить параллелизм в ходе денатурации белков и изменения активности протеолитических и амилолитических ферментов.

Автором настоящей работы подвергнута критике работа Геддеса, который анализировал не прогретое зерно пшеницы, а муку 1-го сорта, полученную из прогретого зерна, причем опыты проводились при постоянной влажности зерна—13,9%. Учет активности протеолитических ферментов проводился Геддесом мало чувствительным методом определения аминного азота по Серенсену.

Применение методов Серенсена и Ван-Сляйка в условиях предлагаемой работы было излишне, так как эти методы не дают указаний относительно активности дезагрегирующих ферментов типа протеиназ.

Можно было бы воспользоваться методом определения суммарной активности протеаз по А. И. Баху и А. И. Опарину. Метод основан на уменьшении количества белкового азота в процессе протеолиза при температуре 37°.

А. И. Проскуряков и Е. В. Бухарина (1942) в работе об особенностях протеазной системы зерна, пораженного клопом-черепашкой, применили определение водорастворимого азота в нормальном и пораженном зерне. Этими авторами было проведено несколько таких определений (параллельно с определением аминного азота по Ван-Сляйку).

Считая, что этот способ определения суммарной протеазной активности имеет общее значение, автор настоящей работы применил такую методику: две пробы по 20 г зернового размола, просеянного через проволочное сито № 24, настаиваются с 200 мл прокипяченной дистиллированной воды при температуре 37° в течение 1 часа и 3-х часов; контрольная проба взбалтывается в течение 3 минут при 37°.

Ферментативная природа роста количества водорастворимого азота была подтверждена рядом предварительных опытов.

Поглощение NH_3 производилось $\frac{N}{10} HCl$; индикатор—метилоранж. Метилрот в присутствии CO_2 и карбонатов можно с успехом применять при нагревании титруемого раствора. Титрование с нагреванием усложняет анализ. Во всех случаях следует проводить контрольное обратное титрование кислотой.

Чувствительность и воспроизводимость примененной нами методики была вполне удовлетворительной—расхождения параллельных были порядка 0,0000—0,0005 г водорастворимого азота в 50 мл фильтрата.

Результаты определений протеолитической активности зерна «Одесская 12» сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Время настаивания	Контроль (необработ.) N в %	Обработ. Вл. 14,5% N в %		Обработ. Вл. 15,5% N в %		Обработ. Вл. 18% N в %		Обработ. Вл. 21% N в %	
1	2	3		4		5		6	
3 м	0,330		0,320		0,367		0,350		0,334
60 "	0,423	62°	0,419	60°	0,459	55°	0,462	54°	0,418
180 "	0,453		0,461		0,466		0,464		0,459
3 "			0,283		0,342		0,324		0,300
60 "		70°	0,393	68°	0,423	64°	0,417	60°	0,374
180 "			0,430		0,466		0,449		0,416
3 "			0,271		0,294		0,284		0,265
50 "		78°	0,330	76°	0,377	70°	0,326	66°	0,323
180 "			0,388		0,423		0,394		0,363

Данные таблицы показывают, что % растворимого азота заметно возрастает в течение 3-х часов настаивания и что эти процентные количества растворимого азота в некоторых случаях практически одинаковы при соответствующих разных температурах прогрева зерна и содержании влаги.

Определение сахарообразующей способности зерна проведено по методу автолиза с применением иодометрического метода определения сахаров. Результаты определения сахарообразующей способности сведены в таблицу 3.

Таблица 3

Температура прогрева зерна	Вл. 14,5% мг мальтозы на 10 г с. в.	Температура прогрева	Вл. 15,5% мг мальтозы на 10 г с. в.	Температура прогрева	Вл. 18,0% мг мальтозы на 10 г с. в.	Температура прогрева	Вл. 21% мг мальтозы на 10 г с. в.
62°	273	60°	193	55°	261	54°	263
70°	215	68°	168	64°	229	60°	242
78°	186	76°	124	70°	217	66°	212

Наряду с опытами по автолизу зерновой суспензии измерено также действие вытяжки зерна пшеницы на клейстеризованный крахмал этого же зерна.

Результаты опытов с клейстером несравнимы с результатами автолиза — закономерное уменьшение активности амилаз

зерна данной влажности с повышением температуры прогрева не проявилось в опытах с клейстером. Можно отметить только, что диастатическая активность зерна с влажностью 18 и 21% гораздо ниже, чем с влажностью 14,5 и 15,5%. Нужно думать, что это снижение д. а. по методу клейстера частично связано с денатурацией фермента, как белка, что затрудняло переход его в зерновую вытяжку.

VI. О поляриметрическом определении активности амилазы.

В этом разделе работы подвергнуты критическому разбору литературные материалы о продуктах ферментативного гидролиза крахмального клейстера.

Данные по удельному вращению этих продуктов не могут быть непосредственно применены для поляриметрирования автолизатов зерна. Количественный метод определения диастатической активности может быть выработан в результате установления приблизительного постоянства отношения

$$\frac{\alpha}{\text{мальтозное число}},$$

где α — поляриметрический отсчет для стандартно приготовленной вытяжки. Постоянство этого отношения дает количественное представление о суммарной сахарообразующей способности в обычных единицах (для нормального зерна).

Следует испытать также применимость расчетных формул

$$\text{I } x = \frac{(\alpha_2 - \alpha_1) 100}{136^\circ l} \text{ и II } x = \frac{(\alpha_2 - \alpha_1) \cdot 100}{152^\circ l},$$

где α_2 — отсчет в градусах после автолиза, α_1 — до автолиза, 136° — удельное вращение мальтозы, 152° — средневзвешенное удельное вращение смеси мальтозы и декстрина с вращением 182° , l — длина трубки.

Проведенные автором химические и поляриметрические определения показали применимость формулы I для зерна кукурузы (таблица 1).

Опыты с испорченным пшеном дали неудовлетворительные результаты, вследствие компенсации правого вращения декстринов и мальтозы левым вращением образующегося под действием инвертазы инвертного сахара (таблица 1).

Разработка количественного поляриметрического метода определения сахарообразующей способности зерновых продуктов весьма перспективна.

VII. Приложения.

1) Об определении влажности зерна и продуктов его переработки.

Определение влажности является ответственной задачей при проведении точных технологических и биохимических ра-

бот с зерновыми продуктами. Применение обычного стандартного метода определения влажности в некоторых случаях недопустимо.

Применение чувствительных техно-химических весов и аналитического разновеса при взвешивании с учетом третьего знака, дает возможность значительно увеличить чувствительность и воспроизводимость метода определения влажности.

Автор по ряду соображений считает, что рекомендованное И. Е. Мамбишем высушивание в течение 1 часа при 130° нужно применить не только для зерна, но и для муки всех зерновых культур. Высушиваемые пробы следует ставить в шкаф с температурой порядка 70° (температура, несколько превышающая температуру клейстеризации крахмала).

Вопрос об уточнении методов определения влажности зерна и зерновых продуктов требует дальнейшего углубленного изучения, как вопрос, имеющий народнохозяйственное значение.

2) О приемах расчетов при приготовлении разведенных растворов.

При разведении концентрированных растворов веществ, не дающих значительного сжатия при растворении в воде, можно пользоваться общей формулой:

$$v_2 - v_1 = \frac{p_1 \cdot v_1 \cdot s_1}{p_2} - v_1 \cdot s_1$$

$$\text{или } v_1 = \frac{v_2 \cdot p_2}{p_2 + s_1(p_1 - p_2)},$$

где v_2 — объем приготавливаемого разведенного раствора; v_1 — вычисляемый объем концентрированного раствора, s_1 — найденная ареометром плотность концентрированного раствора, p_1 и p_2 — концентрации растворов в ‰.

Дифференцирование выражений для v_1 и v_2 дает производные, применимые для некоторых расчетов.

Эти данные изложены в приложении в связи с необходимостью точного приготовления разведенных растворов HCl для инактивации ферментов, извлечения и гидролиза углеводов зерна (см. раздел IV автореферата).

Основные выводы и практические предложения

1. Проверка воспроизводимости и чувствительности иодометрического феррицианидного метода определения восстанавливающих сахаров показала его применимость для совместного определения сахарообразующей способности и гидролитической активности инвертазы зерновых продуктов в условиях опыта, аналогичных обычному автолитическому методу определения «диастатической активности».

2. Выведены расчетные формулы для поляриметрического метода определения гидролитической активности инвертазы зерновых продуктов. Формулы выведены на основании общих физико-химических соображений и могут быть применены для количественного выражения активности инвертазы в других сложных растительных объектах.

3. Результаты поляриметрических определений удовлетворительно сходятся с результатами определений иодометрических, что указывает на возможность применения обоих методов для анализа зерновых продуктов.

4. Результаты поляриметрических опытов свидетельствуют об аддитивности вращений в сложной системе зерновой вытяжки.

5. Подвергнут критическому обсуждению вопрос о поляриметрическом определении суммарной амилалитической активности зерновых продуктов и намечены пути экспериментального решения этой задачи.

6. Определение активности инвертазы может быть применено для оценки качества зерна и продуктов его переработки, главным образом, в таких случаях:

а) для сравнительной характеристики ферментативной системы различных видов зерна,

б) для дополнительной количественной характеристики качества муки из проросшего зерна и других видов дефектного зерна,

в) для уточнения и количественного выражения органолептического испытания зерна и зерновых продуктов.

7. Выполнено сравнительное исследование двух быстрых методов извлечения собственных сахаров зерновых продуктов и показана удовлетворительная сходимость получаемых результатов с результатами стандартного определения (по инструкции ВНИИЗ).

8. Быстрые методы определения собственных восстанавливающих сахаров зерна могут быть полезны для количественной характеристики муки из дефектного зерна, так как возрастание количества сахаров связано с повышением активности карбогидразного комплекса зерна.

9. Проведено исследование протеолитической и амилалитической активности прогретого зерна пшеницы при определенных режимах влажности зерна и температуры прогрева.

10. Повышение температуры нагрева зерна, при всех испытанных величинах его влажности, обуславливает понижение % водорастворимого азота, что связано с частичной денатурацией белков зерна при нагревании (чем выше температура прогрева зерна данной влажности, тем ниже расположен график протеолиза).

11. Результаты протеолиза показывают, что примененные в работе разные режимы влажности зерна и температуры нагрева нередко вызывают почти одинаковое энзиматическое действие, что можно частично объяснить зависимостью степени денатурации фермента, как белка, от влажности зерна и температуры его нагрева.

12. Падение скорости протеолиза при более высоких температурах нагрева в условиях данного исследования не наблюдается (наклон кривой протеолиза не уменьшается).

13. Активность амилаз (по методу автолиза) уменьшается при повышении температуры нагрева зерна данной влажности.

14. Амилолитические и протеслитические ферменты зерна по-разному реагируют на определенные режимы влажности зерна и температуры нагрева, несмотря на белковую природу их коллоидных носителей.

15. Результаты проведенных в настоящем исследовании определений активности протеаз и амилаз прогретого зерна подтверждают важность и необходимость точного учета времени, влажности зерна и температуры его нагрева при установлении рациональных режимов сушки зерна.

16. Нужно предполагать, что примененные в исследовании режимы влажности зерна и температуры его нагрева не должны вызвать особо значительных изменений газоудерживающей и газообразующей способности муки, так как активность протеазного комплекса не претерпевала существенных изменений, а амилолитическая активность обычно оставалась в пределах своих средних величин (150—270 мг на 10 г сухого вещества зерна). Для решения этого вопроса необходимо испытание физических свойств теста автоматическими приборами и проведение пробных выпечек.

17. Определение водорастворимого азота, согласно примененной в данной работе рецептуре, может служить чувствительным методом определения суммарной протеолитической активности нормального и дефектного зерна и зерновых продуктов.

18. Рассмотрены и экспериментально обоснованы некоторые приемы уточнения метода определения влажности зерна и продуктов его переработки.

19. Рассмотрены и уточнены приемы расчетов при приготовлении разведенных растворов. Выведена общая расчетная формула.

