

Автор. ер.
Р 81

Министерство высшего и среднего специального образования УССР
ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М. В. ЛОМОНОSOBA

Аспирант М. В. РОШАК

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КУКУРУЗЫ
В СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЕЕ
В ПИВОВАРЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Специальность № 05.375 «Хранение зерна»
(Элеваторно-складское хозяйство)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Дереучет 19 87

Одесса — 1971

Министерство высшего и среднего специального образования УССР
ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М. В. ЛОМОНОСОВА

Аспирант М. В. РОШАК

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КУКУРУЗЫ
В СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЕЕ
В ПИВОВАРЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Специальность № 05.375 «Хранение зерна»
(Элеваторно-складское хозяйство)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

2

ОНАХТ

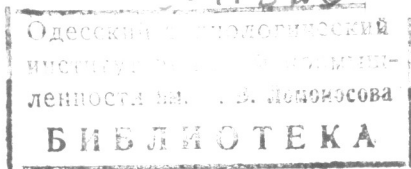
24.05.12

Исследование свойств



v011820

v011820



Работа выполнена на кафедре технологии хранения пищевых продуктов и зерноведения Одесского технологического института пищевой промышленности имени М. В. Ломоносова.

Научные руководители:

доктор биологических наук, профессор **Н. В. Роменский** ;
кандидат технических наук, доцент **В. А. Яковенко**.

Официальные оппоненты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор **М. И. Княгиничев**;
кандидат технических наук, старший научный сотрудник **А. П. Складенко**.
Оппонирующая организация — Одесский пивоваренный завод № 2.

Автореферат разослан „28“ сентября 1971 г.

Защита диссертации состоится „29“ октября 1971 г.
на заседании совета Одесского технологического института пищевой промышленности имени М. В. Ломоносова.

Просим Ваши отзывы в двух экземплярах направлять по адресу:
г. Одесса, ГСП-510, ул. Свердлова, 112. Технологический институт
пищевой промышленности имени М. В. Ломоносова.

Ученый секретарь совета
Л. ЗАПОРОЖЕЦ.

ВВЕДЕНИЕ

Директивами XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. намечен дальнейший подъем материального и культурного уровня жизни народа на основе высоких темпов развития социалистического производства, повышения его эффективности, научно-технического прогресса и ускорения роста производительности труда.

Максимальное удовлетворение потребностей человека в продуктах питания, улучшение качества и расширение ассортимента вырабатываемых пищевых продуктов при наиболее полном использовании материальных и трудовых ресурсов — главная задача пищевой промышленности в предстоящем пятилетии.

По своему химическому составу кукуруза является ценной продовольственной и кормовой культурой. Партия и правительство придавали и придают огромное значение этой культуре, как одной из важнейших в увеличении зерновых ресурсов в стране. В докладе на июльском (1970 г.) Пленуме ЦК КПСС Л. И. Брежнев отметил, что в ближайшие годы валовой сбор зерна кукурузы будет доведен до 20 млн. тонн.

Вследствие высокой концентрации крахмала в зерне кукуруза является хорошим сырьем для пивоваренной и спиртовой промышленности. Проведенные в 1952 г. во Всесоюзном научно-исследовательском институте пивоваренной промышленности исследования по применению повышенного количества несоложенных материалов (ячменной, кукурузной и пшеничной муки) показали, что кукуруза легче перерабатывается и дает более высокий выход экстракта.

Исследованиями кукурузы, как сырья для пивоваренной промышленности, занимались Н. В. Леонович, Е. А. Фадеева, Г. А. Филонова (1952—1964), Ф. Ф. Якубович,

И. А. Шакин (1962), М. Г. Вульфсон, Ф. Д. Дейнега (1957), П. М. Мальцев, Т. Н. Лаврищева (1965), В. Виндиш (1921), М. Мекис (1959), З. Пахольчик (1964), М. Синкветти (1967) и другие. Проведенными исследованиями и практическим опытом показано, что применение обезжиренной кукурузной муки в пивоварении в качестве несоложенного материала способствует выходу готовой продукции и снижению ее себестоимости. В ряде случаев кукуруза способствует улучшению качества пива.

Поскольку все имеющиеся работы по изучению кукурузы, как сырья для пивоварения, проводились без учета условий выращивания, уборки, послепосевочной обработки, хранения и других факторов, оказывающих влияние на изменение ее свойств и технологических показателей, нами была поставлена задача исследовать влияние некоторых технологических воздействий на зерно кукурузы и вырабатываемой из него крупки с точки зрения использования ее в пивоварении в качестве несоложенного материала, а именно:

1. Изучить влияние тепловой обработки (сушки и гидротермической обработки) зерна кукурузы на ее углеводно-амилазный комплекс, экстрактивность и химический состав экстрактов.

2. Исследовать влияние крупности помола и степени обезжиривания кукурузной крупки на выход и качество экстрактов.

3. Установить экстрактивность различных типов кукурузы и возможность использования их в пивоварении в качестве несоложенного материала.

4. Исследовать степень осахаривания кукурузных затворов ферментами различного происхождения и их смеси.

Основная цель предлагаемой работы состояла в том, чтобы установить возможные режимы тепловой сушки и оптимальные условия наиболее полного использования зерна кукурузы в пивоварении в качестве несоложенного материала при существующих методах его переработки.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, общих выводов и предложений, изложена на 164 страницах машинописного текста, содержит 28 таблиц и 16 рисунков. Список использованной литературы включает 279 наименований, в том числе 63 зарубежных автора.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве исходного материала для исследований использовали кукурузу зубовидную желтую — гибриды ВИР-42 и Одесская 50, ползубовидную желтую — гибрид Одесская 27 и кремнистую желтую — сорт Воронежская 76 урожая 1966—1967 гг., выращенную на сортоучастке Одесской сортоиспытательной станции.

Кукурузу ВИР-42 и Одесская 27 убирали в полной и восковой фазах спелости. Зерно и початки сушили в камерных сушилках полупроизводственного типа при температурах теплоносителя 40, 70, 140°C. Температура нагрева зерна при этом была 38, 68, 125°C. Регистрировали температуру нагрева зерна на потенциометре ЭПИ-09М2 с помощью медно-константановых термопар, помещенных в эндосперм зерновки. Экспозиция сушки в зависимости от первоначальной влажности зерна и температуры теплоносителя колебалась от 3 до 39 часов.

Указанные температуры теплоносителя применяли, исходя из следующих соображений:

1. температура 40°C полностью сохраняет семенные свойства зерна и наиболее благоприятна для действия амилаз;

2. при 70°C инактивируется β -амилаза и частично снижается качество семян;

3. при 140°C полностью инактивируются амилолитические ферменты, а зерно теряет свои семенные свойства. Кроме того, такая температура чаще всего применяется в производственных условиях при сушке продовольственного зерна, а температура от 40 до 70°C применяется при обработке несоложенных материалов в пивоварении.

Одновременно зерно полной спелости кукурузы ВИР-42 подвергали гидротермической обработке при 2 атм в течение 5 и 10 мин.

В качестве контроля во всех опытах использовали кукурузу полной спелости, не подвергавшуюся тепловой сушке.

Оценку результатов исследований проводили по показателям, приведенным в табл. 1. Результаты экспериментальных исследований обрабатывали методами математической статистики.

Влажность, вес 1000 зерен, натуральный вес, энергию

прорастания и всхожесть определяли методами ГОСТа. Соотношение анатомических частей зерновки кукурузы определяли методом Л. А. Овчар (1960).

Биохимический состав зерна и исследуемых образцов кукурузной крупки определяли: крахмал — по Эверсу, «сырой» протенин — по Кьельдалю, «сырой» жир — по Рушковскому, «сырую» клетчатку — методом Генеберга и Штомана в модификации П. В. Попова, золу — прямым сжиганием без ускорителя, кислотность — прямым титрованием водной вытяжки, сахарообразующую способность — методом ВНИИЗа при 27 и 40°C, атакуемость нативного крахмала — измененным методом З. Ф. Фалуниной и Р. Г. Рахманкуловой (1960), атакуемость изолированного крахмала — методом М. И. Княгиничева и Т. М. Горелкиной в нашей модификации. Крахмал выделяли из зерна методом «завод на столе», разработанным ВНИИКП.

Таблица 1.

Показатели оценки результатов опытов

Физические и физиологические показатели	Биохимические показатели	Технологические показатели
1. Влажность	1. Содержание:	1. Экстрактивность в зависимости от:
2. Вес 1000 зерен	крахмала,	а) режимов сушки
3. Натурный вес	«сырого» протенина,	зерна
4. Соотношение анатомических частей	«сырого» жира,	б) содержания жира
5. Энергия прорастания	«сырой» клетчатки,	в) крупности помола
6. Всхожесть	зола	г) типа кукурузы
	2. Сахарообразующая способность	2. Осахариваемость кукурузных заторов:
	3. Атакуемость крахмала ферментами	а) ферментами солода
	4. Содержание в сусле:	б) ферментами микробного происхождения
	а) общих, восстанавливающих сахаров и декстринов	в) смесями ферментов солода и ферментов микробного происхождения
	б) общего, коагулируемого и аминного азота	3. Углеводный состав кукурузного сусла
	5. Качественный состав восстанавливающих сахаров и аминокислот	4. Азотистый состав кукурузного сусла

Для исследования атакуемости крахмала в обоих случаях использовали глицериновую вытяжку диастаза из ячменного солода (ДС=336), приготовленную по

Н. Н. Иванову, и 1% растворы ферментных препаратов *Asp. oryzae* (АС=885) и *Asp. awamori* (АС=426).

Экстрактивность определяли принятым в пивоварении методом для несоложенных материалов.

Осахаривание заторов из несоложенной кукурузы проводили методом И. Я. Веселова, Л. Е. Михайловой, И. М. Грачевой с предварительной обработкой по Е. Я. Калашникову. Для предварительного разжижения крахмала вводили 50, а для осахаривания — 200 единиц АА на 100 г несоложенного материала. Амилитическую активность солода и ферментных препаратов определяли методом Д. Н. Климовского и В. И. Родзевич.

В лабораторном сусле определяли: общие сахара — методом трехчасового гидролиза 2% соляной кислотой до восстанавливающих сахаров, восстанавливающие сахара — методом Бертрана в модификации В. С. Ильина, декстрины — методом осаждения 96% этиловым спиртом с последующим гидролизом соляной кислотой, общий растворимый азот — по Кьельдалю, коагулируемый — по де-Клерку, азот аминокислот — формольным титрованием с применением смешанных индикаторов. Полноту осахаривания проверяли по йоду.

Качественный состав углеводов и аминокислот определяли методом бумажной хроматографии.

Обезжиренную кукурузную крупку для пивоварения получали в лабораторных условиях по схеме, приведенной на рис. 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

§ 1. Влияние тепловой обработки кукурузы на ее углеводно-амилазный комплекс, экстрактивность и химический состав экстрактов

Состояние крахмала и воздействующих на него ферментов в несоложенном зерне значительно отличаются от состояния их в солоде.

Имеющиеся в литературе данные Н. В. Леонович (1961), И. А. Евницкой с сотрудниками (1966), Н. В. Роменского и А. П. Писанского (1964) не дают достаточно полного представления об углеводно-амилазном комплексе кукурузы, так как исследования проводились без учета таких факторов, как фаза спелости, послеубо-

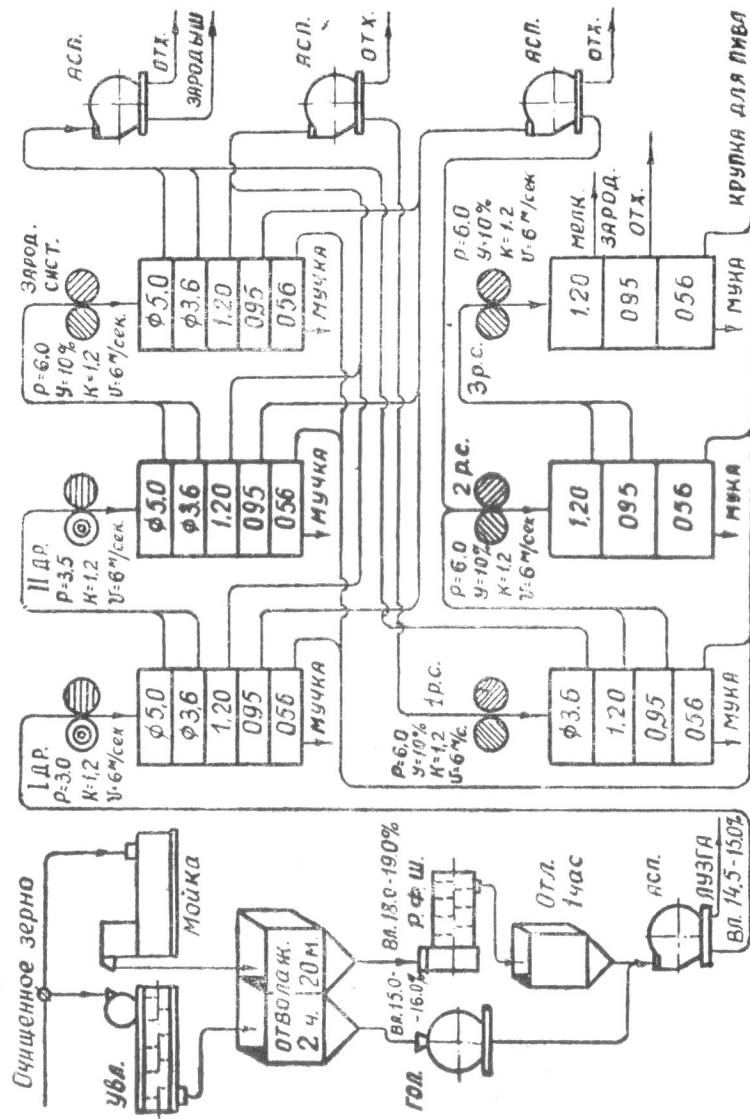


Рис. 1. Лабораторная технологическая схема переработки зерна кукурузы в обезжиренную крушку для пивоварения.

рочная обработка (сушка) и хранение. Тем не менее, работы М. Г. Голика (1953—1968), В. А. Яковенко и других (1958—1967), относящиеся в основном к семенному зерну, показали, что эти факторы оказывают влияние на биохимический состав и свойства зерна кукурузы.

В наших исследованиях существенные отличия в химическом составе обнаружены в зависимости от фазы спелости и частично от материала (зерно и початки). Влияние режимов сушки на химический состав зерна кукурузы незначительно.

В отличие от дифференцированного определения активности α - и β -амилаз, при котором не учитывается действие других сопутствующих им ферментов, процесс самосахаривания включает весь углеводно-амилазный комплекс, т. е. характеризует не только активность ферментов, но и состояние объекта их воздействия — крахмала. Результаты исследований (табл. 2) показали, что

Таблица 2.

Зависимость сахарообразующей способности зерна кукурузы от режимов тепловой обработки

Фаза спелости и материал	Температура тепловой обработки, °С, и режим ГТО	Сахарообразующая способность, мг мальтозы на 10 г СВ зерна					
		ВИР-42 при		Q13	Одесской 27 при		Q13
		27°С	40°С		27°С	40°С	
Полная, зерно	контроль	192	459	2,39	203	422	2,08
»	40	208	508	2,34	225	471	2,09
»	70	112	263	2,36	121	252	2,08
»	140	0	0	—	0	0	—
Полная, початки	40	193	438	2,27	189	381	2,02
»	70	127	291	2,29	—	—	—
»	140	0	0	—	—	—	—
Полная, зерно	2 агн 5 мин	0	0	—	—	—	—
Восковая, початки	ест.	257	559	2,12	232	441	1,90
»	сушка	40	521	2,16	—	—	—
»	»	70	84	2,17	51	120	2,22
То же	»	140	0	—	—	—	—

сахарообразующая способность, а следовательно и активность собственных ферментов, в результате сушки зерна и початков при 40°С практически не изменяется, при 70°С — значительно ниже, чем в контроле, а при 140°С и после гидротермической обработки она равна

нулю. Изменение сахарообразующей способности зерна кукурузы восковой спелости отличается от полной более значительным ее снижением в сравнении с непросушенным.

Повышение температуры автолиза до 40°C более чем в два раза увеличило сахарообразующую способность, однако зависимость ее от температуры сушки не изменилась.

Если сахарообразующая способность отражает активность собственных ферментов зерна и их воздействие на содержащийся в нем же крахмал, то атакуемость крахмала ферментами характеризует его состояние, способность подвергаться расщеплению без клейстеризации, которая, как известно, настолько изменяет структуру крахмала, что все имеющиеся в нем различия практически полностью стираются.

Результаты исследований (табл. 3) показали, что

Таблица 3.

Атакуемость крахмала ферментами в зависимости от режимов тепловой обработки кукурузы

Фаза спелости и материал	Температура теплоносителя, °С, и режим ГТО	Нативный крахмал		Изолированный крахмал	
		Солодовый диастаз	Asp. oryzae	Солодовый диастаз	Asp. oryzae
		мг мальтозы на 1 г СВ крахмала			

ВИР-42

Полная, зерно	контроль	102,5	124,8	88,9	134,1
»»»	40	110,6	152,4	64,4	115,2
»»»	70	77,2	116,7	52,8	—
»»»	140	52,1	92,8	51,3	93,3
Полная, початки	40	102,1	—	64,5	117,6
»»»	70	82,8	—	76,7	—
»»»	140	72,3	—	93,7	138,2
Полная, зерно	2 ати 5 мин.	86,3	63,6	93,4	161,5
Восковая, початки	ест. сушка	96,7	—	68,5	102,6
То же	40	109,4	—	52,2	—
»»»	70	86,8	—	72,8	—
»»»	140	50,7	—	101,2	—

ОДЕССКАЯ 27

Полная, зерно	контроль	90,8	121,1	76,7	121,4
»»»	40	102,4	—	59,8	—
»»»	140	78,1	—	47,2	—
Восковая, початки	ест. сушка	107,6	—	63,1	—
То же	70	76,3	—	72,4	—

атакуемость крахмала ферментами зависит не только от сорта (гибрида) кукурузы, что соответствует данным Л. А. Овчар (1960), И. А. Евницкой, И. А. Попадич, З. Ф. Фалуниной (1966), но и от фазы спелости в пределах одного сорта и в значительной мере от режима тепловой обработки (сушки). При этом отношение нативного и изолированного крахмалов к воздействию ферментов разное. Эти различия следует отнести не только за счет влияния режимов сушки, но и за счет других составных компонентов зерна, которые, как и крахмал, подвергаются физико-химическим изменениям в процессе теплового воздействия и в той или иной мере оказывают влияние на крахмал.

После сушки зерна и початков при 70 и 140°C и после ГТО зерна атакуемость нативного крахмала снижалась вследствие физико-химических изменений в зерне, в частности, денатурации белков и уплотнения структуры эндосперма, что затрудняет доступ ферментов к зернам крахмала.

Атакуемость изолированного крахмала из просушенного зерна с повышением температуры сушки также снижалась, а атакуемость крахмала из просушенных початков повышалась. Повышалась она и после гидротермической обработки, что соответствует данным Г. Ф. Криволапова и Л. Е. Синельниковой (1959). Объясняется это, очевидно, частичной клейстеризацией и разрушением крахмала в результате высокой влажности стержня початка (48—52%).

Исходя из вышеизложенного следовало ожидать, что в просушенном зерне будет иметь место неполное осахаривание крахмала и снижение выхода экстрактивных веществ, однако результаты исследований показали обратное — с повышением температуры нагрева зерна при сушке его экстрактивность несколько увеличивалась, особенно зерна из просушенных при 140°C початков. Кукуруза восковой спелости, просушенная при 40°C, имеет сравнительно высокую экстрактивность и может использоваться в качестве несоложенного материала в пивоварении наравне с кукурузой полной спелости.

Исследованием химического состава экстрактов из кукурузы в зависимости от режимов тепловой обработки установлено, что 85,5—88,3% сухого вещества экстракта составляют углеводы, в том числе 64,5—67,6% или 74,4—

Экстрактивность и химический состав экстрактов в зависимости от режимов тепловой обработки кукурузы

Фаза спелости и материал	Температура теплового режима, °С, и режим ГТО	Экстрактивность, % СВ	Содержание сахаров, % СВ экстракта		Содержание растворимого азота, мг в 100 г СВ экстракта			
			всего	восстанавливающих	в том числе	всего	коагулируемого	аминного
ВНР-42								
Полная, зерно	контроль	82,36	85,49	64,87	16,55	748,10	67,12	336,55
»»»	40	83,66	86,11	65,29	16,57	731,28	71,10	329,85
»»»	70	84,44	87,43	67,25	15,97	675,05	67,30	322,80
»»»	140	84,69	87,51	65,77	17,50	658,97	67,51	319,00
Полная, початки	70	85,94	86,07	64,46	17,33	714,72	68,14	334,14
»»»	140	86,59	87,50	65,84	17,36	699,95	63,93	321,36
Полная, зерно	2 эти 5 мин.	84,67	87,41	65,32	16,75	681,62	61,37	319,90
Восковая, початки	40	86,22	86,38	67,30	14,84	689,83	62,05	323,70
ОДЕССКАЯ 27								
Полная, зерно	контроль	84,03	86,52	65,66	16,44	739,90	65,37	321,88
»»»	40	84,10	88,26	66,75	17,10	730,00	67,65	321,78
»»»	70	85,58	87,69	67,58	15,56	646,06	67,35	325,81

77,9% от общего количества углеводов — восстанавливающие сахара. Определение качественного и количественного состава углеводов методом бумажной хроматографии показало, что основным продуктом осаживания кукурузы в условиях определения экстрактивности является мальтоза. Глюкоза же в этих условиях почти целиком может быть отнесена за счет солодовой вытяжки, вводимой в качестве гидролизующего реагента.

Анализ азотсодержащих веществ экстрактов показал, что с повышением температуры сушки кукурузы количество их уменьшается. Это происходит вследствие необратимой денатурации белков. Сравнительным анализом коагулируемого и аминного азота экстрактов и солодовой вытяжки установлено, что азот высокомолекулярных белков можно отнести целиком за счет солодовой вытяжки. Количество аминного азота в солодовой вытяжке несколько ниже, чем в экстрактах из кукурузы. Следовательно, часть белков кукурузы расщепляется до аминокислот. Из результатов дальнейших исследований видно, что количество аминокислот зависит от протеолитической активности гидролизующего ферментного препарата.

§ 2. Влияние некоторых качественных показателей кукурузной крупки на ее экстрактивность и химический состав экстрактов

а) Степень обезжиренности

Кроме общих требований, предъявляемых к несоложеным материалам в пивоварении, к кукурузной муке или крупке предъявляется особое требование — содержание жира в ней не должно превышать количество его в основном пивоваренном сырье — ячмене (2—3%).

Влияние жира на такие показатели, как пенообразующая способность и пеностойкость пива, в литературе освещено по-разному, однако большинство исследователей пришли к заключению, что жир, в основном, остается в дробине и не переходит в сусло. Опасность представляют продукты распада жира при его окислении. В связи с этим необходимость обезжиривания кукурузной муки или крупки, связанная с прогорканием и порчей жира и ухудшением в результате этого вкуса и запаха пива, не вызывает сомнений.

Поскольку количество жира зависит от степени отделения зародыша зерновки кукурузы, изменение содержания его в муке или крупке, несомненно, отражается на их химическом составе. Как показали исследования (табл. 5), с увеличением количества жира за счет зародыша

Таблица 5.
Химический состав кукурузной муки в зависимости от содержания жира

№ образца	Выход, % от веса зерна	Содержание				
		сырого* жира	крахмала	сырого* протеина	зола	сырой* клетчатки
1	81,3	0,74	79,6	10,03	0,24	0,54
2	84,7	2,08	77,0	11,67	0,70	0,98
3	88,6	3,33	75,2	12,98	1,08	1,43
4	92,6	4,56	72,4	14,38	1,41	1,88

дыша увеличилось содержание протеина, зола и клетчатки, а количество крахмала резко снизилось. Это в свою очередь отразилось на экстрактивности и химическом составе экстрактов (табл. 6). Выход экстракта в

Таблица 6.
Экстрактивность и химический состав экстрактов в зависимости от содержания жира

№ образца	Экстрактивность, %	Содержание сахаров, % СВ экстракта			Содержание растворимого азота, мг в 100 г СВ экстракта		
		всего	в том числе		всего	в том числе	
			восстановляющих	декстринов		коагулируемого	аминного
1	91,2	91,7	72,9	18,8	252,61	17,31	138,75
2	89,2	91,1	72,8	18,3	281,28	17,43	163,35
3	87,8	89,5	71,8	17,7	309,57	17,59	185,91
4	86,6	88,2	71,3	16,9	337,49	17,77	209,66

образце № 4 более чем на 4,5% ниже в сравнении с образцом № 1. При этом общее количество сахаров в 100 г сухого вещества экстракта снизилось на 3,5%, а за счет повышенного содержания белка количество общего растворимого азота увеличилось более чем в 1,3 раза и азота аминокислот — более чем в 1,5 раза.

Таким образом, повышенное содержание жира в кукурузной муке или крупке за счет неполного отделения зародыша отражается не только на выходе экстракта, но и на соотношении углеводной части сусла к неуглеводной в сторону его уменьшения, что для пивоварения нежелательно, так как при этом уменьшается количество сбраживаемых сахаров. Правда, увеличение количества азота аминокислот до определенного предела имеет свою положительную сторону, так как аминокислоты необходимы для питания и размножения дрожжей. Следовательно, при переработке низкобелковых ячменей добавление несоложенной кукурузной муки или крупки с повышенным содержанием белка за счет зародыша окажет положительное влияние на качество азотистого состава сусла. При переработке же высокобелковых ячменей, где несоложеную кукурузу по мнению Н. В. Леонович (1961) рекомендуется использовать для улучшения азотистого состава сусла, добавление такой муки нежелательно.

б) Крупность помола

Степень дробления солода и несоложенных материалов имеет важное значение для затирания и дальнейшего протекания технологического процесса приготовления сусла, выщелачивания и фильтрации затора. Размельчение увеличивает поверхность соприкосновения составных веществ солода и несоложенного материала с водой и ферментами, что значительно облегчает и ускоряет расщепление и перевод их в раствор. Понятно, что чем мельче частицы, тем этот процесс протекает быстрее.

С другой стороны, чем тоньше помол и большая общая поверхность частиц, тем большее количество сусла будет находиться внутри частиц и тем труднее оно будет выщелачиваться. При выщелачивании сусло смывается с поверхности частиц легче, если они уложены в фильтрующем слое менее плотно. Следовательно, чем крупнее частицы, тем они укладываются менее плотно и тем легче будет проходить процесс выщелачивания и фильтрации. В связи с этим на пивоваренных заводах солод измельчают с учетом обоих факторов. Нормально измельченный солод содержит в среднем 15% шелухи — сход с сита № 2,2; 20% крупной крупки — проход сита

№ 2,2 и сход с сита № 1,0; 30% мелкой (тонкой) крупки — проход сита № 1,0 и сход с сита № 056; 35% муки — проход сита № 056.

По существующей технологии для пивоварения вырабатывается обезжиренная кукурузная крупка проходом через сито № 095 и сходом с сита № 056. Выход такой крупки составляет 65% от веса перерабатываемого зерна. В сравнении с помолом солода такая крупка представляет собой мелкую (тонкую) крупку. Но в нормальном размолотом солоде содержатся более крупные и более мелкие частицы.

В связи с этим нами была поставлена задача исследовать возможность получения и использования в пивоварении в качестве несоложенного материала кукурузной крупки в более широких пределах по крупности помола, чем она вырабатывается и используется в настоящее время. С этой целью исследовали возможность включения в крупку для пивоварения крупы, вырабатываемой для хрустящих палочек, и расширение нижнего предела за счет отбора части мелкой муки. Таким образом нами исследовалась крупка проходом через сито № 1,2 и сходом с сита № 040.

Для получения наиболее достоверных данных исследования проводили на нескольких видах крупки, отличающихся по крупности. Для получения каждой из них проводили отдельный помол, так как выделение их как фракций из одного общего помола не дало бы достоверных данных в связи с тем, что они были бы различны по консистенции, химическому составу и свойствам. В качестве контроля использовали стандартную крупку — проход через сито № 095 и сход с сита № 056.

Высокое и почти одинаковое во всех крупках содержание крахмала отразилось на выходе экстракта и его химическом составе. Как видно из табл. 7, крупность помола с размерами частиц от 1,2 до 0,40 мм не показала отличий ни по выходу экстрактивных веществ, ни по их химическому составу. Следовательно, для пивоваренной промышленности можно вырабатывать крупку в указанных пределах крупности помола, что, несомненно, увеличит выход ее за счет уменьшения мучки и мелкой муки. В наших исследованиях выход такой крупки в лабораторных условиях составил 73,2%, т. е. на 8,2% больше против выхода обезжиренной кукурузной муки для пи-

Таблица 7.

Экстрактивность и химический состав экстрактов в зависимости от крупности помола кукурузы

Крупность помола, мм (проход/сход)	Экстрактивность, %	Содержание сахаров, % СВ экстракта			Содержание растворимого азота, мг в 10 г СВ экстракта		
		всего	в том числе		всего	в том числе	
			восстанавливающих	декстринов		кукурузного	аминного
1,2/0,80	91,6	92,0	72,4	19,6	263,06	17,35	139,23
0,80/0,56	90,4	90,6	72,7	19,9	267,22	17,24	140,36
0,56/0,40	90,0	90,8	73,5	17,3	268,86	17,29	139,74
1,2/0,40	91,2	91,8	73,1	17,6	265,14	17,25	139,82
0,95/0,56	92,3	92,6	74,8	17,8	264,74	16,87	137,91

воварения, принятой для мельниц сельскохозяйственного типа. Исходя из этого, на каждую 1000 т переработанной кукурузы пивоваренная промышленность получит дополнительно 82 т сырья, а мукомольное предприятие получит прибыль в сумме 3500 рублей.

в) Тип кукурузы

И. В. Леонович и другие (1961), исследуя биохимический состав кукурузы и применение ее в пивоварении, пришли к заключению, что предпочтение должно быть отдано зубовидным сортам, так как зерна кремнистых сортов кукурузы содержат на 3,0—3,5% больше белка, меньше крахмала и экстрактивных веществ.

Исследования проводились на целом зерне кукурузы и такое заключение вполне справедливо. Что касается обезжиренной кукурузной крупки, то проведенные нами исследования показали, что с отделением зародыша уменьшается не только содержание жира, но и белка, и столь существенные отличия в его содержании практически стираются. Из данных табл. 8 видно, что обезжиренные крупки из разных типов кукурузы (зубовидной, полузубовидной, кремнистой) практически не отличаются по химическому составу.

Определение экстрактивности и химического состава экстрактов из данных крупок (табл. 9) также не пока-

✓ 211820

зало существенных отличий. Выход экстракта, содержание в нем углеводов и растворимых азотсодержащих веществ соответствуют химическому составу крупок. Следовательно, тип кукурузы не оказывает влияния на выход и качество экстракта, так как имеющиеся различия в свойствах крахмала — основного источника экстрактивных веществ — в процессе клейстеризации его стираются. Существенное влияние на эти показатели оказывает степень извлечения чистого эндосперма в процессе переработки кукурузы в обезжиренную муку или крупку. В подтверждение этого приведены результаты исследований образца кукурузной крупки, полученной в производственных условиях на Б.-Долинской мельнице Одесской области. Как видно из табл. 8, данная крупка

Таблица 8.

Химический состав стандартной крупки (095/056) из разных типов кукурузы

Гибрид (сорт) кукурузы	Тип	Выход крупки, % от веса сухого зерна	Содержание, % СВ				
			«сырого» жира	крахмала	«сырого» протеина	зола	«сырой» клетчатки
ВНР-42	I	64,8	1,22	81,8	10,06	0,39	0,63
Одесская 50	I	65,2	1,32	81,1	11,18	0,47	0,61
Одесская 27	V	65,1	1,44	80,3	11,00	0,49	0,62
Воронежская 76	III	63,9	1,13	81,8	10,75	0,34	0,55
Рядовая (производственный образец)	I+III+V	65,0	1,98	74,6	12,94	0,94	1,27

отличается сравнительно высоким содержанием жира, белка, клетчатки и за счет этого более низким содержанием крахмала в сравнении с лабораторными образцами. В результате этого и экстрактивность ее на 4—6% ниже. Соответственно, в экстракте из этой крупки на 3—5% меньше углеводов и больше растворимых азотистых веществ.

Таблица 9.

Экстрактивность и химический состав экстрактов стандартной крупки из разных типов кукурузы

Гибрид (сорт) кукурузы	Тип	Экстрактивность, %	Содержание сахаров, % СВ экстракта			Содержание растворимого азота, мг в 100 г СВ экстракта		
			всего	в том числе		всего	в том числе	
				восстановляющихся	декстринов		коагулируемого	аминного
ВНР-42	I	92,3	92,6	74,8	17,8	264,74	16,87	137,91
Одесская 50	I	91,5	91,8	72,5	19,3	265,08	17,12	137,78
Одесская 27	V	90,2	91,8	72,7	19,1	264,77	17,47	139,97
Воронежская 76	III	92,0	92,0	73,8	18,2	265,33	17,55	140,27
Рядовая (производственный образец)	I+III+V	86,3	88,1	70,3	17,8	289,11	17,81	179,12

§ 3. Осахариваемость кукурузных заторов ферментами различного происхождения

Практика показала, что замена 50% солода несоложенным сырьем с применением ферментных препаратов в производстве Жигулевского пива создает ряд технологических и экономических преимуществ: достигается экономия примерно 6% зернового сырья, на 6—7% снижается себестоимость пива, повышается производительность труда, сокращаются сроки созревания пива и улучшаются его качественные показатели. Применение ферментного препарата плесневого гриба *Asp. oryzae* повышает выход экстракта из ячменя на 2—3% в сравнении с лабораторной экстрактивностью, определенной с помощью диастатической вытяжки солода.

Проводимые во ВНИИПБ и ВП под руководством И. Я. Веселова и Л. С. Салмановой работы по применению цитолитических ферментов гриба *Tg. tozeum* показали, что с их применением в комплексе с амиллитическими ферментами гриба *Asp. oryzae* переработка несоложенного сырья может быть значительно увеличена (более 50%) без ухудшения качества пива.

Поскольку, в основном, все исследования по применению ферментных препаратов в пивоварении проводились с несоложенным ячменем, нами были поставлена задача исследовать степень осахаривания заторов из несоложенной кукурузы ферментами различного происхождения и смесями их между собой и с ферментами солода. Смеси готовили в пропорциях 3:1 и 1:1, исходя из амиллитической активности и дозировки — 50 единиц АА для предварительного разжижения и 200 единиц АА на 100 г продукта для осахаривания. При осахаривании заторов смесями ферментов предварительное разжижение крахмала перед его клейстеризацией проводили теми же смесями и отдельно ферментными препаратами, содержащими α -амилазу (солодовая вытяжка, японская бактериальная амилаза). Результаты исследований (табл. 10) показали, что при действии амилаз плесневых грибов наблюдается сравнительно низкий выход экстракта и неполное осахаривание крахмала в сравнении с осахариванием заторов из несоложенной кукурузы ферментами солода. При кипячении заторов продукт прогорал вследствие очень слабого разжижения крахмала в

Таблица 10.

Экстрактивность и химический состав экстрактов из кукурузы ВИР-42 в результате осахаривания различными ферментными препаратами

Ферментный препарат для осахаривания	Экстрактив-ность, %	Степень осахаривания	Содержание сахаров, % СВ экстракта			Содержание растворимого азота* мг в 100 г СВ экстракта		
			всего	в том числе		всего	в том числе	
				восстаивания	гекстрин		коагуля-	аминного
Солодовая вытяжка <i>Asp. oryzae</i> техн. <i>Asp. oryzae</i> КС <i>Asp. awamori</i> Грибная амилаза	92,2	полное	92,6	74,8	17,8	264,79	16,18	141,57
	88,2	неполн.	88,7	80,5	8,2	684,44	8,22	369,18
	83,3	»»	93,3	80,1	13,2	320,02	0	107,79
	84,5	»»	89,7	54,7	35,0	391,89	0	220,97
	81,7	»»	93,2	60,3	32,9	233,23	0	130,65
(Япония) Бактериальная амилаза	91,5	»»	92,7	60,1	32,6	104,73	0	19,62
(Япония) 75% « солода + 25% <i>Asp. oryzae</i> техн.	92,8	полное	90,5	78,4	12,1	402,86	15,40	211,41
То же	93,0	»»	90,3	78,6	11,7	418,07	15,20	229,33
50% « солода + 50% « <i>Asp. oryzae</i> техн.	93,4	»»	90,4	79,8	10,6	492,35	14,37	256,59
То же	93,7	»»	90,3	80,1	10,2	519,27	13,30	275,55
50% « бакт. амилазы + + 50% <i>Asp. oryzae</i> КС	90,9	неполн.	94,0	76,7	17,4	266,00	0	73,22
То же	91,0	»»	94,5	77,4	17,1	274,12	0	72,34
50% « бакт. амилазы + + 50% <i>Asp. oryzae</i> техн.	91,4	»»	90,8	76,8	14,0	386,37	3,08	192,84
То же	91,8	»»	90,6	77,4	13,2	394,58	3,11	194,40

процессе предварительной обработки несоложенного материала. Наибольший выход экстракта получен при осахаривании затора ферментами технического препарата *Asp. oryzae*, видимо, за счет гидролиза белков несоложенной кукурузы протеолитическими ферментами препарата. По данным Е. Я. Калашникова и Д. Б. Лифшица (1949) ферментный препарат плесневого гриба *Asp. oryzae* превышает активность солода по разжижающей способности в 8—10 раз, однако в отношении к несоложенной кукурузе эта активность не установлена. Как и другие препараты, он почти не разжижал крахмал, и продукт пригорал на стенках сосуда в процессе кипячения затора.

Японская бактериальная амилаза очень хорошо разжижала крахмал, показала высокий выход экстракта, однако и она не дала полного осахаривания крахмала. Большое содержание декстринов в экстракте указывает на то, что препарат содержит в основном α -амилазу и обладает высокой декстринирующей способностью. Низкое содержание растворимого азота свидетельствует о незначительной протеолитической активности препарата.

Осахаривание несоложенной кукурузы смесью бактериальной амилазы с *Asp. oryzae* КС и техническим происходило аналогично, как и при осахаривании ферментами солода с несколько большим выходом восстанавливающих сахаров, однако и при этом оставалось в незначительной мере неполное осахаривание крахмала. По мнению М. С. Левина (1949) это объясняется тем, что механизм действия α -амилазы плесневых грибов отличается от механизма действия α -амилазы солода. С введением в затор из несоложенного материала ферментов солода синее окрашивание йода исчезает.

Наибольший выход экстракта из несоложенной кукурузы получен при осахаривании ее смесью ферментов солода и технического препарата *Asp. oryzae*. Из данных табл. 10 видно, что с заменой 25—50% ферментов солода ферментами этого препарата увеличилось содержание восстанавливающих сахаров в экстракте вследствие более глубокого гидролиза крахмала, а за счет протеолитической активности препарата увеличилось содержание низкомолекулярных азотсодержащих веществ.

В дополнение к исследованиям влияния тепловой обработки и типа кукурузы на ее экстрактивность и хими-

Таблица 10.

Экстрактивность и химический состав экстрактов при осахаривании кукурузных заторов ферментами солода и смесью их с ферментами *Asp. oryzae* технического (50% + 50%)

Сорт (гибрид) кукурузы	Режим обработки	Фермент- ный пре- парат	Экстрактив- ность, %	Содержание сахаров, % СВ экстракта			Содержание растворимого азота, мг в 100 г СВ экстракта		
				всего	в том числе		всего	в том числе	
					восста- навли- вающих	декст- ринов		коагули- руемого	аминного
ВНР-42	контроль	солод	92,2	92,6	74,8	17,8	264,79	16,87	141,57
	»»	смесь	93,7	90,3	80,1	10,2	519,27	13,30	275,55
»»	сушка:								
	зерна при 70° С	солод	92,5	92,2	73,2	19,0	260,30	15,31	138,75
»»	»»	смесь	93,7	90,8	80,6	10,2	503,37	9,54	257,89
	зерна при 140° С	солод	92,5	92,4	73,7	18,7	252,61	15,34	138,75
»»	»»	смесь	93,4	90,9	80,4	10,5	503,38	11,44	258,38
	початков при 140° С	солод	92,8	92,9	73,2	19,7	248,20	19,05	136,40
»»	»»	смесь	93,6	91,6	79,9	11,7	501,78	11,30	257,12
	ГТО при 2 ати 5 мин.	солод	88,2	91,9	68,6	23,3	259,55	15,73	142,55
»»	То же	смесь	89,6	90,7	76,5	14,2	490,32	9,89	257,42
	контроль	солод	91,5	91,8	72,5	19,3	265,08	17,12	137,78
Одесская 50	»»	смесь	92,6	90,5	79,8	10,7	501,72	13,81	258,16
	»»	солод	90,2	91,8	72,7	19,1	264,77	17,47	139,97
Одесская 27	»»	смесь	91,3	90,6	79,8	10,8	499,41	14,27	261,21
	»»	солод	92,0	92,0	73,8	18,2	265,33	17,55	140,27
Воронежская 76	»»	солод	93,2	90,5	80,4	10,1	502,14	13,64	257,65
	То же	смесь							

ческий состав экстрактов нами проведено осахаривание заторов из такой же кукурузы смесью ферментов солода и технического препарата *Asp. oryzae* (50%+50%). Из табл. II видно, что обезжиренные крупки из кукурузы, просушенной при разных температурах, по экстрактивности и полноте осахаривания крахмала смесью ферментов, как и ферментами чистого солода, не отличаются от крупок из несущенной кукурузы. Это еще раз подтвердило сделанный нами вывод, что кукуруза, предназначенная для переработки в пивоварении в качестве несоложеного материала, не требует строгих ограничений температурных режимов сушки, так как даже нагрев зерна до 125°C не оказывает отрицательного влияния на выход и качество экстракта. Более того, в экстрактах из просушенной кукурузы несколько уменьшается количество растворимых азотистых веществ.

Результаты осахаривания крупок из ползубовидной и кремнистой кукурузы смесью ферментов солода и технического препарата *Asp. oryzae* также показали, что эти типы кукурузы могут использоваться в пивоварении наравне с зубовидной. Существенные отличия в содержании белка, как уже отмечалось, с отделением зародыша практически уравниваются, а различия в свойствах крахмала, обусловленных типом кукурузы, стираются при его клейстеризации.

Крупка из кукурузы, обработанной паром под давлением, показала неполное осахаривание крахмала и выход экстракта на 4—5% ниже в сравнении с контролем и просушенной кукурузой. Аналогичные результаты были получены И. Я. Веселовым, Л. Е. Михайловой и И. М. Грачевой (1965) при осахаривании воздушной (взорванной) кукурузы. Видимо, применение высокой температуры и давления без достаточного количества влаги в зерне приводит к сложным структурным и биохимическим изменениям крахмала, препятствующим полному его осахариванию.

Анализ азотсодержащих веществ в экстрактах из кукурузы показал, что их количество зависит от протеолитической активности ферментного препарата и не зависит от его происхождения. Качественный состав аминокислот, определенный методом бумажной хроматографии, независимо от тепловой сушки зерна кукурузы и ее типа, во всех случаях оставался одинаковым. Изменялось

Таблица 12.

Нормативная себестоимость 1 тыс. дал бутылочного Жигулевского пива по основному сырью на Одесском пивоваренном заводе № 1 за 1970 г.

Наименование сырья	Отчетная				Возможная с применением 10% обезжиренной кукурузной муки (крупки)				Стон-мость, руб.	
	Количество сырья на 1 тыс. дал		Цена, руб. за 1 т.	Стон-мость, руб.	при E = 74,2%		при E = 83,4%			
	кг	%			Количество сырья на 1 тыс. дал	%	Количество сырья на 1 тыс. дал	%		
Солод ячменный	1311	72,4	226,90	297,47	1302	74,0	295,43	1287	74,0	292,02
Мука кукурузная	—	—	142,78	—	176	10,0	25,13	174	10,0	24,84
Мука ячменная	376	2,08	140,70	52,90	194	11,0	27,29	191	11,0	26,87
Сахар-сырец	123	6,8	251,14	30,89	88	5,0	22,10	87	5,0	21,85
Итого		100		381,26		100	369,95		100	365,58

только их количество, о чем свидетельствовала интенсивность окраски пятен на хроматограммах.

§ 4. Экономическая эффективность применения несоложенной кукурузы в пивоварении

Проведенный на примере Одесского пивоваренного завода № 1 экономический расчет показал, что применение обезжиренной кукурузной муки (крупки) в качестве несоложенного материала способствует значительному снижению себестоимости пива. Так, если при выработке бутылочного Жигулевского пива с применением 21% несоложенной ячменной муки стоимость основного сырья, расходуемого на 1 тыс. дал пива, составляет 369,95 руб. (по отчетным данным завода), то с применением 10% несоложенной кукурузной муки (крупки) взамен ячменной она на 11,31 руб. ниже. В случае замены всего несоложенного материала (26%) на кукурузную крупку себестоимость 1 тыс. дал пива по основному сырью на 12,1% ниже в сравнении с чисто солодовым пивом. Экономия зернового сырья при этом составляет более 5%.

Существенное значение в снижении себестоимости пива имеет повышение экстрактивности крупки за счет извлечения максимально чистого эндосперма при переработке зерна на мельницах. Из данных табл. 12 видно, что с повышением экстрактивности крупки на 9,2% себестоимость 1 тыс. дал пива снижается еще на 4,37 руб. и вся экономия от применения 10% несоложенной кукурузной крупки с повышенной экстрактивностью составит 15,68 руб. Для одного только Одесского пивоваренного завода № 1 за год это составит более 13 тыс. рублей.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Тепловая сушка зерна кукурузы при 40°С не отражается на сахарообразующей способности и атакующести нативного крахмала. Повышение режимов сушки до 70—140°С снижает активность собственных амилаз зерна и атакующесть нативного крахмала ферментами.

2. Тепловая сушка початков с высокой влажностью зерна и стержня при 140°С и гидротермическая обработка зерна при 2 атм в течение 5—10 минут значительно

повышают атакующесть изолированного крахмала, однако степень извлечения его резко снижается в результате физико-биохимических изменений зерна, денатурации белков и частичной клейстеризации крахмала.

3. Тепловое воздействие на зерно кукурузы при использовании его в пивоварении в качестве несоложенного материала способствует лучшему осахариванию крахмала, повышает выход экстрактивных веществ за счет углеводов. Количество растворимого азота в сусле при этом снижается в результате денатурации белков.

4. Просушенная при 40°С кукуруза восковой спелости обладает достаточно высокой экстрактивностью и сравнительно низким содержанием растворимых азотистых веществ, что позволяет использовать ее в качестве несоложенного материала в пивоварении наравне с кукурузой полной спелости. Сушка кукурузы восковой спелости при более высоких температурах нежелательна, так как это приводит к карамелизации сахаров, образованию меланоидинов, в результате чего зерно приобретает коричневую окраску.

5. В результате повышенного содержания жира в кукурузной муке и крупке, предназначенных для переработки в пивоварении в качестве несоложенного материала, за счет неполного отделения зародыша снижаются содержание крахмала и выход экстракта, поскольку экстрактивность и содержание крахмала находятся в прямой корреляционной зависимости между собой и в обратной — от содержания жира. Наличие значительного количества зародыша в муке и крупке вследствие высокого содержания белка способствует увеличению количества растворимых азотистых веществ в сусле.

6. При выработке обезжиренной кукурузной муки или крупки для пивоварения необходимо оценивать ее качество не только по содержанию жира, но и по содержанию крахмала, характеризующего степень извлечения чистого эндосперма зерновки кукурузы. Такой контроль позволит получать муку или крупку с максимально высоким содержанием экстрактивных веществ.

7. Крупность помола с размерами частиц от 1,2 до 0,40 мм не влияет на выход и качество экстракта. Выработка обезжиренной кукурузной крупки в указанных пределах крупности помола позволит повысить выход ее до 72—75% и упростить технологическую схему пере-

работки зерна кукурузы для пивоварения за счет сокращения количества размольных систем. Увеличение выхода крупки экономически выгодно для пивоваренной и мукомольной промышленности.

8. Тип кукурузы (зубовидная, полузубовидная, кремнистая) при одинаковом химическом составе выработанной из нее крупки не влияет на экстрактивность и химический состав экстрактов, что позволяет в одинаковой мере использовать в пивоварении в качестве несоложенного материала как зубовидную, так и кремнистую и полузубовидную кукурузу.

9. При осахаривании кукурузных заторов грибными амилазами наблюдается неполное осахаривание крахмала и снижается выход экстракта на 5—10% в сравнении с осахариванием их ферментами солода. Применение японской бактериальной амилазы и смеси ее с ферментами гриба *Asp. oryzae* дает выход экстракта, близкий к выходу его при осахаривании солодом, однако и при этом остается неполное осахаривание крахмала. Наибольший выход экстракта с полным и глубоким осахариванием крахмала достигается при осахаривании кукурузных заторов ферментами солода в смеси с ферментом технического препарата *Asp. oryzae* в соотношении 3:1—1:1.

10. Для разжижения крахмала в процессе предварительной обработки затора из несоложенной кукурузы необходимо обязательно прибавлять ферменты солода, поскольку грибные препараты почти не разжижают крахмал и продукт пригорает в процессе кипячения затора.

11. Осахаривание кукурузной крупки из просушенного зерна кукурузы ферментами солода и смесью их с грибными препаратами показало, что тепловая сушка не влияет на выход и качество экстрактов. Гидротермическая обработка зерна кукурузы приводит к сложным структурным и биохимическим изменениям крахмала, которые препятствуют полному его осахариванию и снижают на 5—6% выход экстрактивных веществ.

12. Применение обезжиренной кукурузной муки (крупки) в качестве несоложенного материала при выработке Жигулевского пива способствует значительному снижению его себестоимости и экономии зернового сырья.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Изменение амилазной активности зерна кукурузы в связи с его тепловой обработкой. Тезисы докладов Всесоюзного научного симпозиума на тему: «Физико-химия крахмала и крахмалопродуктов», Москва, 1968.
2. Влияние тепловой обработки на углеводно-амилазный комплекс кукурузы. Известия вузов СССР, Пищевая технология, № 5, 1968.
3. Влияние тепловой обработки кукурузы на ее экстрактивность. Известия вузов СССР, Пищевая технология, № 2, 1969.
4. Биохимические свойства кукурузы в связи с использованием ее в пивоварении. Второй Всесоюзный биохимический съезд. Тезисы секционных сообщений, 22 секция — Техническая биохимия. Ташкент, 1969.
5. Влияние некоторых свойств кукурузной крупки на ее экстрактивность и химический состав экстрактов. Известия вузов СССР, Пищевая технология, № 4, 1970.
6. Ферментативный гидролиз кукурузных заторов. Известия вузов СССР, Пищевая технология, № 5, 1970.

По вопросам, рассматриваемым в диссертации, автором сделаны доклады:

1. На Всесоюзном научном симпозиуме по физико-химии крахмала и крахмалопродуктов. Москва, 1968.
2. На XXX научной конференции профессорско-преподавательского состава Одесского технологического института пищевой промышленности имени М. В. Ломоносова. Одесса, 1969.
3. На заседании Одесского филиала Всесоюзного биохимического общества АН СССР. Одесса, 1969.
4. На втором Всесоюзном биохимическом съезде (22 секция — Техническая биохимия). Ташкент, 1969.