

ТРУДЫ

ВЫПУСК V



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
ПО ВОПРОСАМ ЗАГОТОВОК
МОСКВА — 1955

*П. Н. ПЛАТОНОВ,
канд. техн. наук, доцент
В. И. ЖИДКО,
канд. техн. наук*

О ДОПУСТИМЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ НАГРЕВА ЗЕРНА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ СУШКЕ¹

Вопросу повышения производительности зерносушилок посвящено значительное число работ. К ним относятся как работы по усовершенствованию конструкций зерносушилок, так и работы по исследованию влияния температурных режимов сушки на изменения биохимических и технологических свойств зерна с целью определения оптимальных параметров сушки (1—4, 7—10, 13, 15, 20—22). Однако эта важная задача не получила своего полного разрешения.

Хотя ступенчатые и отчасти дифференцированные режимы сушки зерна, внедренные за последнее время в практику зерносушения, исходят из определенных биохимических предпосылок, они все же базируются на старых заниженных температурных границах максимального нагрева зерна. В частности, для пшеницы, предназначенной для продовольственных целей, температуру ее нагрева ограничивают 50—55°.

Экспериментальными исследованиями биохимических изменений, происходящих в зерне при нагревании, была доказана необоснованность существующего ограничения температуры нагрева зерна и вскрыты новые возможности повышения производительности зерносушилок за счет интенсификации процесса сушки.

При исследовании денатурации белков эндосперма и влияния ее на хлебопекарные качества И. И. Ленарским [11] была найдена граница «условно-безопасных» температур нагрева зерна продовольственного назначения (кривая 1—1, рис. 1). Исходя из полученных результатов, П. Н. Платоновым и И. И. Ленарским [19] были предложены новые, теоретически обоснованные режимы сушки продовольственного зерна — «прогрессивные» режимы.

«Прогрессивный» режим предусматривает повышение температуры нагрева зерна по мере снижения его влажности в процессе сушки в соответствии с полученной границей «условно-безопасных» температур нагрева зерна. При этом максимальная температура

¹ Работа выполнена в 1952—1953 гг.

нагрева зерна значительно превышает предел, установленный существующими нормами.

В связи с исследованием «прогрессивных» режимов сушки и изысканием способа их практического применения авторами статьи была поставлена задача уточнения границы «условно-безопасных» температур нагрева продовольственного зерна пшеницы, а также изучения влияния различных параметров сушки на хлебопекарные качества зерна.

Необходимость уточнения границ максимальных температур нагрева зерна вызвана тем, что эта граница была получена при сушке зерна в условиях несколько отличных от обычных — практических.

В опытах И. И. Ленарского [11] температура и влажность зерна были неизменными в течение одного часа нагревания. В сушилках, наоборот, в процессе сушки имеет место непрерывное уменьшение влажности и увеличение температуры нагрева зерна.

Наконец, движение агента сушки в межзерновом пространстве, испарение влаги из зерна, неравномерность распределения влаги по сечению отдельных зерен и т. д., имеющие место в зерносушилках, определенным образом влияют на температурный режим нагрева зерна. В опытах И. И. Ленарского [11] под-

опытное зерно находилось в герметически закрытых сосудах, в которых, повидимому, устанавливалось динамическое равновесие пара при неизменной температуре и влажности зерна.

Приближение условий эксперимента к условиям сушки зерна в шахтных зерносушилках позволит получить более точную границу максимально допустимых температур нагрева зерна продовольственного назначения.

Экспериментальная установка и методика исследования

Исследование проводилось в лабораторных условиях на специально созданной экспериментальной установке (рис. 2). В экспериментальной установке были выдержаны основные параметры производственной зерносушилки шахтного типа (зерносушилка ВИСХОМ-1), а именно: высота секции, чередование прямоточных и противоточных секций, а также скорости движения агента сушки и зерна в сушильной камере. Это позволило условия опыта макси-

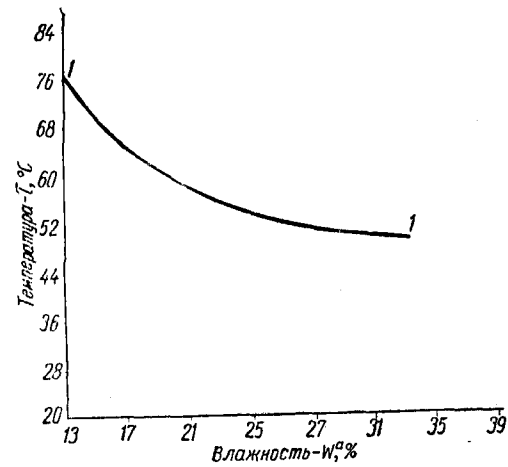


Рис. 1. Граница допустимых (условно-безопасных) температур нагрева зерна продовольственной пшеницы (граница нулевой скорости денатурации спирторастворимых белков). (По данным И. И. Ленарского)

мально приблизить к условиям сушки зерна в производственной зерносушилке шахтного типа.

Экспериментальная установка позволяла, не нарушая процесса сушки зерна, определять параметры зерна (температуру, влажность

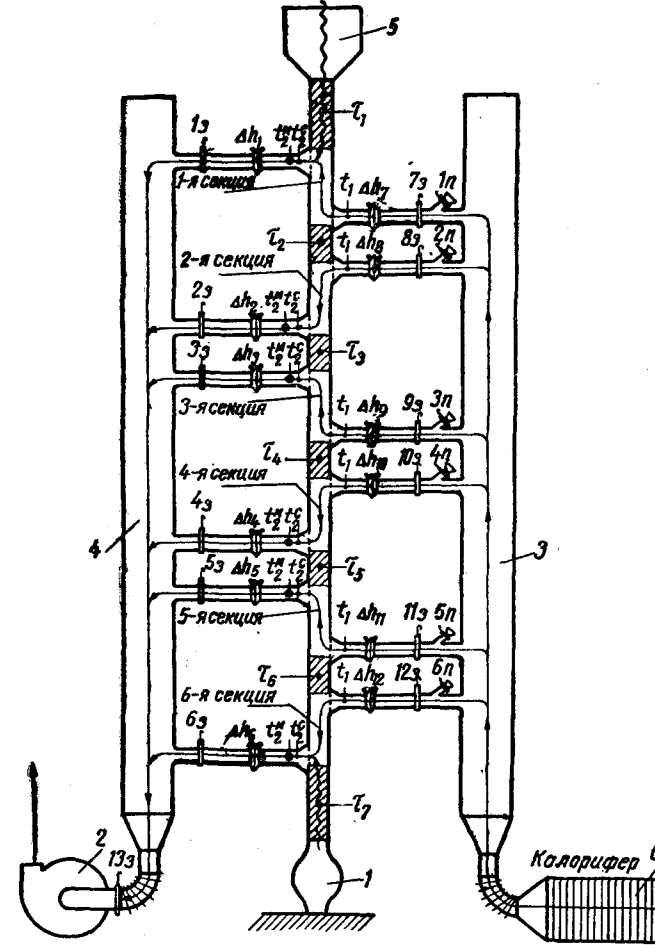


Рис. 2. Схема экспериментальной установки:

1—выпускной механизм; 2—высоконапорный вентилятор; 3—подводящий короб; 4—отводящий короб; 5—загрузочный бункер; 6—электрический калорифер; $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_7$ — точки замеров температуры нагрева, влажности зерна и определений количества спирторастворимых белков; t_1 — точки замеров температуры поступающего в секции воздуха; t_2^M, t_2^C — точки замеров температуры сухого и мокрого термометров (психрометры); $1_3, 2_3, \dots, 12_3$ — задвижки; $1_П, 2_П, \dots, 3_П$ — патрубki для впуска наружного воздуха

в точках $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_7$, рис. 2) и воздуха (расход, температуру и относительную влажность в точках $\Delta h, t_1, t_2^c, t_2^m$, рис. 2) на всем протяжении процесса сушки (до и после каждой секции).

Температуру нагрева зерна определяли при помощи термопары, проградуированной на потенциометре типа «ПП».

Ввиду особой важности точного определения температуры нагрева зерна в подвижном слое, нами был изготовлен специальный щуп с заделанным в нем горячим спаем термопары (рис. 3). Данный прибор позволил, не нарушая непрерывности процесса сушки, легко и быстро (20—30 секунд) определять температуру нагрева зерна непосредственно в шахте экспериментальной установки.

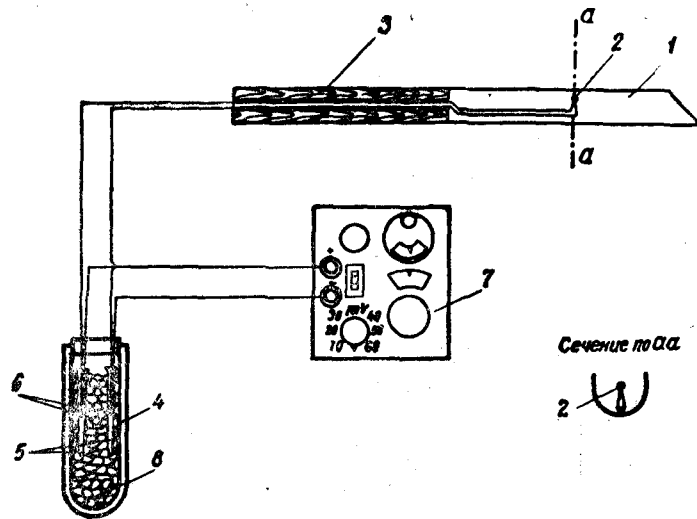


Рис. 3. Схема щупа для определения температуры зерна:
1—медный корпус с толщиной стенки 0,3 мм; 2—горячий спай термопары; 3—деревянная рукоятка; 4—сосуд Дюара; 5—пробирки с трансформаторным маслом; 6—холодный спай термопары; 7—потенциометр типа «ПП»; 8—тающий лед

Методика определения температуры нагрева зерна заключалась в следующем. После наступления установившегося режима работы установки, через штуцер в зону замеров вводили щуп открытой частью корпуса вниз и оставляли там на 2—3 минуты. За это время корпус щупа нагревался до температуры зерна. Затем щуп быстрым движением поворачивали на 180° против часовой стрелки. При этом часть зерна, попадая в рабочую часть щупа, соприкасалась с горячим спаем термопары и изолировалась от влияния воздуха, циркулирующего в небольших количествах в зоне замеров. Температуру зерна определяли по показаниям потенциометра.

Максимально возможная погрешность определения температуры нагрева зерна составляла $\pm 1^\circ$.

Влажность зерна определяли с предварительным подсушиванием по уточненной методике, предложенной И. Е. Мамбишем [16], с учетом рекомендаций по унификации всей аппаратуры для определения влажности, приведенных в работе Б. С. Дмитриева и Н. И. Тарасюк [5].

Расход воздуха определяли при помощи измерительных диафрагм, установленных на всех подводных и отводящих трубках (см. рис. 2, $\Delta h_1, \Delta h_2, \dots, \Delta h_{12}$).

Для определения относительной влажности выходящего из каждой секции воздуха, были изготовлены специальные психрометры, установленные во всех отводящих трубках (рис. 2, 4).

Температура воздуха на всех этапах его движения определялась при помощи лабораторных термометров с ценой деления 1° .

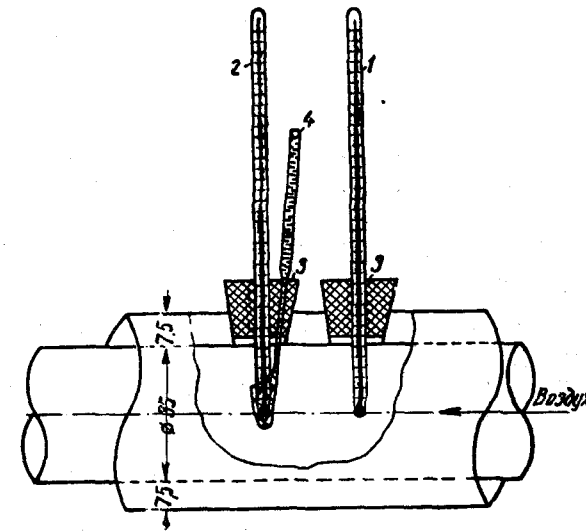


Рис. 4. Прибор для определения относительной влажности отработанного воздуха:
1—сухой термометр; 2—мокрый термометр; 3—резиновая пробка; 4—пипетка с водой

В качестве материала для исследования была взята сортовая пшеница ОД-3, урожая 1952 г., выращенная на сортоиспытательных участках Одесского института селекции и генетики имени Т. Д. Лысенко.

Для получения необходимой начальной влажности зерна его искусственно увлажняли с последующей трехсуточной отлежкой, обеспечивающей равномерное распределение влаги по всему объему зерна.

При исследовании технологическая оценка процесса сушки зерна проводилась по:

- денатурации спирторастворимых белков¹;
- качеству теста (данные альвеографа);
- количеству и качеству клейковины;
- пробным выпечкам.

¹ Для исследования биохимических изменений зерна выбраны спирторастворимые белки потому, что они являются основными белками клейковины. Как показали исследования, изменение растворимости этих белков закономерно влияет на качественные показатели зерна [11, 12].

Методика определения денатурации спирторастворимых белков заключалась в следующем.

Образец зерна тонко размалывали трехкратным проходом на лабораторной мельнице и из него, после тщательного перемешивания, выделяли две навески по 1,5 г. Навески помещали в колбочки с плотно подогнанными резиновыми пробками, куда добавляли 50 мл 67% этилового спирта. Колбочки помещали в вибрационный аппарат для экстрагирования. Экстракция продолжалась два часа. После экстрагирования содержимое колбочек отфильтровывали, в прозрачном фильтрате определяли содержание азота полумикрометодом Кьельдаля и выражали его в процентах по отношению к сухому веществу [17].

Расхождение в параллельных определениях допускалось в пределах 0,02% азота.

Процент белка на сухое вещество зерна определяли умножением полученного процента азота на переводной коэффициент 5,7 [17].

Степень денатурации белка определяли как разность между величинами спирторастворимого белка в исходном и просушенном зерне и выражали в процентах к содержанию спирторастворимого белка в исходном образце.

Качество теста определяли по методике, принятой при работе с альвеографом [24].

Для определения количества и качества клейковины устанавливали выход сырой клейковины, цвет, растяжимость и ее упругость на пластометре.

Все указанные определения проводились по принятым методикам [6, 17, 23].

Для проведения пробных выпечек зерно размалывали в односортовую муку (выход 70%) на лабораторных вальцевых станках по принятой схеме сортового помола.

Выпечки хлеба проводились при безопасном способе приготовления теста [17].

В выпеченном хлебе после его остывания определяли объемный выход хлеба и пористость мякиша.

Объем исследования определялся необходимостью изучения вопросов сушки зерна различной начальной влажности при определенных параметрах сушки.

Результаты исследования

Граница начала денатурации спирторастворимых белков. В задачу исследования входило выявление закономерности биохимических изменений в зерне при протекании процесса сушки в условиях, соответствующих области, лежащей выше и ниже кривой I—I (см. рис. 1). Для этого были проведены опыты при режимах сушки, которые обеспечивали необходимое снижение влажности¹ и повышение температуры нагрева зерна (рис. 5).

¹ При обработке экспериментальных данных пользовались абсолютной влажностью зерна, т. е. влажностью на абсолютно сухое вещество.

В процессе проведения опытов в точках определения температуры нагрева и влажности зерна отбирали пробы для определения степени денатурации спирторастворимых белков.

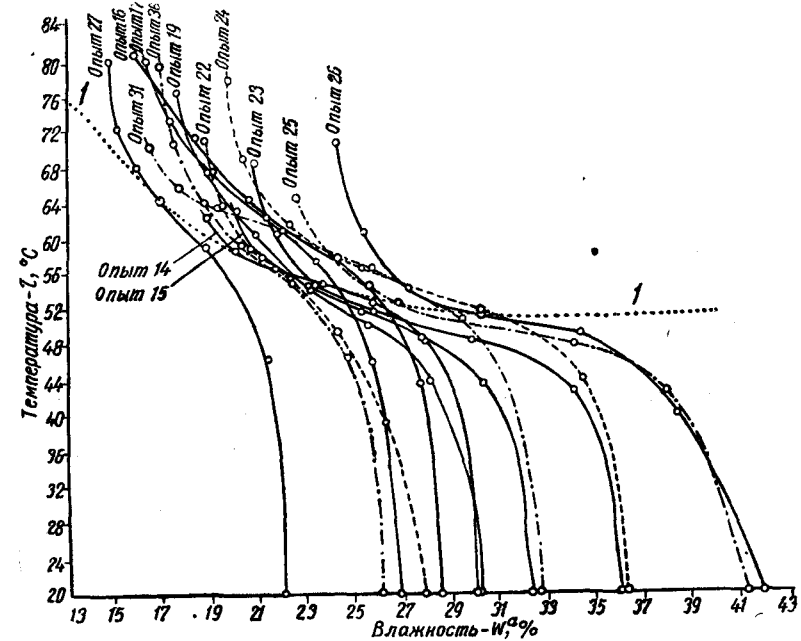


Рис. 5. Изменение температуры нагрева зерна и его абсолютной влажности в процессе сушки (В точках, обозначенных кружочками, определялись: температура нагрева, влажность зерна и количество спирторастворимых белков)

Полученные данные, характеризующие изменения спирторастворимых белков, дают возможность установить примерную границу начала их денатурации (рис. 6).

Как видно из рис. 6, полученные при исследовании данные о начале денатурации спирторастворимых белков (кривая АС) несколько отличаются от данных, полученных И. И. Ленарским [11]. Такое несоответствие можно объяснить как различием в условиях исследования, так и тем, что в наших опытах зерно находилось в нагретом состоянии приблизительно на 10 мин. меньше, чем в опытах И. И. Ленарского.

Изменение качественных показателей зерна в процессе сушки

Технологическая оценка качества зерна в процессе сушки дает возможность проследить за изменением качества клейковины теста и изменением хлебопекарных качеств подопытной пшеницы в зависи-

мости от температуры нагрева, влажности зерна и от длительности воздействия температуры¹.

По характеру изменения показателей качества просушенного зерна все опыты по исследованию можно разделить на три основные группы.

I группа характеризуется отсутствием заметных изменений как в спирторастворимых белках, так и в свойствах клейковины.

II группа характеризуется наличием изменений в физических свойствах клейковины при отсутствии денатурации спирторастворимых белков.

И, наконец, III группа характеризуется наличием глубоких изменений физических свойств клейковины зерна, сопровождающихся денатурацией спирторастворимых белков.

В опытах I группы данные о качестве клейковины, теста, а также результаты пробных выпечек показывают, что при этих режимах качественные показатели просушенного зерна почти ничем не отличаются от исходного образца (опыты 14, 15 и 27, табл. 1, рис. 7, 8).

Во II группе (опыты 16, 17, 19, 22) максимальная температура нагрева зерна, при соответствующей его влажности, была значительно выше, чем в опытах I группы (рис. 5, 9). При этих условиях сушки во всех указанных опытах денатурация спирторастворимых белков отсутствовала.

Однако анализы по определению качества клейковины теста показали, что клейковина заметно укрепилась (табл. 1, рис. 10, 11).

На укрепление клейковины, без изменения растворимости белков эндосперма, указывали ряд исследователей [21, 22]. В связи с этим можно предположить, что при действии тепла в белковой молекуле происходят изменения, вызывающие укрепление клейковины. При этом белки сохраняют свою растворимость.

Укрепление клейковины привело к некоторому снижению выхода сырой клейковины, что объясняется уменьшением ее водопоглотительной способности.

Несмотря на то, что клейковина претерпела заметные физические

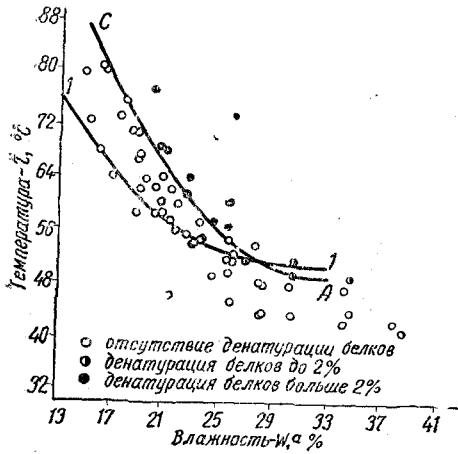


Рис 6. Граница начала денатурации спирторастворимых белков
Кривая 1—1—по данным И. И. Ленарского
Кривая АС—по данным настоящего исследования

¹ Технологическая оценка качества зерна проводилась до и после каждого опыта.

Таблица 1

Качественные показатели просушенного зерна

№ опытов	Качественные показатели просушенного зерна												
	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13
	Начальная влажность зерна (абсолютная) в %	Конечная влажность зерна (абсолютная) в %	Максимальная температура нагрева зерна в °C	Время пребывания зерна в патрете в мин.	Степень денатурации белка в %	Количество сырой клейковины	Время истечения вина на пластометра в сек.	Упругость R в мм	Растяжимость L в мм	$\frac{R}{L}$	Объемный выход хлеба в см ³	Пористость	
Исходный	30,0	19,0	62,0	48,0	0	30,0	83	42	50	0,84	425	66,7	
14	32,3	20,3	62,0	48,0	0	—	73	45	56	0,80	400	63,0	
15	22,0	14,8	80,0	40,8	0	30,5	77	46	54	0,85	430	68,5	
16	28,7	16,8	80,5	45,0	0	32,5	48	42	76	0,55	425	66,7	
17	27,0	16,3	80,0	43,2	0	27,2	77	80	30	2,67	409	63,0	
22	28,0	18,9	70,6	33,6	0	26,2	64	74	30	2,46	428	68,0	
19	30,0	17,8	75,6	45,0	0	26,7	85	73	36	2,03	420	66,6	
Исходный	36,3	20,9	67,7	48,0	4,3	33,8	58	55	60	0,92	460	72,3	
23	36,0	19,9	77,4	48,0	10,0	26,8	70	85	35	2,43	406	63,0	
24	41,1	22,8	63,0	54,0	7,3	26,0	63	107	28	3,72	378	63,0	
25	42,0	24,4	70,0	54,0	11,1	26,6	76	94	30	3,13	424	68,5	
26	—	—	—	—	—	27,1	96	100	26	3,85	383	62,7	
Исходный	25,8	18,9	64,1	24,0	0	34,7	86	67	62	1,08	45	77,8	
36 I	25,8	17,9	69,5	30,0	1,1	30,5	98	103	45	2,29	43	72,2	
36 II	25,8	17,9	79,3	36,0	1,8	28,7	94	113	36	3,14	406	70,4	
36 III	25,8	17,1	79,3	36,0	1,8	27,9	126	122	33	3,70	409	70,4	
31	32,8	16,1	70,0	54,0	0	32,5	88	100	40	2,50	481	74,1	

изменения, хлебопекарные качества муки, полученной из просушенного зерна, практически не изменились (табл. 1, рис. 11, а, 11, б).

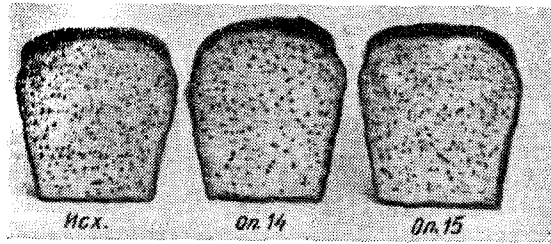


Рис. 7. Влияние сушки зерна пшеницы на качество хлеба

В III группе опытов (опыты 23, 24, 25 и 26) режимы были выбраны с расчетом получения температуры нагрева зерна, при которой происходила бы денатурация спирторастворимых белков (см. рис. 5, 9).

Во всех опытах III группы в конце процесса сушки была обнаружена денатурация белков в степени от 3,8 до 11% (табл. 1).

При определении качества теста на альвеографе и упругости клейковины на пластометре было установлено, что клейковина его укрепилась (рис. 12), при этом укрепление клейковины увеличивается по мере роста степени денатурации спирторастворимых белков (табл. 1). Клейковина в этих опытах плохо отмывалась и обладала низкими качествами (низкая растяжимость и слабая эластичность). Сильное укрепление и уменьшение водопоглотительной способности клейковины, а также денатурация

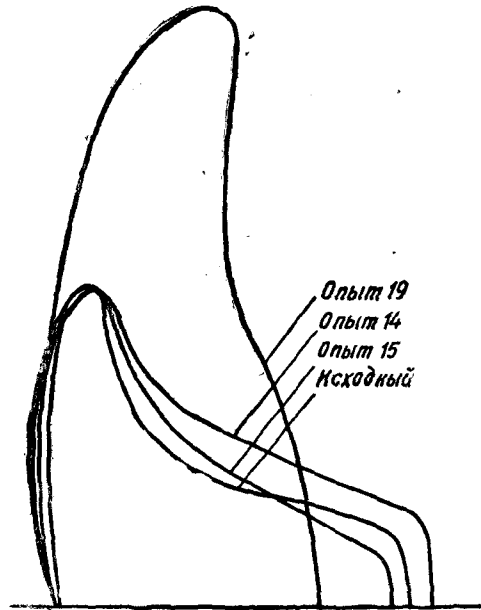


Рис. 8. Изменение физических свойств теста при сушке зерна пшеницы

части белков привели к значительному уменьшению выхода сырой клейковины.

Пробные выпечки показали, что в опытах 23, 24, 25 и 26 качество хлеба несколько ухудшилось, по сравнению с исходным образцом, что выразилось в уменьшении объемного выхода и пористости хлеба (табл. 1, рис. 13, а, 13, б). При этом уменьшение объемного выхода

хлеба находится в соответствии с увеличением степени денатурации спирторастворимых белков.

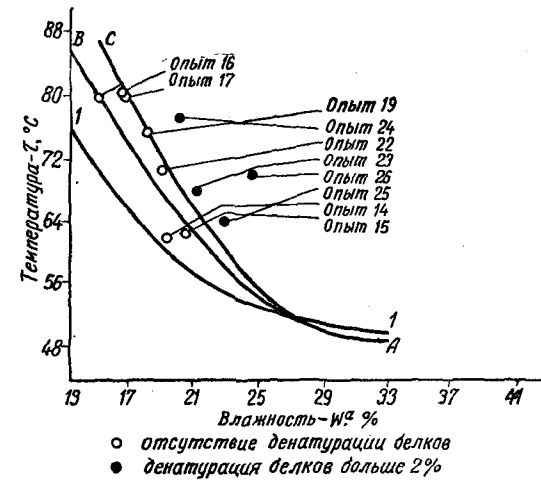


Рис. 9. Границы начала денатурации спирторастворимых белков (кривая AC) и начало укрепления клейковины (кривая AB)

Кривая I—I—граница начала денатурации спирторастворимых белков по данным И. И. Ленарского

Таким образом, укрепление клейковины и уменьшение объемного выхода хлеба находятся в определенной взаимосвязи со степенью денатурации спирторастворимых белков. При этом следует отметить, что ухудшение хлебопекарных качеств наблюдается с момента начала денатурации белков.

Основываясь на результатах изменения качества клейковины и данных о денатурации спирторастворимых белков в зависимости от температуры, влажности и времени нагрева зерна, рассмотренные I, II и III группы опытов могут быть выведены в отдельные зоны, границами которых являются кривые AC и AB (см. рис. 9). При этом каждой зоне соответствуют свои определенные физические свойства клейковины и определенная степень денатурации спирторастворимых белков.

В связи с этим изменения качества клейковины в процессе сушки могут быть представлены следующим образом.

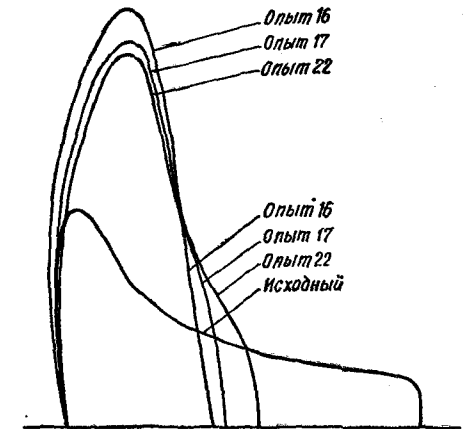


Рис. 10. Изменение физических свойств теста при сушке зерна пшеницы

При температуре и влажности зерна, соответствующих зоне, лежащей ниже кривой АВ, процесс сушки протекает без заметных изменений качества зерна. Повышение температуры нагрева зерна при такой же влажности (область, лежащая между кривыми АВ и АС) вызывает изменения физических свойств клейковины — наступает период ее укрепления. Однако при этом количество спирторастворимых белков остается без изменения. Дальнейшее повышение

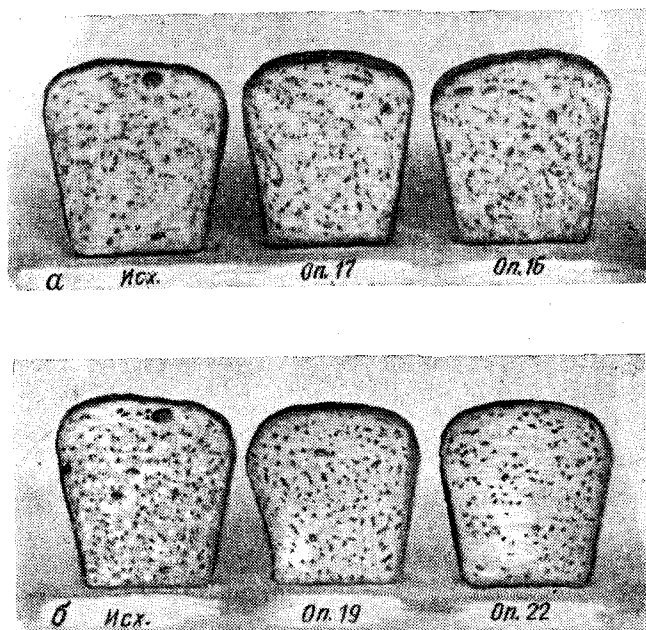


Рис. 11. Влияние сушки зерна пшеницы на качество хлеба: а) — опыты 16 и 17; б) — опыты 19 и 22

температуры нагрева зерна (область, лежащая выше кривой АС) приводит к еще большему укреплению клейковины, которое сопровождается явно выраженной денатурацией белков).

Таким образом, область, лежащая между кривыми АВ и АС, можно условно назвать «зоной укрепления клейковины»¹. Верхней границей этой зоны является кривая АС, которая одновременно служит границей начала денатурации спирторастворимых белков.

Границы допустимых температур нагрева продовольственной пшеницы

«Зона укрепления клейковины» и граница начала денатурации спирторастворимых белков получены в результате исследования процесса сушки зерна пшеницы с нормальной исходной клейковиной.

¹ Под «зоной укрепления клейковины» мы понимаем зону, соответствующую таким параметрам зерна в процессе сушки, при которых происходит укрепление клейковины без изменения растворимости спирторастворимых белков.

Температура нагрева, соответствующая «зоне укрепления клейковины», для зерна с нормальной клейковиной является вполне допустимой, ибо несмотря на то, что клейковина укрепляется, хлебопекарные качества муки, полученной из просушенного зерна, остаются приблизительно на уровне исходного образца.

Таким образом, кривая АС (граница начала денатурации спирторастворимых белков) является границей допустимых (условно-безопасных) температур нагрева зерна при сушке пшеницы с нормальной исходной клейковиной.

Опираясь на результаты ряда исследований [21, 22], можно утверждать, что при сушке зерна со слабой или крепкой исходной клейковиной допустимые температуры нагрева зерна должны быть иными.

Следует ожидать, что при сушке зерна со слабой исходной клейковиной, выбор параметров сушки, соответствующих «зоне укрепления клейковины», приведет к улучшению хлебопекарных качеств муки, полученной из просушенного зерна. При крепкой исходной клейковине эти же параметры сушки могут привести к нежелательным результатам.

Для проверки высказанного положения были поставлены специальные опыты по сушке зерна с крепкой исходной клейковиной (опыты 31, 36 I, 36 II, 36 III, табл. 1, рис. 5, 14).

Анализ на растворимость белков показали, что в опытах 31 и 36 I денатурация спирторастворимых белков не была обнаружена.

В опытах 36 II и 36 III, при которых процесс сушки зерна протекал в «зоне укрепления клейковины» (рис. 14), наблюдалась частичная денатурация спирторастворимых белков — около 2,8% (опыт 36 III). При этом клейковина укрепилась как в опытах, где имела место денатурация белков (опыты 36 II и 36 III), так и в опытах, где денатурация белков отсутствовала (опыты 31 и 36 I) и состояние белков соответствовало точкам, лежащим ниже кривой АВ (рис. 14).

Анализ альвеограмм и данных пластометра всех четырех образцов (табл. 1, рис. 15) показывает, что укрепление клейковины увеличивается по мере увеличения температуры нагрева зерна и сопровождается увеличением степени денатурации спирторастворимых белков.

Пробные выпечки показали, что в образцах 36 II и 36 III качество хлеба несколько ухудшилось по сравнению с исходным образцом

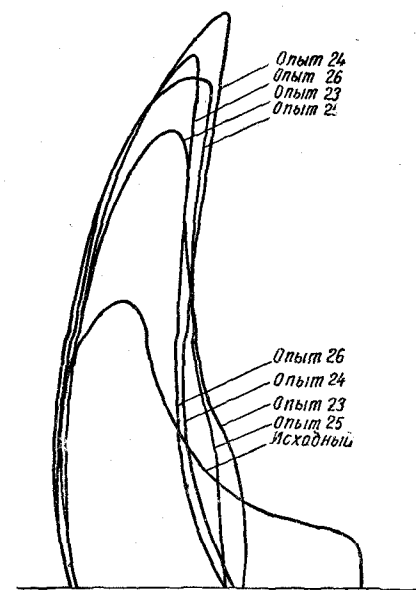


Рис. 12. Изменение физических свойств теста при сушке зерна пшеницы

(табл. 1, рис. 16, б). Особенно заметное ухудшение качества хлеба наблюдалось в опыте 36 III, в котором значительно снизился объемный выход и подъем хлеба.

Основываясь на результатах опытов 31, 36 I, 36 II, 36 III, можно сделать вывод о том, что при сушке зерна пшеницы с крепкой исходной клейковиной граница начала денатурации спирторастворимых белков, а также «зона укрепления клейковины» смещаются в сторону более низких температур, по сравнению с сушкой зерна с

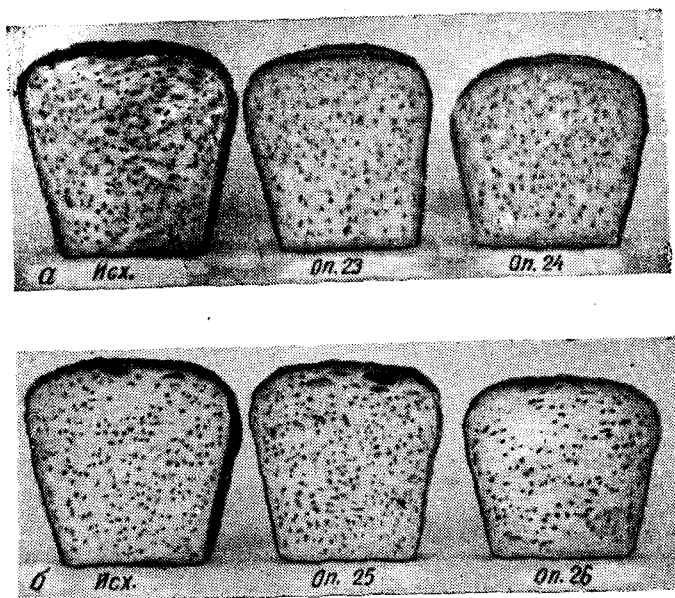


Рис. 13. Влияние сушки зерна пшеницы на качество хлеба
а—опыты 23 и 24; б—опыты 25 и 26

нормальной клейковиной. Граница допустимых температур нагрева зерна пшеницы с крепкой исходной клейковиной перемещается на кривую АВ (см. рис. 14).

Что касается сушки зерна пшеницы со слабой исходной клейковиной, то, опираясь на результаты проведенного исследования и данных других исследований [21], можно утверждать, что температурные режимы нагрева зерна, соответствующие области кривой АС, будут способствовать улучшению качества клейковины, а следовательно и хлебопекарных качеств муки, полученной из просушенного зерна.

Полученные кривые, определяющие собой границы допустимых (условно-безопасных) температур нагрева зерна в зависимости от исходного качества клейковины (кривая АВ и АС, рис. 14), позволяют выразить зависимость допустимой температуры нагрева зерна (τ) от его абсолютной влажности ($w_{абс}$).

Для зерна с нормальной исходной клейковиной:

$$\tau = 181,9 - 8,26 w_{абс} + 0,128^2 w_{абс} \quad (1)$$

Для зерна с крепкой исходной клейковиной:

$$\tau = 154,3 - 6,5 w_{абс} + 0,1^2 w_{абс} \quad (2)$$

Полученные эмпирические формулы действительны для диапазона абсолютной влажности зерна от 15 до 34%.

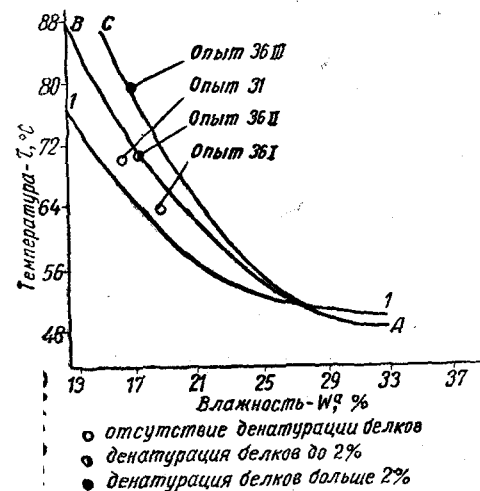


Рис. 14. Границы допустимых температур нагрева зерна продовольственной пшеницы
Кривая АВ—при сушке зерна пшеницы с крепкой исходной клейковиной
Кривая АС—при сушке зерна с нормальной исходной клейковиной
Кривая I—I—по данным И. И. Ленарского

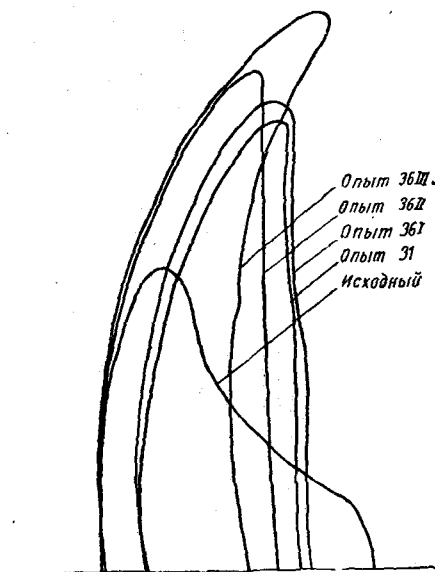


Рис. 15. Изменения физических свойств теста при сушке зерна пшеницы

Проведенные опыты сушки зерна при «прогрессивных» режимах, построенных при повышенных температурных режимах нагрева зерна, показали, что производительность установки, выраженная в $\frac{кг\ \%}{час}$, при «прогрессивном» режиме, по сравнению с обычным режимом, увеличилась на 50—90% (меньший процент соответствует сушке зерна меньшей начальной влажности)¹.

Выводы

1. Исследованием подтверждена выявленная другими исследователями закономерность изменения начала денатурации спирторастворимых белков в зависимости от влажности, температуры нагрева зерна и времени сушки.

¹ Под обычным режимом сушки мы понимаем применяемый в настоящее время одноступенчатый режим, при котором максимальная температура нагрева зерна не превышает 50—55°.

2. В зависимости от изменения температуры нагрева и влажности зерна в процессе сушки наблюдаются три основных стадии его качественного состояния:

I стадия — отсутствие заметных изменений качественных показателей зерна.

II стадия — укрепление клейковины при отсутствии денатурации спирторастворимых белков.

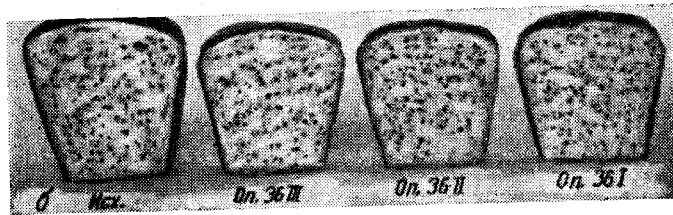
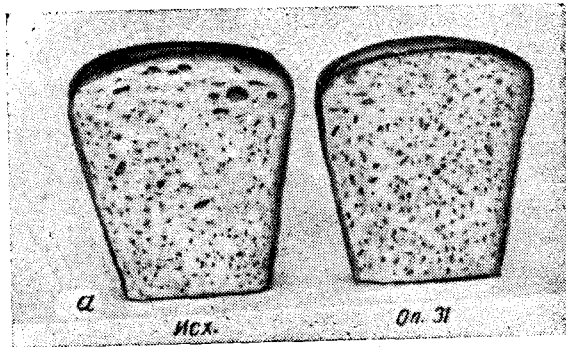


Рис. 16. Влияние сушки зерна пшеницы на качество хлеба
а—опыт 31; б—опыт 36 (III, II, I)

III стадия — укрепление клейковины, сопровождающееся денатурацией спирторастворимых белков и ухудшением хлебопекарных качеств муки.

Полученные данные свидетельствуют о том, что, повидимому, тепловой денатурации белков предшествуют изменения в белковой молекуле, вызывающие укрепление клейковины. При этом белки сохраняют свою растворимость.

3. Ухудшение хлебопекарных качеств зерна наблюдается с момента денатурации спирторастворимых белков.

4. Получены границы допустимых (условно-безопасных) температур нагрева зерна пшеницы продовольственного назначения с нормальной и крепкой исходной клейковиной при продолжительности нагрева до 1 часа.

В связи с этим, ограничение температуры нагрева продовольственного зерна пшеницы до 50—55°, вне зависимости от его влажности и времени нагрева, принятое практикой зерносушения, можно считать заниженным.

5. Границы допустимых температур нагрева зерна необходимо положить в основу построения режимов сушки продовольственной пшеницы, так как их применение дает возможность повысить производительность зерносушилок на 50—90%.

6. Для внедрения в практику зерносушения режимов сушки зерна, основанных на применении полученных границ допустимых температур его нагрева, необходимо разработать конструкцию зерносушилки, которая позволила бы достичь равномерного нагрева зерна и необходимого повышения температуры его нагрева по мере снижения влажности. Решение этой задачи является целью наших дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гержой А. П. Скорость испарения влаги при дифференцированных параметрах процесса сушки зерна. Сообщения и рефераты к научной конференции ВНИИЗ, стр. 7, июль, 1947.
2. Гержой А. П. Усовершенствование процесса сушки зерна. Труды ВНИИЗ, вып. 15, стр. 9, 1948.
3. Гержой А. П., Самочетов В. П. Зерносушение. Заготиздат, 1951.
4. Горячкин В. П. Собрание сочинений, т. VI, Сельхозгиз, 1948.
5. Дмитриев Б. С., Тарасюк Н. И. Об определении влажности зерна и продуктов его переработки. Труды ОИИМПнЭХ имени И. В. Сталина, вып. 3, 1952.
6. Козьмина Н. П., Кретович В. Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. Заготиздат, 1950.
7. Кретович В. Л. Влияние термической сушки на качество зерна. Журн. «Мукомолье и элеваторно-складское хозяйство», № 10, 1939.
8. Кретович В. Л. и Рязанцева Е. Н. Биохимические изменения в зерне пшеницы под действием высоких температур. Доклады АН СССР, т. 3, 1939.
9. Кретович В. Л. Физико-биохимические основы хранения зерна. Изд. АН СССР, 1945.
10. Кретович В. Л., Рязанцева Е. Н. Изменение химического состава зерна под действием высоких температур. Сборник «Зерно», стр. 37, Госторгиздат, 1937.
11. Ленарский И. И. О скорости тепловой денатурации белков зерна. Биохимия зерна, сборник I, стр. 114, изд. АН СССР, 1951.
12. Ленарский И. И. Тепловая денатурация белков и термоактивизация зерна. ДАН СССР, т. 78, № 6, ст. 1185, 1951.
13. Лурье М. Ю. Скоростная шахтная зерносушилка для зерна. Журн. «Советское мукомолье», № 5, 1940.
14. Лыков А. В. Теория сушки. Госэнергоиздат, 1950.
15. Любарский Л. Н. О термоустойчивости и влагоотдаче зерна. Сообщения и рефераты ВНИИЗ, июль, 1948.
16. Мамбиш И. Е. Уточнение методики определения влажности зерна и продуктов его переработки. Сообщения и рефераты ВНИИЗ, Заготиздат, февраль, 1949.
17. Озолин Н. И. Методы химического анализа зерна и продуктов его переработки. Заготиздат, 1941.
18. Платонов П. Н. Водно-тепловая обработка в крупяном производстве. Журн. «Мукомолье и элеваторно-складское хозяйство» № 1, стр. 30, 1953.

19. Платонов П. Н. и Ленарский И. И. Пути дальнейшего повышения производительности зерносушилок. Журн. «Заготовки сельскохозяйственных продуктов», № 7, стр. 56, 1951.

20. Птицын С. Д. Допустимые нагревы зерна пшеницы. Доклады Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени Ленина, вып. 8, 1950.

21. Соседов Н. И., Гержой А. П., Дроздова З. Б., Доманская Ю. П. Исследование дифференцированных режимов сушки пшеницы в зависимости от исходного качества клейковины. Сообщения и рефераты ВНИИЗ, стр. 8, декабрь, 1949.

22. Соседов Н. И., Влияние различных условий тепловой сушки на качество пшеницы. Труды ВНИИЗ, вып. 19, стр. 66, 1949.

23. Стандарты на продовольствие и фураж, т. I, Стандартиздат, 1947.

24. Ауэрман Л. Я. Технология хлебопечения. Пищепромиздат, 1948, стр. 67.

В. А. ЯКОВЕНКО,
кандидат техн. наук
Н. В. РОМЕНСКИЙ,
доктор биологических наук,
профессор

ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЖИРА ПРИ ПОРЧЕ ЗАРОДЫШЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Работники мукомольной промышленности в настоящее время направляют свои усилия не только на повышение производительности существующих предприятий, но и на овладение техникой максимального и рационального использования всех питательных частей перерабатываемых зерновых культур.

Зародыш составляет всего 3% от веса зерна пшеницы и ржи. Однако по своему химическому составу, питательной и кормовой ценности зародыш значительно выше других анатомических частей зерна. Ценность зародыша обуславливается наличием в нем значительных количеств белков, жира, сахаров, витаминов и других веществ [3,4].

Широкое использование зародышей злаков в пищевой, витаминной и комбикормовой промышленности затрудняется главным образом неустойчивостью их при хранении [3].

В. Кретович, А. Соколова и Е. Ушакова [2] при исследовании очищенных пшеничных зародышей, хранившихся при разной влажности, показали, что процесс гидролиза жира в них происходит наиболее энергично по сравнению с этим процессом в других анатомических частях зерна. В. Кретович выдвинул весьма важное положение, согласно которому наиболее чувствительным химическим показателем состояния зерна в процессе хранения является кислотность его жировой фракции (эфирной вытяжки).

В. Кретович и Т. Акимочкина [2] установили зависимость гидролитического действия липазы зародышей от реакции среды.

При исследовании активности липазы пшеничных зародышей, муки 70% выхода и отрубей, проведенном на оливковом масле, взятом в качестве субстрата, наибольшую активность обнаружили зародыши. В. Кретович полагает, что повышение кислотности жировой фракции происходит вследствие ферментативного гидролиза жира.

Н. Соседов, В. Швецова и Н. Андреева (6) исследовали изменение качества зародышевых хлопьев и муки при хранении их в течение

ние 2 месяцев. Основное внимание в их работе уделялось изменению кислотных чисел жира зародышевых хлопьев и муки при температуре хранения 20 и 30°.

П. Тарутин [7] применил инфракрасные лучи для сушки зародышевых хлопьев. Согласно результатам этого исследования следует, что обработка неустойчивых при хранении зародышей значительно повышает их стойкость и устраняет порчу.

Из изложенного следует, что глубокого изучения химического состава жира зародышевых продуктов, изменения их качества в процессе хранения и переработки до настоящего времени не производилось.

Известно, что химические изменения жира в основном определяют качество и сохранность не только зародышевых продуктов, но и других зерновых продуктов, в состав которых жировые вещества входят в более или менее значительных количествах (1, 5, 8).

В связи с этим задача нашего исследования состояла в том, чтобы изучить химические изменения жира, возникающие при порче зародышевых продуктов. При этом целью исследования мы ставили определение оптимальных методов предварительной обработки и режимов хранения зародышевых хлопьев для более или менее длительного срока их хранения.

I. Объекты и методы исследования

Изучение изменений химического состава жира проводилось главным образом на пшеничных зародышевых хлопьях, а также на зародышах пшеницы и ржи.

Зародышевые хлопья пшеницы были получены на Ленинградском ордена Ленина мелькомбинате имени С. М. Кирова и имели следующие качественные показатели: влажность 11—12%, содержание зародыша — 65%.

Зародыши пшеницы и ржи были получены на Херсонской мельнице № 3 сельскохозяйственного мукомолья.

Данные о химическом составе зародышей и зародышевых хлопьев приведены в табл. 1.

В исходных образцах определяли влажность, общий азот (по Кьельдалю), содержание крахмала (поляриметрическим методом), жира (по Сокслету), сахара (по методу Бертрана), клетчатки (по методу Кюршнера и Хафера в модификации А. Ермакова), пентозанов (методом оксимирования), золы, фосфора (по Нейману), минеральной примеси.

Из данных табл. 1 следует, что зародышевые продукты, полученные в производстве, значительно отличаются по своему химическому составу от собственно зародышей, химический состав которых приводится по данным Н. Роменского [4]. Это отличие состоит главным образом в том, что зародыши, полученные в производстве, содержат минеральную примесь и в виде битых частей зерна — крахмал, а зародышевые хлопья — крахмал в виде муки.

Химические изменения жира зародышевых продуктов исследовали при различных режимах хранения. Режимы хранения отличались

один от другого различными вариациями по температуре и влажности. Образцы хранили в мешочках из бязевой ткани, из плотной бумаги и в стеклянных банках. Вес каждого образца перед закладкой на хранение составлял 1—2 кг.

Таблица 1

Химическая характеристика исходных образцов
(в % на абсолютно сухое вещество)

Образцы	Белок (коэффициент 6,25)	Крахмал	Жир	Сахара		Клетчатка	Пентозаны	Зола	Фосфор	Минеральная примесь
				фруктоза и глюкоза	сумма естественных сахаров					
Пшеничные зародыши	31,15	30,20	8,13	2,18	16,05	2,60	5,26	5,96	0,800	2,43
Ржаные зародыши	37,00	8,45	12,00	2,55	19,53	2,70	5,93	6,26	0,974	0,69
Пшеничные зародышевые хлопья	32,10	22,25	11,10	3,53	22,75	2,71	6,04	4,43	0,990	—
Пшеничная зародышевая мука,	25,68	—	8,67	—	—	2,29	6,45	3,43	—	—
Зародыши пшеницы по данным Н. Роменского (37,63)	41,30	0	15,04	—	25,12	2,46	9,74	6,32	—	—

Отдельные образцы перед закладкой на хранение подвергались подсушиванию (1 час при $T=40-50^\circ$), поджариванию (1 час при $T=140-150^\circ$), пропариванию (при нормальном атмосферном давлении в течение 7 мин.) с последующим подсушиванием и увлажнению.

Жир для его исследования извлекали путем экстракции зародышевых продуктов, предварительно высушенных в вакууме при $T=70-75^\circ$ в течение 6—7 часов, сухим серным эфиром в аппарате Сокслета. Экстракция проводилась в течение 5—6 час. Жир сушился при температуре $60-70^\circ$ в токе сухого CO_2 до постоянного веса.

Исследование жира проводили по истечении 2 недель, 1, 2, 3, 5 месяцев и (в отдельных случаях) больших сроков хранения зародышевых продуктов. Анализ жира включал в себя определение кислотного, иодного (по Гюблю), перекисного (основанного на способности жира реагировать с иодистым калием в кислой среде) чисел, числа омыления, коэффициента преломления по общепринятым методикам, а также качественной реакции на альдегиды с фуксинсернистой кислотой.

До этих исследований органолептически проверяли продукты на прогорклость.

II. Влияние исходного качества зародышевых продуктов на их сохранность

В табл. 2 приведены химические изменения жира зародышевых продуктов при $T=16-21^\circ$. Эти данные показывают, что при хранении наблюдается повышение кислотных чисел жира зародышевых про-

Химические изменения жира зародышевых продуктов * ($T = 16-21^{\circ}$)

Таблица 2

Продолжительность хранения	Пшеницы						Ржи						Пшеничные зародышевые хлопья				
	З а р о д ы ш и			П ш е н и ц ы			З а р о д ы ш и			П ш е н и ц ы			Пшеничные зародышевые хлопья				
	Влажность в %	Кислотное число	Число омыления	Иодное число	Перекис- ное число	Влажность в %	Кислотное число	Число омыления	Иодное число	Перекис- ное число	Влажность в %	Кислотное число	Число омыления	Иодное число	Перекис- ное число		
Исходные значения	10,3	15,2	180,0	127,5	—	8,0	22,7	183,0	—	—	10,5	16,0	183,5	128,0	0,03		
2 месяца	8,3	30,5	181,0	122,5	0,16	6,6	24,8	192,0	—	0,17	10,8	24,8	—	121,0	0,52		
7,5—8 месяцев	—	63,6	—	122,4	0,24	7,5	50,5	181,5	124,5	0,41	—	47,4	183,0	121,5	0,28		
1 год	6,4	56,0	171,2	108,9	0,13	7,0	40,6	—	97,6	0,16	10,2	59,1	185,0	121,5	0,04		
Около 4 лет	8,3	51,2	205,0	93,5	—	—	—	—	—	—	—	75,5	179,1	114,5	0,49		
Около 5 лет	7,2	41,2	240,7	28,5	30,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

* Зародыши пшеницы и ржи хранились в мешочках, зародышевые хлопья — в банке.

дуктов в следующих размерах: после 7,5—8 месяцев хранения у зародышей пшеницы с 15,2 до 63,6; у зародышей ржи с 22,7 до 50,5; при дальнейшем же увеличении срока хранения кислотные числа жира снижаются. Это явление связано, повидимому, с началом распада белковых веществ.

Кислотность жира зародышевых хлопьев пшеницы возрастала менее интенсивно по сравнению с кислотностью жира изолированных зародышей — с 16,0 до 59,1 за годичный срок хранения. Однако при значительно более длительном хранении она поднялась до 75,5 в отличие от показателей изолированных зародышей, у которых к этому времени наблюдалось понижение кислотности жира.

Иодные числа жира всех образцов зародышевых продуктов при их хранении систематически понижались; этот процесс особенно ярко выражен у зародышей пшеницы.

Хранение зародышевых продуктов сопровождалось накоплением перекисей. Так, например, у жира пшеничных зародышей количество перекисей составляет (при хранении зародышей около 5 лет) — 30,9% иода.

Необходимо отметить, что данные о химических изменениях жира зародышевых продуктов со сроком хранения более 1 года приводятся для других образцов.

В табл. 3 и 4 приведены результаты исследования влияния исходного качества зародышевых хлопьев на их хранение. Из данных табл. 3 следует, что чем ниже была исходная влажность и исходное кислотное число жира, тем более стойким был продукт при хранении.

Повышенная кислотность жира при одной и той же влажности снижает стойкость продукта при хранении при относительной стабильности других химических показателей.

При хранении зародышевых хлопьев в условиях низких температур — 2—0° (табл. 4) разница в первоначальных значениях влажности продукта и кислотности жира существенного значения не имела.

III. Хранение зародышевых хлопьев при различных условиях температуры и влажности

Температура окружающего воздуха имеет огромное значение для хранения зародышевых продуктов. Данные табл. 5 показывают, что наибольшее возрастание влажности продукта происходит при отрицательных температурах — 2—0° и особенно при $T=14-13^{\circ}$ с почти полной стабилизацией кислотного числа жира на протяжении пяти месяцев хранения. При $T=35-42^{\circ}$ и $T=16-21^{\circ}$ влажность продукта к концу 5-го месяца хранения понизилась с 11,5 до 4,8 и 8,2% при повышении кислотности жира с 28,0 до 50,0.

Число омыления остается на протяжении 5 месяцев хранения без существенных изменений. Иодные числа при этом уменьшаются у всех образцов в первый период хранения, оставаясь затем все время почти неизменными. Аналогично иодным числам величины

Таблица 3
Влияние исходного качества зародышевых хлопьев на изменение их жира ($T = 16 - 21^\circ$)

Продолжительность хранения в месяцах	Влажность в %	Кислотное число	Число омыления	Иодное число	Коэффициент преломления	Перекисное число	Проба на альдегиды	Органолептическая оценка
Исходные хлопья	10,8	16,0	—	128,0	1,4773	0,030	Отрицат.	Нормальные
2	10,8	24,8	—	121,0	1,4756	0,518	—	"
8	10,8	47,4	183	121,5	1,4746	0,282	Слабо положит.	—
13	10,2	59,1	185,0	121,5	1,4756	0,042	Следы	Очень горькие
Исходные хлопья	8,6	20,4	176,5	124,0	1,4774	Нет	Отрицат.	Нормальные
3	7,4	38,6	—	119,0	1,4761	0,866	Следы	Слабо горькие
3	26,5	70,0	224	111,0	1,4730	3,46	—	Очень горькие
Исходные хлопья	11,5	28,0	194,5	128,4	1,4778	0,061	Отрицат.	Нормальные
1	—	44,5	—	125,1	1,4757	0,035	Следы	Слабо горькие
2	11,0	56,7	181,9	123,3	1,4750	0,030	"	"
3	10,0	60,1	186,6	122,0	1,4758	0,023	Слабо положит.	"
5	10,4	68,5	185,1	122,2	1,4755	0,039	Отрицат.	Горькие

Влияние исходного качества зародышевых хлопьев на изменение их жира ($T = -2 - 0^\circ$)

Продолжительность хранения в месяцах	Влажность в %	Кислотное число	Число омыления	Иодное число	Коэффициент преломления	Перекисное число	Проба на альдегиды	Органолептическая оценка
Исходные хлопья	10,8	16,0	—	128,0	1,4773	0,030	Отрицат.	Нормальные
2	9,8	16,1	191,0	124,0	1,4768	0,303	Следы	"
Исходные хлопья	9,1	20,4	—	124,0	1,4774	—	Отрицат.	Нормальные
3	9,1	26,8	—	124,8	1,4767	0,866	Отрицат.	"
Исходные хлопья	11,5	28,0	194,5	128,4	0,4778	0,059	Отрицат.	Нормальные
2	10,0	28,3	183,4	121,8	1,4773	0,136	Отрицат.	Слабо горькие
3	9,8	28,6	193,7	120,0	1,4772	0,073	Следы	"

Изменение жира зародышевых хлопьев в зависимости от температуры хранения

Продолжительность хранения	Температура в °С	Влажность в %	Кислотное число	Число омыления	Иодное число	Коэффициент преломления	Перекисное число	Проба на альдегиды	Органолептическая оценка
Исходные хлопья		11,5	28,0	194,5	128,4	1,4778	0,059	Отрицат.	Нормальные
2 недели	35—42	5,1	31,8	187,0	122,7	1,4760	0,061	"	Слабо горькие
"	18—20	9,8	32,6	178,0	122,6	1,4768	0,053	"	"
"	-2—0	10,2	28,1	186,2	126,0	1,4781	0,012	"	"
"	-14	12,2	29,5	183,0	125,5	1,4770	0,031	"	Нормальные
1 месяц	35—42	5,0	37,0	189,8	124,3	1,4762	0,187	Положит.	—
"	18—20	—	37,5	180,0	122,9	1,4763	0,052	Следы	Горькие
"	-2—0	—	28,1	199,1	123,1	1,4767	0,054	Отрицат.	Слабо горькие
"	-14	13,0	29,7	197,8	123,1	1,4769	0,027	"	Нормальные
2 месяца	35—42	5,0	41,8	190,8	119,5	1,4750	0,274	Сильно положит.	Слабо горькие
"	18—20	8,0	43,4	181,8	122,2	1,4759	0,044	"	Горькие
"	-2—0	10,0	28,3	183,4	122,3	1,4773	0,136	Положит.	Слабо горькие
"	-14	12,1	28,5	188,1	125,1	1,4771	0,140	"	Нормальные
3 месяца	35—42	5,2	43,8	181,6	120,0	1,4772	0,525	Следы	Слабо горькие
"	16—18	7,6	45,6	178,0	119,0	1,4759	0,068	Сильно положит.	Горькие
"	-2—0	9,8	28,6	193,7	120,0	1,4772	0,073	Следы	Слабо горькие
"	-14—13	12,5	28,9	185,3	124,0	1,4771	0,021	"	Горькие
5 месяцев	35—42	4,8	49,9	185,5	122,5	1,4751	0,559	Сильно положит.	Слабо горькие
"	16—21	8,2	49,6	175,5	121,7	1,4756	0,039	Отрицат.	Горькие
"	-2—0	10,9	32,5	187,3	118,0	1,4772	0,631	Положит.	Слабо горькие
"	-14—13	16,6	38,6	175,4	120,0	1,4762	0,484	"	Очень горькие

коэффициента преломления также снижаются. Увеличение количества перекисей наблюдалось раньше всего у образца, хранившегося при $T=35-42^{\circ}$.

Интересно отметить факт лучшей сохранности зародышевых хлопьев при $T=-2-0^{\circ}$ по сравнению с зародышевыми хлопьями, хранившимися при $T=-14-13^{\circ}$. Последнее обстоятельство свидетельствует о том, что влажность является решающим условием сохранности продукта, более низкая температура -14° дала значительно большее повышение влажности в сравнении с -2° .

Влияние влажности на сохранность зародышевых продуктов и на повышение кислотных чисел жира иллюстрируется также данными табл. 6. Один из двух параллельных образцов был подвергнут предварительному подсушиванию (образец № 27).

В результате 5 месяцев хранения у жира подсушенных зародышевых хлопьев кислотное число практически осталось неизменным и качество хлопьев (по органолептической оценке) оказалось почти нормальным. Количество перекисей в первом образце было в два раза меньше по сравнению с количеством перекисей в неподсушенных зародышевых хлопьях.

В табл. 7 приведены данные исследования зародышевых хлопьев, хранившихся при различной относительной влажности и постоянной температуре воздуха. Данные этой таблицы свидетельствуют о том, что влажность хлопьев, хранившихся при 70% относительной влажности воздуха, почти не изменилась на протяжении более 4 месяцев и была равна 10,8—10,9%. Влажность хлопьев, хранившихся при 100% относительной влажности воздуха, изменялась на протяжении первых двух месяцев и окончательно установилась только на 4-м месяце хранения, достигнув 32,0%.

Кислотные числа жира значительно возрастали, особенно при хранении хлопьев в насыщенном влагой воздухе; если перед закладкой на хранение кислотное число жира было равно 31,9, то по истечении 132 дней хранения, оно увеличилось более чем в 3 раза, достигнув 114,7. При хранении хлопьев в воздухе с влажностью 70% кислотное число жира возросло только вдвое (63,3).

При влажности воздуха 100% наблюдалось резкое снижение иодного числа жира — иодное число исходного образца было равно 124,5; через 33 дня оно снизилось до 116,7, через 66 дней — до 114,1, а через 132 дня — до 84,6.

Количество перекисей при хранении зародышевых продуктов резко возрастало. Это увеличение прямо пропорционально относительной влажности воздуха и сроку хранения образца. Перекисное число жира для исходного продукта составляло 0,053, через 66 дней оно возросло при влажности воздуха 70% до 0,286, при 100% — до 0,518; через 132 дня количество перекисей повысилось при влажности воздуха 70% — до 1,38, а при 100% — до 2,07.

Проба на альдегиды и органолептическая оценка на прогорклость коррелируется со значениями кислотных чисел. Явно пониженные иодные числа жира и повышенные значения перекисных чисел соответствуют наличию реакции на альдегиды и прогорклости продукта, определяемой органолептическим методом.

Влияние исходной влажности зародышевых хлопьев на изменение их жира

(T = -2 - 0°)

№ образцов	Продолжительность хранения	Влажность в %	Кислотное число	Число омыления	Иодное число	Коэффициент преломления	Перекисное число	Проба на альдегиды	Органолептическая оценка
	Исходные хлопья	11,5	28,0	194,5	128,4	1,4778	0,061	Отрицат.	Нормальные
27	2 недели	5,4	26,1	181,1	124,5	1,4777	0,021	"	Нормальные
28	2 "	11,5	32,0	183,5	123,8	1,4763	0,050	"	Горькие
27	1 месяц	—	26,1	—	125,1	1,4765	0,070	"	Нормальные
28	1 "	—	33,3	—	124,8	1,4768	0,050	"	Горькие
27	2 месяца	5,5	26,9	180,4	124,2	1,4776	0,025	"	Нормальные
28	2 "	10,2	33,8	180,7	122,5	1,4766	0,016	"	Горькие
27	3 месяца	5,6	26,0	192,3	121,5	1,4779	0,040	"	Слабо горькие
28	3 "	10,0	35,5	190,2	121,2	1,4774	0,002	Следы	Горькие
27	5 месяцев	7,0	28,5	183,7	118,5	1,4776	0,389	Положит.	Слабо горькие
28	5 "	9,7	40,2	184,3	113,0	1,4763	0,685	Сильно положит.	Очень горькие

Изменение жира зародышевых хлопьев под влиянием относительной влажности воздуха

(T = 16 - 21°)

Относительная влажность в %	Продолжительность хранения в днях	Влажность в %	Кислотное число	Число омыления	Иодное число	Коэффициент преломления	Перекисное число	Проба на альдегиды	Органолептическая оценка
	Исходный продукт	10,2	31,9	180,8	124,5	1,4771	0,053	Отрицат.	Нормальные
70	33	10,8	46,7	178,9	121,8	1,4763	0,074	"	"
100	33	19,2	81,8	181,5	116,7	1,4764	0,070	Положит.	Горькие
70	66	10,9	53,5	192,4	123,0	1,4758	0,286	Следы	Горькие
100	66	20,2	85,8	190,9	114,1	1,4753	0,518	Сильно положит.	Очень горькие
70	132	10,9	63,3	187,9	121,1	1,4759	1,380	Положит.	Горькие
100	132	32,0	114,7	189,2	85,6	—*	2,070	Сильно положит.	Глубокая порча

* Коэффициент преломления невозможно было определить вследствие того, что эфирная вытяжка затвердела на воздухе.

IV. Влияние технологической обработки на сохранность зародышевых хлопьев

В табл. 8 приведены результаты исследования влияния предварительной (до закладки на хранение) обработки зародышевых хлопьев на изменение жира при хранении. Данные этой таблицы свидетельствуют о том, что термическая обработка и пропаривание зародышевых хлопьев повышают их устойчивость при хранении.

Важным обстоятельством является тот факт, что пропаривание хлопьев снижает кислотность жира вследствие инактивации ферментов и отгонки летучих кислот. Если жир исходного образца имел кислотное число 28,0, то после обработки текучим паром, даже после месячного срока хранения, оно было равно 24,5, а после 5 месяцев хранения — 31,0. Иодное число при этом снизилось с 128,4 до 111,0; перекисное число возросло с 0,061 до 0,358.

Изменение жира поджаренных и подсушенных зародышевых хлопьев происходит почти в такой же последовательности, как и у пропаренных хлопьев. Следует отметить, что результаты анализов жира зародышевой муки свидетельствуют о том, что такая мука наиболее неустойчива при хранении. Как видно из приведенных данных, технологическая обработка (пропаривание и прожаривание) влияет положительно на сохранность зародышевых хлопьев при их хранении.

V. Обсуждение результатов

Прогоркание зерновых продуктов ухудшает не только вкусовые качества этих продуктов, но и оказывает отрицательное влияние на их технологические свойства и питательную ценность. Зародыши пшеницы, ржи и зародышевые хлопья не выдерживают длительного хранения в обычных условиях и прогоркают в течение 2—3 месяцев. Как известно, один только гидролиз жира зерновых культур вызвать их прогоркание не может [3].

Следует отметить, что повышение кислотных чисел жира при хранении зародышевых хлопьев имело систематический и закономерный характер, в то время как при повышении перекисных чисел и интенсивности реакции на альдегиды закономерности не наблюдалось.

Установить постоянную закономерную зависимость между повышением кислотных чисел и изменением перекисных чисел жира не представлялось возможным, хотя в отдельных случаях такая закономерность имела место.

Как видно из табл. 6 и 7 с повышением влажности продукта кислотные и перекисные числа жира резко возрастают. Возрастание этих показателей сопровождается положительной реакцией на альдегиды и горьким вкусом продуктов. Однако связывать повышение кислотного числа жира при низких значениях его (до 30) с прогорканием зародышевых хлопьев мы не можем, так как имелись случаи, когда при относительно низких кислотных числах жира — 27—29 прогоркание все же наступало (табл. 6, 8).

Такие же результаты были получены Н. Соседовым [6] при исследовании зародышевых хлопьев. Значительное повышение кислотных

Таблица 8
Влияние технологической обработки зародышевых хлопьев на изменение жира при хранении ($T = 16 - 21^\circ$)

Продолжительность хранения	Технологическая обработка	Влажность в %	Кислотное число	Число омыления	Иодное число	Коэффициент преломления	Перекисное число	Проба на альдегиды	Органолептическая оценка
Исходные хлопья 2 недели	Мука	11,5	28,0	194,5	128,4	1,4778	0,061	Отрицат.	Нормальные
	Поджаренные	11,02	40,1	182,0	125,6	1,4761	0,021	"	Слабо горькие
	Пропаренные	6,6	26,3	182,3	119,9	1,4771	0,110	"	Нормальные
" "	Увлажнённые	7,4	24,5	186,0	122,5	1,4777	0,062	"	"
	Увлажнённые	14,2	37,2	184,8	123,0	1,4765	0,084	"	"
	Мука	—	46,5	186,7	121,1	1,4750	0,274	Сильно положит.	Слабо горькие
1 месяц	Подсушенные	3,6	27,1	190,7	122,4	1,4769	0,043	Следы	"
	Поджаренные	—	25,5	—	121,1	1,4774	—	Отрицат.	Нормальные
	Пропаренные	—	24,7	127,7	126,4	1,4773	0,105	"	"
" "	Увлажнённые	—	44,0	184,5	123,5	1,4760	0,061	Слабо положит.	"
	Мука	9,2	55,6	191,2	124,1	1,4749	0,091	Следы	Горькие
	Подсушенные	3,2	27,6	183,6	121,8	1,4775	0,095	"	Нормальные
" "	Поджаренные	6,9	27,2	185,2	122,3	1,4771	0,045	"	"
	Пропаренные	7,2	16,9	176,9	123,4	1,4773	0,063	"	"
	Увлажнённые	8,1	52,6	183,0	124,6	1,4762	0,110	"	Горькие
2 месяца	Мука	8,0	65,4	181,0	121,3	1,4759	0,635	Положит.	Горькие
	Подсушенные	4,2	27,7	190,4	115,4	1,4774	0,079	Следы	Слабо горькие
	Поджаренные	8,2	26,1	191,3	119,5	1,4778	0,049	"	"
" "	Пропаренные	6,8	27,6	184,4	120,7	1,4779	0,052	"	Нормальные
	Увлажнённые	7,6	57,7	187,9	123,0	1,4769	0,103	Слабо положит.	Очень горькие
	Мука	10,0	71,7	178,2	119,3	1,4757	0,407	Положит.	Горькие
5 месяцев	Подсушенные	4,2	29,1	183,3	111,3	1,4787	0,060	Отрицат.	Слабо горькие
	Поджаренные	7,0	27,0	184,5	118,4	1,4775	0,209	Следы	Нормальные
	Пропаренные	7,4	31,0	193,0	111,0	1,4775	0,358	Сильно положит.	Нормальные
" "	8,9	67,2	190,4	117,5	1,4761	0,282	Положит.	Горькие	

чисел жира при хранении зародышевых хлопьев часто было связано с повышением перекисных чисел жира и с появлением горького вкуса. Повышение перекисных чисел жира свидетельствует о наличии окислительных процессов в зародышевых хлопьях при хранении. В нормальных продуктах, не подвергавшихся порче, перекиси или отсутствовали или имелись в незначительных количествах, в пределах 0,061—0,030. По мере продолжительности хранения (до 5 месяцев) перекисные числа жира в подавляющем числе случаев возрастали.

Результаты исследования показывают, что закономерной связью между гидролизом жира и глубиной окислительных процессов в нем не наблюдается. Эти два процесса (гидролиз и окисление жира), по видимому, протекают, хотя и одновременно, но в значительной мере независимо один от другого.

Данные табл. 7 свидетельствуют о том, что существует связь между повышением перекисных чисел, пробой на альдегиды и органолептической оценкой прогорклости. Такое же совпадение наблюдалось и в случае, когда зародышевые хлопья были подвергнуты различной технологической обработке (табл. 8). Порча зародышевых продуктов обнаруживалась органолептическим методом в широких пределах перекисных чисел жира — от 0,05 до 3,5, но чаще всего в пределах не ниже 0,15—0,50.

Повышенная температура при низкой влажности продукта (табл. 5) не вызывает значительной порчи его, связанной с прогорканием, даже при наличии высоких перекисных чисел жира и положительной реакции на альдегиды. Этот факт находится в противоречии с данными, имеющимися в литературе по прогорканию муки [6], из которых следует, что наличие влаги тормозит окисление и прогоркание жира. Данные об увлажненных зародышевых хлопьях (табл. 7) показывают, что повышенная влажность ускоряет прогоркание.

Результаты исследования дают основание полагать, что перекисные числа и пробу на альдегиды можно использовать для характеристики порчи зародышевых продуктов только лишь в начальные месяцы хранения.

Действие микроорганизмов на прогоркание зародышевых продуктов в наших исследованиях было исключено условиями эксперимента. Это обстоятельство было проверено соответствующими микробиологическими исследованиями.

Выводы

1. Наименьшее повышение кислотных чисел жира наблюдается на протяжении 5 месяцев хранения у пшеничных зародышевых хлопьев, подвергнутых термической обработке и пропариванию. Хранение зародышевых продуктов при низких температурах ($-14-0^{\circ}$) также задерживает повышение кислотных чисел жира.

2. Повышенная относительная влажность воздуха способствует резкому повышению кислотных, перекисных чисел жира и альдегидов. Влажность продукта является основным условием, определяющим интенсивность порчи зародышевых продуктов. По величине исходного кислотного числа жира и влажности зародышевых продук-

тов можно судить об их свежести и о пригодности их к длительному хранению. При кислотном числе не более 20 и при влажности не выше 5% зародышевые хлопья пригодны для хранения в течение 5 и более месяцев. Зародышевые хлопья, имеющие влажность свыше 5% и кислотное число жира свыше 20, должны быть подсушены.

3. Перекисные числа жира зародышевых хлопьев и зародышей пшеницы и ржи изменяются неравномерно, поэтому и не могут служить критерием для характеристики порчи этих продуктов.

4. Закономерной зависимости между гидролизом жира и окислительными процессами, происходящими в нем, не наблюдается.

5. Иодные числа жира зародышевых хлопьев и зародышей пшеницы и ржи при хранении этих продуктов в течение одного года в обычных условиях ($T=16-21^{\circ}$, $\varphi=40-70\%$) изменяются незначительно. Коррелятивной зависимости между изменением перекисных и иодных чисел жира не установлено.

6. Порча зародышевых продуктов происходит в результате окислительных процессов (прогоркание) и повышения количества свободных жирных кислот (гидролиз жира).

7. Оптимальная температура хранения зародышевых продуктов $-2-0^{\circ}$.

8. Пшеничные зародышевые хлопья, полученные в производстве, в случае длительного их хранения в обычных условиях ($T=16-21^{\circ}$, $\varphi=40-70\%$) необходимо подвергнуть поджариванию или пропариванию с последующим подсушиванием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волкова А. Н. Химические методы оценки качества крупы при длительном хранении. Труды Научно-исследовательского института Министерства государственных продовольственных и материальных резервов, вып. I, 65, М., 1950.
2. Кретович В. Л. Физиолого-биохимические основы хранения зерна, М.—Л., 1945.
3. Кретович В. Л. Проблема пищевой полноценности хлеба, М.—Л., 1948.
4. Роменский Н. В. О биохимических и физиологических свойствах отдельных анатомических частей пшеничного зерна в связи с его технологией. Труды Одесского института инженеров мукомольной промышленности и элеваторного хозяйства имени И. В. Сталина, вып. 3, 91, М., 1952.
5. Соседов Н. И., Швецова В. А. Изменение химического состава проса и пшена при хранении и переработке. Труды ВНИИЗ, вып. 16, 79, М., 1949.
6. Соседов Н. И., Швецова В. А., Андреева Н. И. О продолжительности хранения зародышевых хлопьев и зародышевой муки. Сообщения и рефераты ВНИИЗ, февраль, М., 1949.
7. Таругин П. П. Опыт применения инфракрасных лучей для сушки зернопродуктов. Сообщения и рефераты ВНИИЗ, октябрь, М., 1949.
8. Тривятский Л. А. Выявление признаков устойчивости муки против прогоркания при ее хранении. «Опыт хранения зерна, муки и крупы». Сборник научно-исследовательских работ. Заготиздат, III, М., 1946.

И. И. ЛЕНАРСКИЙ,
профессор

СВОЙСТВА БЕЛКОВ И ДОПУСТИМАЯ ТЕМПЕРАТУРА НАГРЕВАНИЯ ЗЕРНА

Вопрос о максимально допустимой температуре нагревания зерна при сушке продолжает живо интересовать многих исследователей. Это объясняется прежде всего тем, что он не получил пока еще полного разрешения. Так, остается без объяснения общеизвестный факт меньшей стойкости к нагреванию зерна с большей влажностью, не установлена точно рациональная температура сушки зерна, и наконец, не найдена причина противоречивости данных по максимально допустимой температуре нагрева зерна при сушке, полученных разными авторами.

Анализ результатов многих исследований приводит к выводу, что причину неудач в решении вопроса о максимально допустимой температуре нагревания зерна следует искать в недостатках применявшихся методов исследования.

Основными методами проверки качества семенного зерна после сушки являются, как известно, определение энергии прорастания и всхожести зерна. Однако следует признать, что одними этими методами решить поставленный выше вопрос невозможно.

Всхожесть — проявление жизнеспособности зерна и изменение всхожести — это только внешнее проявление глубоких изменений в биологических свойствах зерна и, прежде всего, изменений в белковом комплексе протоплазмы клеток зародыша.

Высокая лабильность и теснейшая связь белковых веществ с жизненными процессами была отмечена еще Энгельсом. Первостепенная роль белков в жизненных процессах нашла дальнейшее освещение в трудах Опарина [1], Насонова и Александрова [2] и др.

Естественно предположить, что изменения жизнеспособности зерна при нагревании, проявляющиеся в изменении всхожести, обуславливаются прежде всего изменениями в состоянии белков, как наиболее важного и наименее стойкого к нагреванию компонента протоплазмы. Под действием тепла, как известно, белки подвергаются денатурации, т. е. теряют свои природные физические, химические и биологические свойства.

Действительно, связь между денатурацией белков зародыша — альбуминов и глобулинов, с одной стороны, и изменениями энергии

прорастания и всхожести, с другой, нашла в наших опытах подтверждение [3].

Установлено, что изменение биологических свойств начинается одновременно с тепловой денатурацией альбуминов и глобулинов и находится от нее в определенной зависимости. Начальная стадия тепловой денатурации сопровождается некоторым повышением энергии прорастания, а при большей степени денатурации начинается снижение энергии прорастания и всхожести.

Наряду с этим, работы Кретовича и Рязанцевой [4], Озолина [5], Соседова и Дроздовой [6], Кретовича и сотр. [7] и др. показали, что изменение свойств клейковины пшеничного зерна, в свою очередь, тесно связано с денатурацией основных белков клейковины — глиадина и глютеина. Однако количественные соотношения этих процессов мало исследованы. Как показало наше исследование, существует количественная зависимость между степенью тепловой денатурации глиадина (выражаемой, например, в процентах потери растворимости) и изменениями в свойствах клейковины. Это видно из данных, приведенных в табл. 1.

Как видно из приведенных данных, при денатурации глиадина 3—5% фактическое содержание сухой клейковины несколько выше, чем то ее количество, которое могло быть образовано за счет оставшегося в нативном состоянии глиадина.

Из этого можно сделать выводы, что денатурированный глиадин, а возможно, и глютеин в известной степени могут вовлекаться в образование клейковинного студня. При более жестком тепловом воздействии фактическое содержание клейковины становится меньше теоретически возможного.

Содержание сырой клейковины изменяется по-другому. Денатурация глиадина, соответствующая 3—5%, сопровождается некоторым повышением содержания сырой клейковины против начального. Как видно из отношения веса сырой клейковины к сухой, это объясняется повышением набухаемости. Более сильное воздействие тепла, наоборот, вызывает снижение ее набухаемости, в результате чего содержание сырой клейковины уменьшается в еще большей степени, чем сухой.

В изменении механических свойств клейковины наблюдается определенная закономерность. Параллельно повышению степени денатурации глиадина повышается сопротивляемость клейковины растяжению — она становится крепче, менее растяжимой. Все три метода определения механических свойств дают сходные результаты. Более пригодными оказались при этом метод определения растяжимости по Н. П. Козьминой и метод определения вязкости пластометром Л. Я. Ауэрмана.

Денатурация глиадина в степени 8—9% сопровождается очень резким изменением физических свойств клейковины. Отмывание ее при этих условиях становится затруднительным; выделяющиеся при отмывании комочки имеют шероховатую поверхность и плохо слипаются. При денатурации глиадина, превышающей 15%, клейковину обычным способом отмыть не удастся.

Большой интерес представляют данные Соседова и Гержоя [8].

Денатурация глиадина и изменения свойств клейковины

№ опытов	Образцы зерна	Денатурация глиадина в %	Содержание клейковины в %			Расчетное количество сухой клейковины в %	Физические свойства			Примечание
			сырой	сухой	отношение веса сырой к сухой		растяжимость для линейной	растяжимость по Козьминой в м. за 30 мин.	вязкость по Аурману	
1	ОД-12	Без нагр.	28,6	10,8	2,65	—	17	29	109	Отмывается в виде отдельных комочков, плохо склеивающихся Трудно отмывается. Очень плохо слипаются
2	"	3,12	30,8	10,8	2,85	10,46	15	25	136	
3	"	5,05	27,0	10,4	2,59	10,26	11	17	188	
4	"	9,20	22,8	9,0	2,52	9,9	4	12	231	
5	"	12,14	18,4	7,6	2,42	9,5	Не раст.	Не раст.	139	
6	Товарная	Без нагр.	32,4	11,8	2,75	—	30	28	77	Плохо слипается
7	"	3,66	33,6	11,8	2,85	11,37	26	23	84	
8	"	8,94	27,1	10,3	2,63	10,8	20	13	135	
9	ОД-69	Без нагр.	39,6	15,6	2,54	—	13	9	78	
10	"	3,63	40,2	15,4	2,61	15,08	12	7	90	
11	"	5,20	38,6	15,4	2,51	14,79	8	6	134	
12	"	8,14	33,6	14,0	2,40	14,32	4	5	181	
13	"	10,4	28,8	12,4	2,32	13,98	Не раст.	Не раст.	179	

В некоторых случаях они наблюдали изменения свойств клейковины — ее укрепление — и до заметной денатурации глиадина.

Денатурация белков клейковины и связанные с нею изменения физических свойств клейковины приводят к ухудшению хлебопекарных свойств муки, что проявляется резче всего в уменьшении объемного выхода. Это ухудшение становится отчетливо заметным при денатурации глиадина в степени 4—5%.

Таким образом ясно, что решение вопроса о рациональной температуре сушки зерна тесно связано с изучением факторов, влияющих на скорость тепловой денатурации белков зерна.

Изучение некоторых вопросов кинетики тепловой денатурации белков гелей зерна [9] показало, что скорость тепловой денатурации зависит от двух основных факторов: во-первых, температуры и, во-вторых, влажности зерна. С повышением температуры нагрева зерна и при увеличении его влажности скорость денатурации увеличивается.

Как и всякое химическое превращение, денатурация белков зерна протекает во времени. Поэтому влияние тех или иных условий нагревания зерна на степень денатурации белков (а следовательно, и на биологические свойства зерна) находится в прямой зависимости от трех основных факторов — от температуры нагрева, влажности зерна и продолжительности нагревания. Эту зависимость можно показать следующим выражением:

$$D = f(t^{\circ}, w, t),$$

где D — эффект нагревания;

t° — температура нагревания;

w — влажность зерна;

t — продолжительность нагревания.

Анализ этой зависимости приводит к выводу, что нагревание зерна при одной и той же температуре может оказывать различное влияние на его качество, если будут различными влажность зерна и продолжительность его нагревания. Вместе с тем, нагревание зерна при разной, даже резко различной, температуре может оказывать одинаковый эффект, если соответственно будут изменяться другие условия — влажность и продолжительность нагревания.

Опыты полностью подтверждают правильность этих выводов. Проводили опыты следующим образом: навески по 50 г зерна пшеницы ОД-12 нагревали в водяном термостате при 97°. Нагревание вели в металлических цилиндрических сосудах, плотно закрывающихся пробками со вставленными через них термометрами.

Чтобы температура была во всех опытах одинаковой, прогревание образцов зерна с различной влажностью проводили одновременно. Отсчет времени нагревания вели после того, как погруженные в зерно термометры показывали температуру 97°.

В опытах были различными как влажность зерна, так и продолжительность нагревания.

Как известно, наиболее важным и удобным для анализа признаком денатурации белков является потеря ими растворимости.

Потерю растворимости альбуминов и глобулинов определяли сле-

дующим образом: образцы зерна после нагревания быстро охлажда-ли, затем тонко измельчали. В них обычными методами определяли влажность и азот белков, растворимых в 5%-ном серноуксислом калии (альбумины и глобулины). Определение азота вели по методу Кьель-даля. Потерю растворимости белков, выраженную в процентах азота, находили по разности между содержанием азота в экстрактах до и после нагревания зерна.

Результаты опытов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Потери растворимости (денатурация) альбуминов и глобулинов при различной влажности зерна и различной продолжительности нагревания (в % азота на абсолютно сухое вещество)

Влажность зерна в %	Продолжительность нагревания		
	1 час	2 часа	4 часа
6	0,05	0,08	0,10
12	0,07	0,11	0,14
18	0,13	0,16	0,21
24	0,22	0,23	0,24

Данные таблицы наглядно показывают, что потеря растворимости белков, характеризующая глубину денатурационных изменений, при одинаковой температуре нагревания тем больше, чем выше влажность зерна и чем продолжительнее нагревание.

Опыты по изучению изменений растворимости глиаина полностью подтвердили эту зависимость. В этих опытах образцы зерна пшеницы ОД-12 естественной влажности 12,2% и искусственно увлажненной до 15,2% нагревали в закрытых сосудах в течение 20 час. при различной температуре. В остальном методика опытов была прежней. В нагревавшихся образцах зерна определяли изменение растворимости глиаина обычным методом. Результаты этих определений помещены в табл. 3.

Таблица 3

Изменение растворимости глиаина при нагревании зерна (в % азота на абсолютно сухое вещество)

№ опыта	Температура нагревания в °С	Влажность зерна 12,2 %		Влажность зерна 15,2 %	
		Раствори- мость глиа- дина	Уменьше- ние раство- римости	Раствори- мость глиа- дина	Уменьше- ние раство- римости
1	без нагрева	1,32	—	1,32	—
2	80	0,64	0,68	0,55	0,77
3	70	0,80	0,52	0,63	0,69
4	60	1,05	0,27	0,89	0,43
5	50	1,24	0,08	1,16	0,16
6	40	1,32	—	1,32	—

Как видно из приведенных данных, понижение растворимости глиаина зерна, обусловленное денатурацией, при одинаковой продолжительности нагревания находится в прямой зависимости от температуры и влажности зерна. При одинаковой температуре скорость денатурации больше в зерне с более высокой влажностью. В этом и заключается причина того явления, что зерно с большей влажностью менее стойко к нагреванию.

Следует обратить особое внимание на тот факт, что даже при сравнительно низкой температуре — 50° и относительно невысокой влажности зерна денатурация глиаина может быть значительной, если нагревание продолжительно.

При кратковременном нагревании денатурация глиаина отчетливо проявляется только в зерне с повышенной влажностью. Это видно из данных, приведенных в табл. 4.

Таблица 4

Изменение растворимости глиаина при нагревании зерна (в % азота на абсолютно сухое вещество)

№ опытов	Температура нагрева в °С	Влажность зерна в %		
		12	18	24
1	Без нагрева	1,49	1,49	1,49
2	80	1,31	0,95	0,78
3	70	1,47	1,42	1,22
4	65	1,49	1,47	1,38
5	60	1,49	1,48	1,46

Опыт вели с зерном пшеницы 069. Продолжительность нагревания во всех случаях — 1 час. В остальном методика опытов была одинаковой с методикой предыдущих опытов.

Приведенные в табл. 3 и 4 данные наглядно показывают, что воздействие нагревания на белки зерна зависит от температуры, влажности его и продолжительности нагревания. Эти данные показывают также, что применяющиеся на практике самые мягкие режимы сушки не совсем безопасны для качества зерна.

Однако при строго ограниченном времени нагревания (различном при разной влажности зерна) денатурационные изменения в белках, а следовательно, и в биологических свойствах зерна и хлебопекарных свойствах муки при данной температуре могут быть столь незначительными, что ими можно пренебрегать. Если продолжительность нагревания образцов одного и того же зерна в одном случае будет оставаться в пределах допустимой, а в другом — выходить за эти пределы, то одна и та же температура в первом случае будет безопасной для качества зерна, а во втором — может вызывать уже заметные его изменения.

У нас нет никаких оснований говорить о максимально допустимой безопасной температуре нагревания как об абсолютной величине. Можно найти для разных условий разную, условно безопасную тем-

температуру, значение (величина) которой зависит от влажности зерна и продолжительности нагревания.

До последнего времени влияние продолжительности нагревания, а иногда и влажности, не учитывалось. В этом и заключается причина противоречивости имеющихся в литературе данных по вопросу о максимально допустимой температуре нагрева зерна.

Кинетика денатурации белков зерна показывает, что применение в практике зерносушения однозначных температурных режимов сушки при различной исходной влажности зерна и различной конструкции зерносушилок (с различной продолжительностью нагревания зерна) не рационально. Это в одинаковой мере относится как к сушке семенного зерна, так и к сушке зерна продовольственного назначения.

Рациональный температурный режим сушки зерна должен соответствовать кинетике тепловой денатурации его белковых гелей и исключать возможность денатурации в заметной степени.

Поскольку скорость денатурации зависит от влажности зерна, температура сушки должна быть различной в зависимости от различной исходной влажности зерна и должна меняться (повышаться) соответственно уменьшению влажности зерна в процессе сушки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Опарин А. И., Белок, как основа жизненных процессов. Сборник «Совещание по белку». Изд. АН СССР, 1948.
2. Насонов Д. Н. и Александров В. Я., Реакция живого вещества на внешние воздействия. Изд. АН СССР, 1940.
3. Ленарский И. И. Доклады Академии наук СССР, 78, 1185, Изд. АН СССР, 1951.
4. Крегович В. Л. и Рязанцева Е. Сборник «Зерно», Госторгиздат, 1937.
5. Озолин Н. И. Труды Одесского института технологии зерна, Госторгиздат, 1938.
6. Соседов Н. И. и Дроздова В. А. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института зерна, вып. 19, Заготиздат, 1949.
7. Крегович В. Л., Бунтель А. А., Смирнова Г. И. и др. Биохимия зерна Сборник 2. Изд. АН СССР.
8. Соседов Н. И. и Гержой А. П. Сообщения и рефераты ВНИИЗ, декабрь Заготиздат, 1949.
9. Ленарский И. И. Биохимия зерна. Сборник I, Изд. АН СССР, 1951.

В. Ф. МИЛОВСКАЯ,
канд. техн. наук, доцент

О КАЧЕСТВЕННЫХ РАЗЛИЧИЯХ АМИЛОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ В СВЯЗИ С СОРТОМ ПШЕНИЦЫ

Всестороннее изучение свойств растительных ферментов, проведенное за последние годы, показало, что свойства ферментов не постоянны, а изменяются в зависимости от биологической формы, происхождения растений и их индивидуального развития.

Исследованиями А. В. Благовещенского [1, 2] установлены качественные различия ферментов одного наименования, но различного происхождения.

Видовые различия ферментов в пределах рода пшеницы по температурному коэффициенту и энергии активации наблюдались и исследовались М. И. Княгиничевым и другими [3].

Следовательно, температурные коэффициенты и энергию активации ферментных реакций, характеризующих качество ферментов, нельзя рассматривать как постоянные величины, вне зависимости от биологической формы растений, их развития и условий возделывания.

Настоящее исследование ставило своей целью выявить качественные особенности амилолитических ферментов некоторых сортов пшеницы различных районов произрастания.

Для этого использовали 4 сорта яровой пшеницы, урожая 1938 г., трех географических пунктов произрастания.

Работу проводили в двух направлениях, с одной стороны, исследовали каталитическое действие амилолитических ферментов отдельных сортов пшеницы на один и тот же субстрат (растворимый крахмал), с другой — устанавливали дифференцированное действие ферментов на крахмал различных сортов пшеницы.

Для выявления степени осахаривания растворимого крахмала β -амилазами зерна отдельных сортов пшеницы, применяли следующую методику.

10 г измельченного зерна настаивали с 100 мл дистиллированной воды в течение трех часов с добавлением толуола, после чего 5 мл отфильтрованной вытяжки добавляли к 50 мл однопроцентного раствора растворимого крахмала и помещали в термостат при 40° на 1 час.

Образующийся в течение одночасового гидролиза крахмала редуцирующий сахар определяли по Бертрану.

Результаты анализа показаны в табл. 1.

Таблица 1

Осахаривание растворимого крахмала ферментными вытяжками из зерна различных сортов пшеницы (в мг мальтозы на 1 г абсолютно сухого крахмала)

Ферментные вытяжки из сорта пшеницы	Район произрастания пшениц		
	Куйбышевская обл.	Казахстан	Новосибирская обл.
Гордеиформе 189	41,83	33,80	—
Гордеиформе 10	33,14	34,05	—
Цезиум 111	24,26	22,50	30,80
Лютесценс 62	28,39	21,30	10,08

Степень осахаривания растворимого крахмала вытяжками из различных сортов пшеницы различного происхождения неодинакова как по отдельным сортам в пределах одного района произрастания, так и в пределах одних и тех же сортов по различным пунктам произрастания пшениц.

Несколько повышенной активностью характеризуются амилазы твердых пшениц по сравнению с мягкими, а также амилазы мягких пшениц с более выраженной стекловидностью эндосперма зерна (Цезиум 111).

Эти данные подтверждают результаты ряда исследований [4].

Для установления качественных особенностей действия ферментов на крахмал, выделенный из того же зерна, что и фермент, и крахмалы, выделенные из других сортов пшениц, исследовали реакцию гидролиза нативного (структурного) крахмала ферментными вытяжками из зерна различных сортов пшеницы Казахстана в течение 1 час. при температурах 20 и 40°.

Крахмал выделяли из зерна, размолотого на лабораторной мельнице, путем отмывания. Очистка крахмала осуществлялась дистиллированной водой при помощи центрифугирования взвеси и механического удаления примесей. Высушивание крахмала велось при комнатной температуре.

Исходя из полученных данных, вычисляли энергию активации по формуле Аррениуса.

$$\mu = (\ln W_2 - \ln W_1) \cdot \frac{T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \cdot R,$$

где W_1 и W_2 — скорости реакций при абсолютных температурах T_1 и T_2 ;

R — газовая константа, равная 1,986 малым калориям.

Численные выражения энергии активации приведены в округленных величинах (до сотен).

Для каждой реакции вычисляли температурный коэффициент $Q_{20} = \frac{W_2}{W_1}$, показывающий во сколько раз изменяется скорость реакции при изменении температуры на 20°.

Таблица 2

Значения температурных коэффициентов (Q_{20}) и энергии активации (μ) ферментативного гидролиза крахмала отдельных сортов пшеницы

Ферментные вытяжки из сорта пшеницы	Крахмал из сорта пшеницы							
	Гордеифор- ме 189		Гордеифор- ме 10		Цезиум 111		Лютесценс 62	
	Q_{20}	μ	Q_{20}	μ	Q_{20}	μ	Q_{20}	μ
Гордеиформе 189	1,90	5900	2,97	10200	3,07	10500	2,19	7300
Гордеиформе 10	2,78	9500	2,60	8700	—	—	—	—
Цезиум 111	3,24	11000	2,99	10100	2,12	6900	2,72	9300
Лютесценс 62	1,48	3700	1,49	3700	1,77	5300	1,12	1000

Из данных таблицы видна зависимость свойств ферментов от особенностей сорта зерна.

Наименьшие показатели значений температурных коэффициентов и энергии активации для всех исследуемых сортов пшениц имеют место при ферментативном гидролизе крахмала, выделенного из того же сорта пшеницы, что и фермент.

Следовательно, в этом случае снижение количества энергии, необходимой для активирования молекул реагирующего вещества, будет наибольшим.

Это свойство ферментов, повидимому, связано с биологическими особенностями исследуемых сортов пшеницы.

Выводы

1. Амилолитические ферменты зерна исследуемых сортов пшеницы при данных климатических, почвенных и метеорологических условиях произрастания обладают различными свойствами.

2. Значения температурных коэффициентов и энергии активации оказались наименьшими при гидролизе крахмала, выделенного из того же сорта пшеницы, что и фермент, в сравнении с значениями, полученными при гидролизе крахмала, выделенного из зерна других сортов пшеницы.

3. Качественные различия амилолитических ферментов в пределах исследуемых сортов пшеницы обуславливаются биологическими особенностями этих сортов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Благовещенский А. В. О различиях ферментов одного наименования в зависимости от их происхождения. Журн. «Биохимия», 2, 1937.
2. Благовещенский А. В. Холодостойкость растений и качество ферментов. Журн. «Природа», 2, 1938.
3. Княгиничев М. И. Биохимия пшеницы, Сельхозгиз, 1951.
4. Пронин С. И. Биохимия зерна. Сборник 2, 27, Изд. АН СССР, 1954.

Г. А. ЗАХАРЕНКО,
доцент

Г. А. ВОДАТУРСКИЙ,
доцент

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИХЛОРЕТАНА И ХЛОРПИКРИНА В ГАЗИРОВАННОМ ЗЕРНЕ И ЗЕРНОПРОДУКТАХ

1. Определение дихлорэтана

В связи с широким применением дихлорэтана в различных отраслях промышленности и народного хозяйства, в частности, в пищевой промышленности — (экстракция растительных масел и животных жиров, использование дихлорэтана, иногда в смеси с хлорпикрином, как антисептика и фумиганта при хранении зерна и зернопродуктов на складах и пр.) необходимо разработать методы строго аналитического контроля техники применения дихлорэтана.

Дихлорэтан является мало химически активным веществом и наиболее стойким из применяемых в промышленности хлорированных углеводородов.

Предложенные методы определения количества дихлорэтана для различных целей основаны или на сжигании вещества с улавливанием получаемых продуктов и их определением, или на разложении дихлорэтана путем обработки его щелочами при соответствующих условиях [1—6]. Применение некоторых из указанных методов для определения дихлорэтана в зерне и зернопродуктах пока не дает вполне удовлетворительных результатов.

И. Р. Фрейман и Н. И. Соседов предложили иодометрический метод количественного определения дихлорэтана в зерне и зернопродуктах [7]. Точность определения, которую гарантируют авторы, 3—4%. В настоящее время в нашей лаборатории ведутся работы по проверке данного метода.

Для определения дихлорэтана в зерне и зернопродуктах нами разработан описанный ниже метод, требующий сравнительно низкой температуры для разложения паров дихлорэтана.

По данным Г. Тер-Мейлина и И. Геслинга (8) чистая окись железа при красном калении разрушает органические вещества, содержащие галоид; это действие усиливается, если процесс протекает в парах аммиака. Результатом разложения этих веществ продуктами, содержащими галоид, являются—галоидное железо, галоидная соль аммония и свободный галоид.

С целью использования указанных фактов для количественного определения дихлорэтана в газированном зерне нами выполнен ряд опытов, описанных ниже.

Проверка количественного превращения дихлорэтана

Аппарат для проверки полноты разложения дихлорэтана схематически показан на рис. 1. Приводим описание основных его частей.

Промывная склянка 1 с крепким водным раствором аммиака (удельный вес 0,9) соединена при помощи каучука с сосудом 2, который служит для помещения анализируемого вещества и представляет собой колбу, емкостью приблизительно 300 мл, с хорошо шлифованной пробкой. Вводная трубка сосуда впаяна в колбу и внутри ее изогнута под прямым углом, достигая почти дна колбы. Сосуд погружен в водяную баню 3, которая нагревается электроплиткой 4. Отводная трубка сосуда при помощи каучука соединена

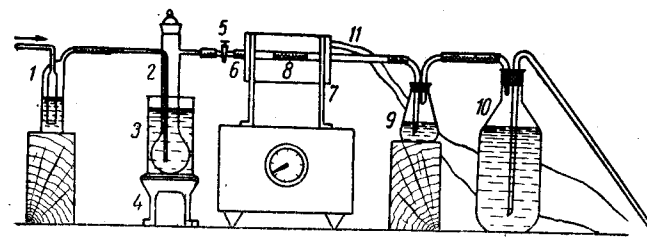


Рис. 1. Схема прибора для определения дихлорэтана

плотную с короткой трубочкой, имеющей кран 5 и входящей противоположным концом в каучуковую пробку, плотно закрывающую отверстие трубки 6, служащей для разложения паров вещества и обогреваемой печью типа Марса 7. Это — тугоплавкая трубка из стекла «пирекс», диаметр которой 1 см и длина 50—55 см.

В средней части трубки, обогреваемой печью, находится катализатор 8, слой которого занимает приблизительно 8 см длины трубки. Он состоит из смеси чистой окиси железа с асбестом. Для приготовления катализатора одну часть коротковолокнистого асбеста смешивают путем встряхивания с двумя частями химически чистого закисного щавелевокислого железа в широкогорлой склянке с пришлифованной пробкой, затем смесь прокаливают в фарфоровой чашечке или в широком фарфоровом тигле, на что затрачивают 10—15 мин. Запас катализатора можно хранить в склянке с хорошо притертой пробкой.

Первый конец трубки, выходящий из печи, соединен при помощи каучука с изогнутой трубочкой, входящей через отверстие пробки в поглотительную колбочку 9 и почти достигающей ее дна. Вместимость конической колбочки — 100 мл; она содержит 50 мл смеси — 5% раствора едкого натра и 5% раствора сульфита натрия. Через второе отверстие пробки, закрывающей поглотительную колбочку, последняя при помощи стеклянных трубочек и каучука соединена

с аспирантом 10, представляющим собою бутылку емкостью 15—20 л. На аспирант нанесена шкала с ценой деления в 1 л. Температура печи контролируется термометром 11.

Проверка полноты разложения дихлорэтана выполнялась в порядке, описанном ниже.

Чистый дихлорэтан подвергался перегонке и для опытов брали фракции с температурой кипения 83,7°.

Дихлорэтаном заполняли взвешенные ампулки, которые запаивали и снова взвешивали. По разности двух взвешиваний определяли количество взятого вещества.

Заготавливают ампулку с небольшим шариком с одного конца и с достаточно длинным (8—10 см) капилляром с другого.

Ампулку взвешивают и для наполнения ее нагревают слегка шарик ампулки на пламени горелки, после чего капилляр погружают в дихлорэтан: по мере охлаждения шарика жидкость засасывается в капилляр. В нужный момент вынимают капилляр из жидкости и окончательно охлаждают шарик ампулки, опуская его на мгновение в стакан с водой и встряхивая: вся жидкость собирается в шарике.

После этого удаляют из капилляра остатки жидкости, внося его несколько раз на очень короткое время в пламя горелки и запаивают ампулку, нагревая примерно середину капилляра и медленно растягивая его до полного разрыва. Затем удаляют остатки воды с шарика ампулки фильтровальной бумагой и обе части ампулки кладут возле весов до полного их охлаждения и просушивания, после чего обе части ампулки взвешивают. Вес ампулки необходимо еще раз проверить перед внесением последней в сосуд для анализа, чтобы убедиться в ее полной герметичности.

Прибор собирают по описанной выше схеме. Сначала в электросеть включают плитку для нагрева водяной бани. Когда температура бани поднимается до 50—60°, в печь вводят трубку, заполненную катализатором, включают в электросеть печь и всю систему приводят в рабочее состояние.

Пока температура печи не повысится до 600° пропускают струю воздуха с малой скоростью. При температуре печи 600° ампулку с дихлорэтаном вносят в сосуд для анализа 2. Для этого вынимают пробку сосуда, надрезают ампулку и, разламывая по надрезу, бросают ее в сосуд, быстро закрывая сосуд пробкой. Увеличивают скорость прохождения струи воздуха до 2 пузырьков в секунду, наблюдая перемещение его в поглотительной колбочке.

Через некоторое время на выходящем из печи конце трубки для сжигания появляется налет возогнанного хлорного железа и хлористого аммония. Если к печи приспособлен терморегулятор, то за установкой можно не наблюдать до окончания опыта.

Через 2—2½ часа опыт заканчивается. При этом из аспиранта вытекает 3—4 литра воды, т. е. происходит 10—15-кратный обмен воздуха в сосуде с анализируемым веществом, что обеспечивает полноту введения паров дихлорэтана в трубку для сжигания.

По окончании сжигания выключают печь. Водяная баня продолжает нагреваться, пока температура печи не снизится до 450—400°

Не прерывая работы аспиранта, разъединяют поглотительную колбочку и трубку для сжигания. Каучуковая трубочка, соединяющая поглотитель с трубкой для сжигания, должна остаться на отводной трубке поглотительной колбочки.

Некоторое количество продуктов разложения дихлорэтана накапливается на внутренних стенках каучуковой трубочки и колена отводной трубки. Тонкой струей дистиллированной воды из промывалки, не прекращая протягивания воздуха, промывают внутренние стенки каучука и газоотводной трубки, после чего вынимают вместе с отводными трубками пробку поглотительной колбочки, обмывают струей воды часть трубки, бывшей в соприкосновении с раствором в поглотителе, закрывают зажим аспиранта.

Жидкость из поглотительного сосуда переносят в мерную колбу на 250 мл. Вынимают из печи трубку для сжигания.

Для охлаждения трубки ее укрепляют вертикально в кольце штатива так, чтобы конец трубки, отходящий к поглотительной колбочке, был помещен в чистый стакан емкостью 100—150 мл, так как в этом конце трубки во время сжигания паров дихлорэтана конденсируется немного жидкости, которая не должна быть потеряна. Можно также перед окончанием опыта выпарить жидкость в трубке, осторожно нагревая конец ее пламенем газовой горелки или спиртовки.

После охлаждения трубки все ее содержимое переносят в тот же стакан, в который была опущена своим концом трубка для сжигания. Для этого при помощи длинной стеклянной палочки с резиновым наконечником выталкивают сначала слой асбеста с катализатором и после этого хорошо промывают внутренние стенки трубки и стеклянную палочку.

Жидкость в стакане перемешивают, фильтруют через двойной фильтр при уменьшенном давлении в колбе для собирания фильтрата, промывают до удаления хлор-ионов (проба с азотнокислым серебром) три раза, каждый раз хорошо отсасывая жидкость от осадка.

Фильтрат переносят в ту же мерную колбу, в которой находится жидкость из поглотительного сосуда. Доливают дистиллированной водой до метки и количество хлор-иона определяют титрованием по методу Фольгарда. Для титрования необходимо применять бюретку с ценой деления 0,02 мл.

Концентрации титрованных растворов азотнокислого серебра и роданистого калия должно быть 0,02 N. При титровании избытка азотнокислого серебра осадок хлорида серебра следует отфильтровать, предварительно нагрев раствор до кипения для полной коагуляции осадка.

Данные ряда опытов представлены в табл. 1.

Из данных таблицы можно сделать вывод, что метод вполне применим для определения малых количеств (т. е. сотых долей грамма) дихлорэтана.

Ошибка определения находится в пределах 1—5% и является неизбежным результатом различных оперативных ошибок. Разложение дихлорэтана в условиях опытов полное.

Таблица 1

Взято дихлорэтана в г	Определено дихлорэтана в г	Отклонение от взятого количества в %	Продолжительность опыта в часах
0,0094	0,0090	4,25	2,0
0,0150	0,0148	1,33	2,0
0,0254	0,0251	1,18	2,5
0,0326	0,0321	1,53	2,5

Опыты с газированным зерном

Взвешенную пробирку с оттянутым концом наполняли зерном пшеницы и повторно взвешивали; разность двух взвешиваний составляла вес зерна. После этого в пробирку вносили одну, две и т. д. капли дихлорэтана, пробирку запаивали и взвешивали. Таким образом определяли количество дихлорэтана, внесенное в пробирку. Газированное зерно в запаянных пробирках выдерживали от двух до десяти дней. Количество дихлорэтана определяли по методу, описанному выше. Надрезанную пробирку разламывали и помещали в сосуд для анализа 2. Результаты опытов сведены в табл. 2.

Таблица 2

Длительность газации в сутках	Взято зерна в г	Взято дихлорэтана в г	Определено дихлорэтана в г	Отклонение от взятого количества в %	Продолжительность опыта в часах
2	8,95	0,0124	0,0120	3,23	2,5
5	9,82	0,0152	0,0146	3,94	2,0
6	9,36	0,0220	0,0218	0,91	2,5
7	8,62	9,0242	0,0237	2,07	2,0
8	10,13	0,0337	0,0329	2,37	2,5
10	9,51	0,0360	0,0356	1,11	2,5

Данные таблицы показывают, что дихлорэтан в условиях опытов извлекается полностью из газированного зерна, даже находящегося десять дней в парах дихлорэтана, что подтверждает данные опытов И. Р. Фрейман и Н. И. Соседова [7].

Точность определения дихлорэтана в газированном зерне такая же, как и точность определения свободного дихлорэтана (см. выше), т. е. не превышает 5%. Главным источником ошибок является степень точности отсчета делений бюретки. Необходимо, чтобы цена деления бюретки соответствовала сотым долям миллилитра и чтобы конец бюретки был оттянут в тонкий капилляр, так как последнее дает возможность получать капли небольших размеров.

Газированное зерно, поступающее в лабораторию на анализ из зернохранилищ, должно быть непременно в герметичной таре. При выполнении анализа взвешивают тару с зерном, насыпают в сосуд для анализа 2—200—250 г зерна, взвешивают тару с остатком зерна и по разности находят количество зерна, взятое для опыта. В этом случае сосуд для анализа должен иметь емкость до 500 мл, чтобы зерно не заполняло горлышка колбы.

II. Определение хлорпикрина

Хлорпикрин обладает сильным токсическим действием по отношению к различным вредителям сельскохозяйственных растений, продовольственных запасов и паразитов домашних животных. Его также применяют для уничтожения личинок малярийных комаров, для уничтожения крыс, мышей, клопов, тараканов, для обезвреживания одежды, зараженной паразитами. В складском хозяйстве хлорпикрин применяется для газации зерна и зернопродуктов с целью уничтожения их вредителей, а также на мельницах для борьбы с вредителями, приводящими к порче тару и оборудование [9].

Длительное действие даже небольших концентраций хлорпикрина на организм человека может привести к тяжелым отравлениям, вызывающим заболевание желудка, тошноту, рвоту, угнетенное состояние и даже смерть вследствие отека легких [10].

Из сказанного вытекает важность строгого аналитического контроля правильности применения хлорпикрина, в особенности при производстве и хранении пищевых продуктов.

Известно, что характерным свойством хлорпикрина является способность его сильно сорбироваться продуктами, содержащими много жира—зародышами зерна, маслянистыми семенами, мукой, крупой и др. [11, 12].

Существующие методы качественного и количественного определения остаточного хлорпикрина в зерне и зернопродуктах после их дегазации основаны, главным образом, на термическом разложении паров хлорпикрина при протягивании их через накалившую стеклянную или фарфоровую трубку с последующим улавливанием продуктов разложения раствором иодистого калия и титрованием выделившегося свободного иода [13].

Обращает на себя внимание метод, разработанный Н. И. Соседовым и З. Б. Дроздовой, так как этот метод используется в производственных лабораториях.

Недостаток этого метода заключается в том, что по данным авторов количество взятого хлорпикрина не эквивалентно количеству выделяющегося иода. Для пересчета на хлорпикрин авторы применяют эмпирический коэффициент, исходя из того факта, что только 82% хлора, содержащегося в хлорпикрине, реагирует с иодистым калием.

В настоящее время в нашей лаборатории выполняется работа по проверке иодометрического метода.

Учитывая сказанное, мы поставили перед собой задачу разра-

ботать более совершенный метод определения хлорпикрина в газированном зерне и с этой целью провели описанные ниже исследования.

Возможность определения хлорпикрина методом гидрирования

Известно, что азот органических соединений при нагревании их в токе водорода в присутствии мелко раздробленного никеля переходит в аммиак, количество которого можно определить титрованием кислотой [8]. Это общее положение требовало проверки по отношению к хлорпикрину, так как он очень стоек при химическом воздействии на него различных реагентов, в частности—воды, кислот и щелочей.

Для наших опытов чистый хлорпикрин подвергался перегонке. Фракция, которая отбиралась, имела температуру кипения 113° .

Небольшое количество хлорпикрина вводилось, как описано в предыдущей работе, во взвешенную ампулку, которая запаивалась и снова взвешивалась. Разность двух взвешиваний давала количество взятого для опыта вещества.

Аппарат для проверки полноты превращения хлорпикрина схематически показан на рис. 2.

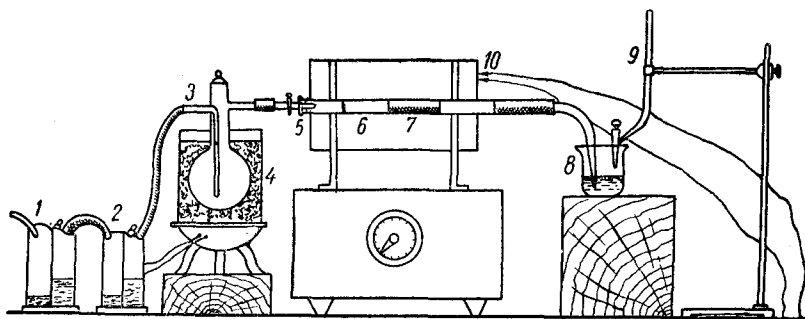


Рис. 2. Схема прибора для определения хлорпикрина

Он состоит из последовательно соединенных частей. Две промывные склянки Тищенко 1 и 2 предназначены для очистки водорода, поступающего из аппарата Киппа (не показанного на рисунке). Сосуд 3 для помещения анализируемого вещества и трубка 5 для сжигания, обогреваемая печью типа Марса, описаны в предыдущей работе. Однако в этом случае сосуд погружен в песочную баню 4, которая нагревается электроплиткой. Температура бани измеряется термометром, не показанным на рисунке. Средняя часть трубки, обогреваемая печью, заполнена слоем катализатора 6 и слоем натронной извести 7, которая связывает при разложении хлорпикрина хлористый водород, исключая возможность попадания его в поглотительный стаканчик. Выходящий из печи правый конец трубки для сжигания немного оттянут и при помощи каучука соединен с изогнутой под прямым углом трубочкой, которая входит в стаканчик 8,

служащий для улавливания продуктов разложения анализируемого вещества.

Стаканчик-поглотитель должен быть небольшого диаметра, вместимостью приблизительно 50 мл. Над стаканчиком укрепляется бюретка 9 с ценой деления 0,02 мл.

Температура печи контролируется термопарой 10. Для приготовления катализатора — одна часть коротко волокнистого асбеста смешивается с двумя частями химически чистой закиси никеля (NiO) путем встряхивания в широкогорлой склянке с шлифованной пробкой.

Трубку заполняют в следующем порядке: сначала помещают в нее небольшое количество асбеста и спрессовывают его при помощи двух длинных стеклянных палочек, вставленных в трубку с двух противоположных концов таким образом, что они образуют пробку в намеченном месте трубки. После этого часть трубки заполняют натронной известью — слой 6—8 см, наконец, смесью асбеста с закисью никеля — слой приблизительно 8 см. Массу в трубке слегка уплотняют, но спрессовывать ее не следует, чтобы струя газа не встречала большого сопротивления.

Прежде чем приступить к анализу вещества, восстанавливают закись никеля. Для этого промывные склянки, предназначенные для очистки водорода, наполняют щелочным и кислотным перманганатом, включают в электросеть печь и одновременно электроплитку для нагревания песочной бани и, рассоединив трубку, входящую в поглотительный стаканчик, пропускают водород из аппарата Киппа, наблюдая за равномерным прохождением пузырьков через промывные склянки.

Приблизительно при 200° начинается восстановление закиси никеля, что видно по появлению воды в правом, выходящем из печи, конце трубки. Трубка печи должна иметь некоторый наклон вправо, что предупреждает соприкосновение воды, скопляющейся в конце трубки, с ее горячей частью. Воду, по мере накопления, следует удалять при помощи кусочка фильтровальной бумаги, свернутого в трубочку. Температуру печи можно поднять до 400° .

Признаком окончания восстановления закиси никеля служит прекращение конденсации водяных паров. Осторожно обогревая пламенем горелки наружную часть трубки, удаляют влагу и наблюдают последующее ее появление. Для полного восстановления закиси никеля требуется примерно один час.

Если необходимо иметь запас готового катализатора, восстановленный никель охлаждают в струе водорода и хранят в склянке с хорошо притертой пробкой. По истечении некоторого времени никель теряет пиррофорные свойства.

Приступая к анализу, в поглотительный стаканчик наливают из бюретки точно отмеренное (3—5 мл) количество 0,05 N серной кислоты, добавляют туда же столько воды, чтобы слой жидкости в поглотителе был 1,5—2 см. Газоотводную трубку соединяют с концом трубки, выходящим из печи, и вводят в поглотительный стаканчик так, чтобы она своим концом слегка опиралась о дно стаканчика, что обуславливает поступление газа в жидкость под некоторым сопро-

тивлением и благоприятствует лучшему поглощению газа. В стаканчик-поглотитель вносят каплю раствора метилоранжа, который окрашивает жидкость в розовый цвет. Регулируют ток водорода — 2 пузырька в секунду, наблюдая за прохождением пузырьков в поглотителе. Температуру печи устанавливают 400—450°.

После этого напильником надрезают запаянную ампулку с веществом, закрывают кран отводной трубки сосуда для анализируемого вещества; не прекращая тока водорода, открывают пробку колбы и, разломив ампулку, быстро вносят ее в сосуд, закрывают его пробкой и открывают кран отводной трубки.

Соприкосновение горячего катализатора с кислородом воздуха не должно иметь места, так как никель в таком случае быстро теряет пиррофорные свойства.

Если температура водяной бани достигает 110—120°, то анализ заканчивают примерно через час. По мере поглощения продуктов разложения хлорпикрина при большом его количестве жидкость в поглотителе приобретает желтый цвет. В этом случае добавляют из бюретки еще некоторое количество кислоты, которая должна быть в поглотителе в избытке на протяжении всего опыта.

В конце работы обогревают пламенем горелки наружный конец трубки для разложения вещества, так как там скапливается небольшое количество жидкости, задерживающей продукты разложения хлорпикрина. После этого выключают печь, электроплитку и прекращают ток водорода. Разъединяют газоотводную трубку, промывают ее небольшим количеством воды, выливая последнюю в поглотительный стаканчик, и избыток кислоты титруют 0,05 *N* раствором соды.

Применение метилоранжа, как индикатора, дает незначительную ошибку при титровании, составляющую доли процента, что не выходит за пределы ошибки взвешивания в наших опытах и, следовательно, практически не отражается на конечных результатах. Конец реакции определяется четко. Сказанное подтверждают кривые нейтрализации (14).

Результаты ряда опытов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Взято хлорпикрина в г	Найдено хлорпикрина в г	Отклонение от взятого количества		Продолжительность опыта в часах
		в г	в %	
0,0084	0,0082	0,0002	2,14	1
0,0164	0,0162	0,0002	1,22	1
0,0193	0,0188	0,0005	2,59	1 ¹ / ₄
0,0125	0,0120	0,0005	4,00	1
0,0269	0,0260	0,0009	3,35	1 ¹ / ₂

Данные таблицы показывают, что описанный метод дает возможность достаточно точно определить небольшие количества хлорпикрина. Ошибка определения при количестве хлорпикрина меньше

0,02 г находится в пределах ошибки взвешивания. Следует обратить внимание на скорость протягивания газа через нагретый катализатор: если скорость будет превышать указанную выше, то превращение хлорпикрина может быть не полным.

Определение хлорпикрина в газированном зерне

Оттянутую и взвешенную пробирку наполняли зерном пшеницы и повторно взвешивали; разность двух взвешиваний составляла вес зерна. После этого в пробирку вносили одну, две и т. д. капли хлорпикрина, пробирку запаивали и взвешивали. Таким образом определяли количество хлорпикрина, внесенное в пробирку. Газированное зерно в запаянных пробирках выдерживали от 30 мин. до нескольких дней.

Пробирку надрезали с оттянутого конца, разламывали и помещали в сосуд для анализа.

Количество хлорпикрина определяли по методу, описанному выше, но с применением водяной бани, чтобы сопоставить данные опытов с результатами исследований Н. И. Соседова и З. Б. Дроздовой, которые нагревали зерно также на водяной бане с целью десорбции хлорпикрина.

Результаты наших опытов показаны в табл. 4.

Таблица 4

Количество зерна в г	Взято хлорпикрина в г	Определено хлорпикрина в г	Отклонение от взятого количества		Давность газации зерна	Продолжительность опыта в часах
			в г	в %		
12,8	0,0362	0,0331	0,0031	8,56	1/2	3
10,4	0,0218	0,0190	0,0028	12,84	1	3
10,7	0,0324	0,0286	0,0038	11,73	2	3
11,2	0,0246	0,0214	0,0032	13,01	24	4
11,6	0,0282	0,0217	0,0065	23,05	48	2 ¹ / ₂
11,3	0,0252	0,0191	0,0061	24,20	72	4
12,4	0,0341	0,0240	0,0101	29,62	112	4

Из таблицы видно, что хлорпикрин не полностью выделяется из зерна при нагревании последнего на водяной бане на протяжении 3—4 час. Причем, чем больше времени зерно подвергалось воздействию хлорпикрина, тем большее количество его удерживается зерном: 29,62%, если анализ произведен через 112 часов после газации и 8,56% — при анализе, выполненном через 1/2 часа после газации зерна.

Сказанное подтверждает опыты А. Ваняева, который показал, что значительная часть хлорпикрина, сорбированного зерном пшеницы, не может быть удалена из зерна при нагревании последнего на водяной бане в течение нескольких часов (15).

В цитированной нами выше работе Н. И. Соседова и З. Б. Дроздовой зерно давней газации нагревалось 2—3 часа на водяной бане, затем его размалывали на лабораторной мельнице и продукты размола дополнительно нагревали в течение 1 часа.

Отсутствие выделения паров хлорпикрина из продуктов размола убедило авторов в том, что «...анализ зерна старой газации продолжается около 2 часов, в то время как на анализ зерна недавней газации и при том со значительно большим содержанием хлорпикрина, чем в первом случае, затрачивается всего 1 час».

Само собой разумеется, что размол мало влияет на ослабление связи хлорпикрина с компонентами зерна, наоборот, в этом случае увеличивается во много раз адсорбционная поверхность, что ведет к более полному поглощению паров хлорпикрина. Если в дегазированном зерне хлорпикрин не обнаруживается органолептически, а при размоле зерна пары хлорпикрина ощущаются в воздухе, то можно предположить, что в воздух хлорпикрин попадает не в свободном состоянии, а сорбированный мучной пылью.

Для выяснения возможности полного выделения хлорпикрина из газированного зерна путем нагревания его мы заменили водяную баню песчаной и в дальнейшем вели исследование при температуре этой бани 120—130°.

Результаты опытов показаны в табл. 5.

Таблица 5

Количество зерна в г	Взято хлорпикрина в г	Определено хлорпикрина в г	Отклонение от взятого количества		Давность газации зерна в часах	Продолжительность опыта в часах
			в г	в %		
10,5	0,0180	0,0131	0,0049	27,20	48	2
12,4	0,0205	0,0166	0,0039	18,60	120	5
11,8	0,0121	0,0151	0,0061	29,10	54	4
10,7	0,0271	0,0200	0,0071	26,30	72	3

Сравнение данных этих опытов, показанных в табл. 5, с результатами опытов, приведенных в табл. 4, показывает, что та часть хлорпикрина, которая не выделяется из зерна при температуре кипящей водяной бани, не может быть выделена также и при температуре 120—130°.

Это подтверждает факт прочной связи хлорпикрина с веществом зерна. Н. И. Соседовым установлено, что при газации зерна хлорпикрином имеет место химсорбция, т. е. образование химических соединений хлорпикрина с составными частями зерна. Хлорпикрин присоединяется к молекуле жира благодаря наличию в составе жира непредельных жирных кислот. Кроме того, имеет место химическое взаимодействие хлорпикрина с молекулами других составных компонентов зерна (11).

Из этого следует, что зерно давней газации, хранящееся на скла-

дах, не может быть полностью дегазировано путем проветривания склада или путем пропуска зерна через зернопульт.

Для выяснения механизма взаимодействия хлорпикрина с веществом зерна необходимы дополнительные исследования.

Выводы

1. В результате исследований разработан метод определения дихлорэтана в газированном зерне, который может быть использован для практических целей.

2. Разработан метод количественного определения хлорпикрина при сравнительно небольших его количествах.

Применение указанного метода для определения хлорпикрина в газированном зерне показало, что хлорпикрин, сорбированный зерном, не может быть полностью выделен из зерна путем нагревания последнего даже в течение трех часов на водяной бане или на песчаной бане при температуре 120—130°.

3. Для выяснения механизма взаимодействия хлорпикрина с составными частями зерна необходимы дополнительные исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дихлорэтан. Сборник. Оборонгиз, 1939.
2. Руженцова А. К. и Колтакова В. В. «Журнал аналитической химии», т. VII, вып. 2, 1952.
3. Петрова М. Труды Ленинградского научно-исследовательского института охраны труда ВЦСПС, т. XII, вып. IV, 1937.
4. Житкова А. С. Методика определения вредных газов и паров в воздухе. Оборонгиз, 1939.
5. Алексеева М. В. и др. Определение вредных веществ в воздухе производственных помещений. Госхимиздат, 1949.
6. Вишнепольская Ф. А. Определение дихлорэтана в масле и шроте. Сборник Всесоюзного научно-исследовательского института жиров. Работы за 1946 г., Пищепромиздат.
7. Фрейман И. Р. и Соседов Н. И. Иодометрический метод количественного определения дихлорэтана в зерне и зернопродуктах. Сообщения и рефераты ВНИИЗ, вып. 5, Заготиздат, 1951.
8. Тер-Мейлин Г. и Геслинг И. Новые методы органического химического анализа, Гостехиздат, 1931.
9. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки. Газация хлорпикрином зерновых продуктов. Заготиздат, 1941.
10. Флюри Ф. и Церник Ф. Вредные газы. ГОНТИ НКТП, Москва, 1938.
11. Соседов Н. И., Донде Г. З., Фрейман И. Р. Роль жировых веществ в процессе хемсорбции хлорпикрина зерном. Сборник ВНИИЗ. Газация хлорпикрином зерновых продуктов. Заготиздат, 1941.
12. Кретович В. и Бабарин П. Доклады АСХН имени Ленина, вып. 5 (8) 1937.
13. Соседов Н. И., Дроздова З. Б. Количественный метод определения хлорпикрина в газированном зерне. Газация хлорпикрина зерновых продуктов. Заготиздат, 1941.
14. Кольтгоф И. М. и Сендэл Е. Б. Количественный анализ. Госхимиздат, 1948, стр. 469—470.
15. Ваняев А. Журн. «Советский заготовитель», № 21, 1940.

Ф. Г. КРИВОЛАПОВ и
Л. Е. СИНЕЛЬНИКОВА

О ВЛИЯНИИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ НА НАБУХАНИЕ КЛЕЙКОВИНЫ (ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ)

Широкое применение в промышленности тепловой обработки зерна требует детального изучения тех химических и физико-химических изменений, которые происходят в составных частях зерна в результате этой обработки.

Из всех составных частей зерна наиболее легко изменяется под влиянием нагревания белок, который имеет большое значение в пищевой ценности зерновых продуктов (1).

С одной стороны, работы А. Г. Кульмана по набуханию клейковины показали, что с увеличением температуры воды, в которой набухала клейковина, степень набухания ее уменьшается, что связано с процессом денатурации белков, ведущим к падению их гидрофильности (2).

С другой стороны, по данным Н. И. Соседова и других авторов, в результате горячего кондиционирования зерна при температуре 40—50° набухаемость клейковины, отмытой из этого зерна, возрастает (3).

Для правильного режима переработки зерна пшеницы необходимо знать влияние тепловой обработки этого зерна на свойства белков клейковины.

Можно ожидать, что набухание клейковины будет зависеть не только от температуры и времени обработки зерна, но и от его влажности.

В наших опытах с пшеницей сорта ОД-12 мы изменяли влажность и температуру обработки зерна, которые были взяты близкими к влажности и температуре обработки зерна, применяемых в промышленности (влажность в пределах 12—18%, температура обработки в пределах 50—80°). Увлажненное до определенной степени зерно подвергалось тепловой обработке по методике, применяемой проф. И. И. Ленарским (4). 100 г зерна помещали в железные трубки с резиновыми пробками и нагревали в водяном термостате.

Нагревание длилось 60 мин. (во всех случаях) после достижения требуемой температуры. Термометр находился внутри трубки с зерном. Клейковину, отмытую по стандартному методу, формирова-

ли в виде тонких пластинок толщиной 0,8—1 мм и высушивали при температуре 18—20°. Определение влажности высушенных пластинок показало на третий день, что она колеблется в различных образцах в небольших пределах: 0,1—0,4%.

Метод измерения набухания был применен весовой, как наиболее точный. Пластины одинакового размера набухали в водопроводной воде при 20°. Через каждые 10 мин. набухшую пластинку взвешивали.

В каждом случае проводили 3—4 параллельных опыта и брали среднюю величину для набухания.

Как правило, через 60 мин. набухания пластинка настолько деформировалась и расплывалась, что дальнейшее более или менее точное измерение становилось затруднительным. В наших измерениях не была достигнута предельная величина набухаемости клейковины, однако, как видно из работ А. Г. Кульмана (2), эта величина для клейковины практически достигается через 60 мин. набухания, так что дальнейший процесс набухания не может существенно изменить полученные результаты.

Полученные опытные данные представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1
Зависимость набухания клейковины от температуры нагрева в %
при влажности зерна 12,9%

Длительность нагревания в мин.	Сорт Одесская 12			
	Температура			
	Контроль	69°	73°	78°
10	21,2	19,5	21,3	20,3
20	31,6	29,6	32,2	30,6
30	39,1	36,6	39,3	37,6
40	45,2	42,6	46,1	44,3
50	50,7	46,6	51,6	49,3
60	55,3	52,3	55,7	53,6

Таблица 2
Зависимость набухания клейковины от температуры нагрева в %
при влажности зерна 17,4%

Длительность нагревания в мин.	Сорт Одесская 12			
	Температура			
	Контроль	56°	62°	70°
	Набухание клейковины			
10	23,4	24,7	28,2	24,5
20	34,2	37,5	42,5	34,5
30	43,2	45,7	53,1	44,5
40	50,2	52,5	59,5	52,5
50	54,9	57,2	65,5	56,5
60	58,3	60,8	69,2	61,3

Как видно из таблиц, при температурах обработки 73° и 62° и соответственно влажностях зерна 12,9% и 17,4% наблюдается максимальная набухаемость клейковины.

По данным проф. И. И. Ленарского для сорта Одесская 12, при вышеуказанных условиях термической обработки, соответствующих максимуму набухания клейковины, степень денатурации белков одна и та же: 3—4%. Таким образом, намечается возможность связать максимальную набухаемость клейковины со степенью денатурации ее белков.

Можно предположить, что нагревание зерна при определенных условиях ведет к разрушению комплексных образований белков с другими небелковыми составными частями зерна, что повышает их гидрофильность, хотя процесс денатурации ведет к падению гидрофильных свойств белка.

Выводы

1. Исследовалось влияние тепловой обработки зерна пшеницы сорта Одесская 12 на набухаемость клейковины.
2. Показано наличие максимума набухания для определенного режима тепловой обработки.
3. Наблюдаемый максимум набухания может быть объяснен распадом комплексов белка с другими веществами, менее гидрофильных чем белок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козьмина Н. П. и Кретович В. Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. Заготиздат, 1950.
2. Кульман А. Г. Коллоиды в хлебопечении. Пищепромиздат, 1940.
3. Соседов Н. И. и сотрудники. Известия АН СССР. Серия биологическая, № 6 873, 1939.
4. Ленарский И. И. Биохимия зерна. Сборник I. 114. Изд. АН СССР 1951.

Н. А. ИЛЬВИЦКИЙ,
канд. техн. наук

УЛУЧШЕНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КЛЕТЧАТКИ

Известно, что зольность, как показатель степени засоренности муки оболочками, не отвечает современным требованиям науки и производства, поэтому поставлен вопрос о замене зольности другим, более точным показателем. К такому показателю можно отнести содержание клетчатки. Однако на пути внедрения этого показателя стоят трудности методического порядка.

Наиболее распространенные в настоящее время методы определения содержания клетчатки Геннеберга—Штомана и Кюршнера—Ганака довольно сложны и требуют большой затраты времени, поэтому их нельзя считать пригодными для применения в производственных условиях.

В процессе длительной работы по определению клетчатки мы изменили технику метода Кюршнера—Ганака, сохранив химический принцип этого метода.

Необходимая аппаратура для определения клетчатки по видоизмененной автором методике

1. Пробирки на 10 мл.
2. Колбы Эрленмейера на 75 мл (25—30 шт.).
3. Стаканчики с дном из пористой фильтрационной стеклянной пластинки № 2 (25—30 шт.).
4. Шариковые обратные холодильники с предварительно отрезанными нижними трубками до длины 10—12 мм (4 шт.).
5. Колбы Бунзена (5 шт.).
6. Вакуум-насос.

Реактивы

1. Реакционная смесь, состоящая из 80 весовых частей 70%-ной уксусной кислоты и 7,0 весовых частей азотной кислоты (уд.—1,4).
2. Эфир.
3. Спирт-ректификат.

Методика

1. Занумеровать, вымыть, высушить в сушильном шкафу и взвесить на аналитических весах стаканчики с фильтрационным дном.

2. 1,0—2,0 г муки или промежуточного продукта высыпать в пробирку, взвесить на аналитических весах и высыпать в колбу Эрленмейера на 75 мл. Пробирку снова точно взвесить и по разности определить вес навески.

Следует сразу заготавливать нужное количество навесок (один лаборант в день заготавливает 20—25 навесок).

Запись производить в табл. 1.

Таблица 1

Дата анализа	Наименование продукта	Вес пробирки с продуктом в г	Вес пробирки без продукта	Вес продукта в г—(P)	№ колбы	№ стаканчика	Вес пустого стаканчика в г	Вес стаканчика с клетчаткой в г	Вес клетчатки в г—(a)	Влажность продукта в %—(q)	Расчет содержания клетчатки	
											(100—q)	$\frac{a \cdot 10000}{(100-q)}$

3. В три колбы с продуктами налить по 20—30 мл реакционной смеси, поставить на электроплитки (на одной электроплитке можно нагревать две колбы) и вставить в колбы обратные холодильники.

4. Периодически помешивая смесь вращением колбы вместе с холодильником, ее кипятят 30 мин.

Для предотвращения слишком интенсивного кипения целесообразно электроплитку покрыть листовым асбестом.

5. Отфильтровать клетчатку на предварительно собранной установке (см. рисунок), где колба 1 предназначена для предотвращения

попадания жидкости в вакуумнасос и для регулировки разряжения при помощи крана К; колбы 2, 3, 4— для фильтрования смеси, колба 5— для промывки осадка спиртом.

Фильтруют одновременно три образца в последовательности, описанной ниже.

Содержимое каждой колбы после гидролиза выливают в соответствующий стаканчик, вставленный в пробку колбы Бунзена.

Записывают в таблицу номера стаканчиков в графах, соответствующих номерам колб. Включают вакуум-насос.

Колбы, из которых вылита смесь в стаканчики, промывают 8—10 мл горячей реакционной смеси.

(Смесь нагревают в колбе, закрытой холодильником).

Промывают колбы горячей водой, отделяя кусочки клетчатки, находящиеся на стенках колб, стеклянной палочкой.

После того как вся вода профильтруется, промывают осадок 10 мл эфира, содержащего несколько капель спирта.

Осадок снова промывают 2 мл горячей реакционной смеси.

Еще раз промывают осадок горячей водой до исчезновения запаха уксусной кислоты. В тех случаях, когда в процессе фильтрования осадок уплотнится и фильтрование становится затруднительным, очень хорошо (как показали наши наблюдения), имея насос Камовского, легким нагнетанием воздуха в колбу Бунзена разрыхлить осадок.

Снимают один из стаканчиков, в котором промыта клетчатка, закрывают колбу Бунзена сплошной пробкой, ставят стаканчик в колбу 5 и промывают клетчатку 20 мл спирта.

После того как спирт профильтруется, стаканчик переставляют в старую колбу, а из колбы 5 спирт сливают в бутылку. Затем этот спирт перегоняется и используется для дальнейших анализов.

Промывают осадок эфиром.

Снимают стаканчики, обтирают снаружи фильтровальной бумагой и ставят в сушильный шкаф.

Сушат в шкафу при температуре 105—110° в течение 1 часа.

После охлаждения в эксикаторе стаканчики с клетчаткой взвешивают и определяют содержание клетчатки в процентах по формуле, приведенной в таблице.

Ко времени окончания фильтрования первых трех образцов обычно заканчивается гидролиз следующих трех образцов, к фильтрованию которых приступают, поставив для гидролиза следующие три образца и т. д.

В табл. 2 приведены результаты анализов по методу Кюршнера и Ганака, по методу Кульмана («Мукомолье» № 3, 1938) и по видоизмененному автором методу.

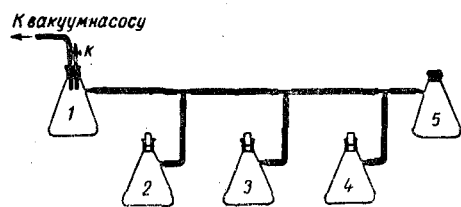
Наличие аппаратуры с притертыми поверхностями в методе Кюршнера и Ганака не позволяет вести анализ непрерывным потоком. После гидролиза каждого образца колбу Эрленмейера необходимо вымыть, высушить и отвесить новую навеску. Еще большим недостатком в этом отношении имеет метод Кульмана, так как в аппарат введен стаканчик, притертый с одной стороны к пробке холодильника, а с другой — к колбе.

После каждого анализа стаканчик необходимо мыть, сушить и взвешивать, что занимает много времени. Кроме того, стаканчики с фильтрационным дном часто дают трещины. В этом случае приходится в негодность весь дорогостоящий аппарат Кульмана.

В разработанной нами методике отсутствует аппаратура с притертыми поверхностями. Это позволяет предварительно заготовить навески на весь рабочий день и анализ вести непрерывным потоком.

Отсутствие строгой герметичности в колбе, как показывают результаты опытов, приведенные в табл. 2, не снижает точности анализа.

Взвешивание колб с раствором до гидролиза и после показало, что во время гидролиза потерь раствора практически не происходит, так как его пары неизбежно приходят в соприкосновение с дном холодильника и при этом конденсируются.



Установка для фильтрования клетчатки

Таблица 2

Наименование продукта	№ опыта	По методу Кюршнера и Ганака			По методу Кульмана			По видоизмененному автором методу		
		Количество анализов, выполняемое 1 лаборантом за 8 час.	Содержание клетчатки в %	Среднее отклонение от среднего арифметического	Количество анализов, выполняемое 1 лаборантом за 8 час.	Содержание клетчатки в %	Среднее отклонение от среднего арифметического	Количество анализов, выполняемое 1 лаборантом за 8 час.	Содержание клетчатки в %	Среднее отклонение от среднего арифметического
Мука	1		0,53			0,57			0,55	
	2	6—8	0,56	0,01	5—6	0,56	0,01	15—18	0,58	0,01
	3		0,55			0,53			0,55	
Дунст	1		0,75			0,72			0,73	
	2	6—7	0,70	0,02	5—6	0,71	0,02	15—18	0,70	0,02
	3		0,71			0,74			0,75	
Крупа	1		1,17			1,20			1,17	
	2	6—7	1,25	0,03	5—6	1,18	0,03	15—18	1,19	0,03
	3		1,19			1,25			1,24	

Выводы

Проведенное методическое исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Результаты анализа по методу Кюршнера и Ганака, по методу Кульмана и по видоизмененному автором методу — близки.

Отклонения в определениях в параллельных образцах находятся в пределах допустимой погрешности.

2. Число анализов, выполняемое одним лаборантом в течение рабочего дня при применении видоизмененной методики, может быть увеличено в 3—4 раза.

3. Расход спирта-ректификата снижается в 3 раза.

4. Дорогостоящую посуду с притертыми поверхностями можно заменить обычными холодильниками и колбами.

И. Ш. ШКЛОВСКИЙ
канд. химических наук, доцент

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ ОБРАЗОВАНИЯ КЛЕЙКОВИНЫ

(СООБЩЕНИЕ 1)

ВЛИЯНИЕ ЭТИЛОВОГО СПИРТА НА ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ КЛЕЙКОВИНЫ И ЕЕ ВЫХОД

Значение клейковины как одного из главнейших факторов, определяющих хлебопекарные свойства муки, очень велико. Как известно (1), клейковина играет важную роль в процессе формирования пшеничного теста и определяет его хлебопекарные качества. В связи с этим изучение механизма образования клейковины имеет большое и разностороннее значение. Без выяснения закономерностей ее образования невозможно направленное воздействие на свойства клейковины, разработка научных основ подсортировки зерна, выяснение роли отдельных компонентов клейковины, кроме того, невозможно объяснить, почему нельзя отмыть клейковину из муки ржи и других культур.

Исследование механизма образования клейковины может дать важные сведения для изучения строения и свойств белковой молекулы.

Несмотря на значительное число работ, посвященных изучению клейковины, многие вопросы в этой области остаются все еще не выясненными. Это, в частности, является причиной того, что биохимия зерна и смежные с нею области науки не дают четкого определения понятия о клейковине.

Многочисленные исследования химического состава клейковины (1, 2) показывают, что отмываемая в обычных условиях клейковина не является химически однородным веществом. Кроме глиадина и глютеина, составляющих основу клейковины, компонентами ее (при отмывании в обычных условиях) являются крахмал, жиры, фосфатиды и другие вещества. Соотношение компонентов клейковины колеблется в широких пределах в зависимости от сорта зерна, выхода муки и условий отмывания.

По вопросу о механизме образования клейковины существуют разные точки зрения.

Вейль и Бишофф (3) выдвинули гипотезу, согласно которой образование клейковины аналогично свертыванию крови под действием фермента тромбазы или свертыванию молока под влиянием

сычужного фермента. В настоящее время ферментативная гипотеза отвергнута, как противоречащая фактам, в частности тому, что непосредственно извлеченный из муки спиртом глиадин вполне аналогичен глиадину, извлеченному из клейковины.

Рассматривая коллоидно-химические теории образования клейковины, А. И. Гершзон (4) указывает, что по этому вопросу существуют две основных точки зрения.

Согласно одной из них (Вуд и Гарди, Моос, Нейман, Бунгенберг де Йонг и др.) в зерне пшеницы содержатся отдельные белки (глиадин и глютеин) в несвязанном виде, которые при увлажнении муки соединяются и образуют клейковину. Следовательно, клейковина является продуктом, появляющимся в процессе замеса теста. Однако, поскольку в клетке эндосперма в процессе созревания зерна имеются все условия для образования клейковины (наличие белков и других высокомолекулярных соединений, а также воды), нет никаких логических оснований считать, что глиадин и глютеин находятся в зерне в несвязанном виде.

Согласно второй точки зрения (Баллан, Осборн, Берлинер и Коопман, Резниченко и Алякринская, Вакар и др.) клейковина существует уже в зерне и при замесе теста отдельные ее частицы соединяются в связный комок.

А. Б. Вакар [5], исследовав образование клейковины при созревании пшеницы, пришел к выводу, что глиадин и глютеин находятся в зерне на протяжении всего периода созревания не в свободном состоянии, а в виде белкового соединения, подобного клейковине.

Полученные нами экспериментальные данные (см. экспериментальную часть) также свидетельствуют о том, что глиадин и глютеин находятся в зерне в связанном состоянии в виде мельчайших частиц клейковины.

По вопросу о природе сил, в результате действия которых осуществляется образование клейковины из ее компонентов, также нет единой точки зрения.

Бунгенберг де Йонг [6] объясняет взаимодействие глиадина и глютеина при образовании клейковины действием электростатических сил — противоположных по знаку зарядов молекул этих белков.

Нельзя отрицать значения электрических зарядов белковых молекул, представляющих в растворах многозарядные биполярные ионы. Однако эта гипотеза не может считаться приемлемой, так как она исходит только из одного свойства белков (полярности) и игнорирует другие их свойства как высокомолекулярных веществ, механически переносит представление о коллоидных свойствах зелей на белковые гели зерна, т. е. является методологически порочной.

Кроме того, эта гипотеза не дает объяснения тому факту, что чистый глиадин, измельченный в порошок и смешанный с водой, один (без участия глютеина) образует клейкий студень. Эта гипотеза не дает также объяснения взаимодействию небелковых компонентов с белковой частью клейковины и, что особенно существенно, она игнорирует другие межмолекулярные силы взаимодействия, оставляет без внимания хорошо известные клеящие свойства многи

белков и, в частности клейковины, хотя само название последней и связано с этими свойствами.

А. Б. Вакар [5] высказал гипотезу о том, что клейковина представляет собой естественное белковое высокомолекулярное вещество, построенное из однородных макромолекул, внутри которых действуют гомеополлярные валентные связи. Это предположение явно противоречит тому факту, что компоненты клейковины (глиадин и глютеин) могут быть разделены простым растворением. Разрыв гомеополлярных валентных связей, действующих внутри молекулы, при помощи такого реактива, как спирт, не представляется возможным.

Таким образом, ни одна из существующих гипотез не раскрывает природу сил, в результате действия которых клейковина образуется из ее компонентов.

Гипотеза образования клейковины, по нашему мнению, должна исходить из того, что:

- а) белки обладают клеящими свойствами;
- б) связь компонентов клейковины не является ковалентной;
- в) в состав клейковины входят не только нерастворимые в воде белки, но и другие нерастворимые в воде высокомолекулярные вещества, причем соотношение последних колеблется в широких пределах;
- г) количество отмываемой клейковины и ее состав зависят от условий отмывания: продолжительности отлежки теста, температуры, тщательности отмывания и др.

На основании критического обзора литературных данных и анализа свойств клейковины можно высказать следующую гипотезу образования клейковины.

Образование клейковины в клетках эндосперма зерна следует рассматривать как процесс самослипания (аутогезия) и слипания (когезия) глиадина и глютеина, причем в этот процесс могут также вовлекаться и другие высокомолекулярные вещества. Образовавшиеся в зерне мелкие частицы клейковины при замесе муки слипаются и при отмывании образуют связный комок.

Как известно [7], под самослипанием и слипанием следует понимать явление, при котором приведенные в соприкосновение поверхности одного и того же вещества (самослипание) или различных веществ (слипание) дают связь, препятствующую их разъединению в месте контакта.

При рассмотрении образования клейковины, как проявления присущих многим высокомолекулярным веществам свойств склеивания, следует учитывать положения, приведенные ниже.

Самослипание и слипание приведенных в соприкосновение веществ обусловлено постепенным срастанием в одно целое в результате переплетения цепей молекул в месте их контакта, вызываемого тепловым движением. Слипание веществ происходит при этом не в результате перемещения молекул в целом, а вследствие диффузии отдельных их частей. При этом допускается, что под влиянием теплового движения концы и серединные участки молекулярных цепей,

расположенных на поверхности одной части вещества, могут проникать в поверхностный слой другой части вещества или в другое вещество.

Связь веществ при слипании возникает как следствие действия межмолекулярных сил, так и в результате механического застревания и заклинивания цепей.

На скорость слипания влияет температура (как фактор, определяющий тепловое движение), введение мягчителей и растворителей.

Наличие полярных групп препятствует слипанию. Однако в присутствии достаточного количества растворителя или мягчителя и полярные вещества проявляют свойства слипания, так как растворитель (или мягчитель) экранирует центры межмолекулярного притяжения и тем самым обеспечивает возможность теплового движения.

Для слипания необходим тесный контакт поверхностей, поэтому слипанию благоприятствует давление.

Представление об образовании клейковины как о процессе самослипания и слипания белков и других высокомолекулярных компонентов находится в соответствии с современными взглядами на структуру белковой молекулы [8, 9, 10]. Согласно этим взглядам в молекуле белка присутствуют структурные элементы, за счет которых при соответствующих условиях под влиянием теплового движения может происходить самослипание и слипание.

Для проверки и экспериментального обоснования предложенной гипотезы нами предприняты исследования по выяснению влияния различных факторов на процесс формирования клейковины.

В настоящей работе (1-е сообщение) приводятся результаты изучения влияния этилового спирта на процесс формирования клейковины и ее выход.

По существующей в биохимии зерна точке зрения из муки, предварительно обработанной спиртом, отмыть клейковину невозможно.

Н. П. Козьмина [1], касаясь этого вопроса, указывает, что даже простая обработка муки 70%-ным спиртом для растворения глиадина и последующее удаление спирта выпариванием настолько нарушает систему глиадин-глютенин, что из такой муки получить клейковину не удается.

М. И. Княгиничев [11] отмечает, что раствор винного спирта, применяемый для выделения глиадина, нельзя считать инертным веществом в отношении клейковины. Спирт разрушает липоидный комплекс клейковины.

М. С. Резниченко и Е. А. Алякринская [12], исследовав влияние этилового спирта на отмывание из муки клейковины, пришли к выводу, что фактором, препятствующим формированию клейковины при обработке муки спиртом, является переход глиадина в раствор. По их мнению, «... нарушение внутренней коллоидной структуры глиадина, каким он находится в клетках эндосперма, при растворении его в спирту, а не какие-либо другие факторы, делают невозможным воссоздание нормальной структуры клейковины». С этим выводом Резниченко и Алякринской не согласуется то, что:

1) препараты глиадина пшеницы, ржи и гордеина ячменя, выделенные из соответствующей муки, при помощи 70%-ного раствора

этилового спирта полностью вовлекаются в формирование клейковинного студня при добавлении их к пшеничной муке [13, 14];

2) прибавление препарата глиадина к сухому остатку клейковины, из которой глиадин был тщательно экстрагирован, приводит к получению (при смачивании водой) клейковины, по свойствам близкой к исходной [14].

Предположение Резниченко и Алякринской о том, что фактором, препятствующим формированию клейковины, является растворение глиадина, не нашло подтверждения в наших опытах.

Экспериментальная часть

Объектом исследования служила мука 74%-ного выхода [проход сита № VII (32)]. Муку готовили в мукомольной лаборатории института из зерна яровой пшеницы сорта Лютеценс 1163 урожая 1950 г., полученного из семенных фондов Одесского селекционно-генетического института имени Т. Д. Лысенко. В результате предварительного исследования нами была разработана следующая методика проведения опытов: к 25 г муки добавляли 12—15 мл¹ спирта, тщательно перемешивали, разрывали полученную массу на мелкие комочки и высушивали в течение 2 суток при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния. Затем образцы измельчали в муку трехкратным пропусканием через лабораторную мельничку. К полученной муке добавляли 12—14 мл воды, замешивали в тесто и после 30-минутной отлежки приступали к отмыванию клейковины водопроводной водой ($t=20^\circ$). Вначале отмывание проводили в большой фарфоровой чашке, осторожно разминая комок теста пальцами и часто сменяя воду. Примерно через 30—40 минут, получив связный, мало крошащийся комок, отмывание продолжали под тонкой струей воды при сильном растирании комка ладонями. Окончание отмывания клейковины контролировали по двум показателям: 1) расхождению в весе между двумя последующими взвешиваниями, не превышающему 0,05 мг и 2) отрицательной реакции в промывных водах на крахмал.

В среднем процесс отмывания клейковины длился около 2—3 час.

В первой серии опытов² мы исследовали влияние на формирование клейковины и ее выход 50, 70 и 96% этилового спирта. Результаты опытов приведены в табл. 1, 2, 3.

Анализ приведенных данных показывает, что влияние спирта на клейковину зависит от его концентрации. Установлено, что 96%-ный спирт не оказывает существенного влияния на процесс формирования клейковины и ее выход. При отмывании клейковины из муки, обработанной 96%-ным спиртом, наблюдаются обычные явления: тесто не распадается, и сразу же заметны характерные тяжи клейковины. По внешнему виду и свойствам также существенных отличий от обычной клейковины не обнаружено.

¹ Предварительными опытами было выяснено, что количество добавляемого к муке спирта (в пределах от 10 до 150 мл на каждые 25 г муки) не оказывает существенного влияния на выход клейковины.

² В этой серии опытов принимали участие студенты технологического факультета Лещенко В. А. и Полищук Н. Е.

Таблица 1

Выход клейковины из муки, обработанной 50%-ным раствором спирта

№ образцов	Выход клейковины				
	сырой		сухой		отношение сырой к сухой
	в г	в %	в г	в %	
Контроль	8,67	34,7	3,17	12,7	2,73
1	6,33	25,3	2,58	10,3	2,45
2	5,88	23,5	2,43	9,7	2,42
3	6,06	24,2	3,15	12,6	1,96
4	5,73	22,9	2,07	8,3	2,77
5	6,80	27,2	2,91	11,6	2,34
6	6,75	27,0	2,76	11,0	2,45
Средние данные	6,26	25,0	2,65	10,6	2,36

Таблица 2

Выход клейковины из муки, обработанной 70%-ным раствором спирта

№ образцов	Выход клейковины					Показание пластометра
	сырой		сухой		отношение сырой к сухой	
	в г	в %	в г	в %		
Контроль	8,67	34,7	3,17	12,7	2,73	—
1	6,60	26,4	2,39	9,6	2,76	—
2	6,46	25,8	2,64	10,6	2,45	—
3	6,57	26,3	2,39	9,6	2,75	—
4	6,62	26,5	2,79	11,2	2,37	—
5	6,13	24,5	2,40	9,6	2,55	—
6	6,25	25,0	2,48	9,9	2,52	12 мин. 35 сек.
Средние данные	6,44	25,8	2,51	10,0	2,57	

50%-ный и 70%-ный растворы этилового спирта оказывают практически одинаковое воздействие на клейковину, заметно снижая ее выход. Процесс отмывания в данном случае резко отличается от обычного. Тесто расплзается, характерных тяжей клейковины не появляется. Напротив, с самого начала отмывания обнаруживаются мелкие хлопья клейковины, не проявляющие вначале никакой тенденции к слипанию. Лишь после длительного и тщательного отмывания мелкие хлопья клейковины слипаются, образуя связный комок.

Таблица 3

Выход клейковины из муки, обработанной 96%-ным раствором спирта

№ образцов	Выход клейковины				
	сырой		сухой		отношение сырой к сухой
	в г	в %	в г	в %	
Контроль	8,67	34,7	3,17	12,7	2,73
1	8,23	32,9	3,34	13,4	2,46
2	7,70	30,8	3,05	12,2	2,53
3	7,72	30,9	3,24	13,0	2,38
4	8,13	32,5	3,26	13,0	2,50
5	7,66	30,6	3,10	12,4	2,47
6	7,55	30,2	3,22	12,9	2,34
7	7,75	31,0	3,27	13,1	2,37
Средние данные	7,82	31,3	3,21	12,8	2,44

Наибольший интерес представляет исследование влияния 70%-ного спирта (как наиболее часто применяющегося для экстракции) на процесс формирования клейковины и ее выход. В связи с этим для более детального выяснения данного вопроса мы провели еще одну серию опытов. В этих опытах использовали также зерно яровой пшеницы Лютеценс 1163 урожая 1950 г.; муку получали размолотом зерна на лабораторной мельничке (выход 74%).

Методика проведения опытов была та же, что и в предыдущих, но отмывание вели энергичней, с самого начала сильно разминая комки теста пальцами. Во избежание потерь мелких комочков клейковины воду, использованную для отмывания, процеживали через систему двух шелковых сит № 38 и № 49. На сите № 38 оставались главным образом отруби и крупные комочки клейковины. На сите № 49 обнаруживали небольшое количество очень мелких частиц, которые присоединяли к основному комку.

При отмывании клейковины наблюдалась та же картина, что и в предыдущих опытах. Клейковину получали в виде плотного, очень упругого комка, с трудом поддающегося растяжению, короткорвущегося. Результаты проведенных опытов представлены в табл. 4.

Обращает на себя внимание тот факт, что из муки, полученной размолотом зерна на лабораторной мельничке, выход клейковины заметно больше (28,9%), чем из муки того же выхода, но полученной размолотом на вальцевых станках в мукомольной лаборатории института (25,8%). Свойства же клейковины в обоих случаях весьма близки.

Таблица 4

Выход клейковины из муки, обработанной 70%-ным раствором спирта

№ образцов	Выход клейковины					Показания пластометра
	сырой		сухой		отношение сырой к сухой	
	в г	в %	в г	в %		
Контроль	8,67	34,7	3,17	12,7	2,73	—
1	7,39	29,6	3,00	12,0	2,46	7 мин.
2	7,15	28,6	2,85	11,4	2,51	6 мин. 50 сек.
3	7,31	29,2	2,63	10,5	2,78	—
4	6,92	27,7	2,81	11,2	2,46	—
5	7,32	29,3	2,74	11,0	2,64	—
Средние данные	7,22	28,9	2,81	11,2	2,57	

Для выяснения возможности отмывания клейковины из муки, обработанной спиртом, без предварительного удаления его высушиванием, мы провели еще одну серию опытов, техника проведения которых заключалась в следующем: 25 г муки замешивали в комок теста с 15 мл 70%-ного раствора спирта. После 30-минутной отлежки тесто в большой фарфоровой чашке заливали водопроводной водой ($t=20^\circ$) и приступали к отмыванию клейковины. Комок теста энергично растирали пальцами. При этом от него отслаивались кусочки и оседали на дно чашки. После одной минуты отстаивания жидкость сливали через системы двух шелковых сит № 38 и 49. Оторвавшиеся комочки клейковины, остающиеся на сите № 38, собирали и присоединяли к основной массе в чашке. Основную часть крахмала удаляли 5—7-кратной декантацией, после чего тщательно собирали мелкие комочки с обоих сит, отмывали их от отрубей и переносили содержимое чашки на сито № 38, продолжая на нем отмывание клейковины под тонкой струей воды, энергично растирая массу ладонями. При этом небольшое количество мелких комочков клейковины проходило через сито № 38, задерживаясь на сите № 49, с которого их периодически тщательно собирали. Через 10 мин. клейковинную массу собирали в комок, представляющий собой полужидкую массу, при сжатии выползающую между пальцами. Через 35 мин., считая от начала отмывания, получали связный комок, уже не выползающий между пальцами при сжатии. Весь процесс отмывания длился около часа.

Результаты проведенных исследований представлены в табл. 5.

Из приведенных данных следует, что можно отмыть клейковину из обработанной спиртом муки, даже не удаляя предварительно спирт высушиванием. Выход клейковины остается практически одинаковым независимо от того, удаляем ли мы спирт высушиванием (28,9% сырой клейковины см. табл. 4) или отмываем клейковину непосредственно после обработки муки спиртом без предварительного его удаления (28,2% сырой клейковины).

Таблица 5

Выход клейковины из муки, обработанной 70%-ным раствором спирта, без предварительного удаления его высушиванием

№ образцов	Выход клейковины					Показатели пластометра
	сырой		сухой		отношение сырой к сухой	
	в г	в %	в г	в %		
Контроль	8,67	34,7	3,17	12,7	2,73	—
1	6,71	26,8	3,02	12,1	2,22	50 мин.
2	7,20	28,8	2,91	11,6	2,47	—
3	7,20	28,8	2,85	11,4	2,53	—
4	7,13	28,5	2,86	11,4	2,49	47 мин. 54 сек.
5	7,01	28,0	2,72	10,9	2,58	57 мин.
Средние данные	7,05	28,2	2,87	11,5	2,46	

Однако по своим свойствам клейковина, отмываемая непосредственно из обработанной спиртом муки, отличается от клейковины, отмываемой из муки, из которой спирт был предварительно удален. В первом случае клейковина получается в виде ноздреватой плотной массы телесерого цвета, с трудом поддающейся растяжению, и очень хорошей эластичностью. Продолжительность истечения в пластометре очень велика — около 50 мин. Во втором случае (при предварительном удалении спирта) клейковина по своим свойствам более близка к нормальной.

В заключение мы повторили опыты М. С. Резниченко и Е. А. Алякринской (12). Их предположение о том, что причиной невозможности формирования клейковины при обработке муки спиртом является перевод глиадина в раствор, не подтвердилось.

Приведем в качестве примера один из опытов. К 25 г муки (зерно пшеницы сорта ОД-3, содержание сырой клейковины 24%) прибавляли 25 мл 70%-ного раствора этилового спирта, энергично встряхивали, оставляли стоять на 24 час. и затем декантировали. Ту же порцию муки вторично заливали 25 мл спирта и через 24 час. снова декантировали. Такую обработку проводили пятикратно. На шестые сутки пять порций декантатов (всего около 100—125 мл) присоединяли к обработанной муке и выпаривали в вакууме ($t=35^\circ$) до воздушно-сухого состояния. Полученную сухую массу (вес 4,6 г) измельчали на лабораторной мельничке, тщательно перемешивали и замешивали с водой в тесто. После 30-минутной отлежки отмывали клейковину водопроводной водой, нагретой до 40° .

При отмывании наблюдали то же, что и в первой серии наших опытов. Клейковина отделялась от комка теста в виде мельчайших, совершенно не слипающихся частиц. Лишь через час удалось собрать связный комок клейковины весом 0,84 г (17,8% сырой клейковины). Полученная клейковина темносерого цвета, короткорвущаяся, мало эластичная.

Таким образом, даже такое жесткое воздействие спирта (полное извлечение глиадина и выдерживание его в течение пяти суток в спирте) не лишает муку возможности формировать клейковину.

Обсуждение полученных результатов и выводы

Как показали и наши опыты, спирт действительно препятствует формированию клейковинного студня. При отмывании клейковины из обработанной спиртом муки (в условиях, соответствующих стандарту) связного комка клейковины не образуется.

Однако при применении тонких сит во всех наших опытах уже в первые минуты отмывания обнаруживались мелкие и мельчайшие частицы, из которых в дальнейшем при терпеливом и тщательном отмывании удавалось получить связный комок клейковины, причем выход ее оказывался не намного меньше, чем из нормальной муки.

Обращает на себя внимание тот факт, что выделяющиеся в начале процесса отмывания частицы клейковины не слипаются.

Полученные нами экспериментальные данные можно объяснить, исходя из предположения [4,5], что глиадин и глютенин находятся в зерне не в свободном состоянии, а в связанном, в виде мельчайших частиц клейковины. Если допустить, что в зерне (а следовательно, и муке) глиадин и глютенин существуют в виде отдельных белков, не связанных в частицы клейковины, то из обработанной спиртом муки невозможно было бы вообще отмыть клейковину, даже в виде мельчайших частиц. В противном случае было бы непонятно, почему спирт, препятствуя образованию клейковины из ее мелких частиц, не препятствует образованию этих частиц из отдельных молекул белков.

Если же допустить, что в зерне (и муке) глиадин и глютенин находятся не в свободном состоянии, а в виде мельчайших частиц клейковины, то становится понятным воздействие спирта на муку. Спирт препятствует уже имеющимся в зерне (и муке) мелким частицам клейковины слипаться в более крупные, в связи с чем в тесте из муки, предварительно обработанной спиртом, частицы клейковины не слипаются и при отмывании выделяются в виде мелких и мельчайших хлопьев. В дальнейшем по мере удаления спирта при отмывании и по мере удаления крахмала мелкие хлопья постепенно восстанавливают свою способность к слипанию, и в результате образуется связный комок клейковины.

Об этом свидетельствует следующий факт: выделяющиеся при отмывании частицы клейковины до их слипания имеют величину в поперечнике не более 194 микронов и не менее 142 микрона (проходят через сито № 38 с отверстием 194 микрона и остаются на сите № 49 с отверстием 142 микрона). Клетки эндосперма примерно такого же размера.

Предположение о том, что в муке глиадин и глютенин находятся не в свободном состоянии, а в виде мельчайших частиц клейковины, образовавшихся в клетках эндосперма в процессе созревания зерна, вполне соответствует современным взглядам на белки, как на высокомолекулярные вещества с ярко выраженными способностями к образованию комплексов [15].

Исследование влияния спирта на формирование клейковины дает основание считать, что образование клейковинного студня при отмывании клейковины так же, как и образование клейковины в тесте, заключается во взаимодействии частиц клейковины, образовавшихся в зерне. По своей природе взаимодействие частиц клейковины может быть с достаточным основанием отнесено к явлению слипания.

Можно думать, что причиной отрицательного влияния спирта на процесс слипания является меньшая полярность молекул спирта по сравнению с полярностью молекул воды. Как известно [7], на самослипании сильно влияет оказывает химическая природа вещества (характер атомов, из которых построена молекула, наличие в молекуле полярных групп и т. п.). В сухих белках (например, в сухой клейковине), вследствие действия межмолекулярных сил, препятствующих интенсивному движению звеньев молекулы, способность к самослипанию ничтожна.

Но в присутствии достаточного количества воды, экранирующей центры межмолекулярного притяжения (в связи с чем обеспечивается возможность теплового движения звеньев молекулы), белки способны к самослипанию (сырая клейковина). Повидимому, молекулы спирта, вследствие меньшей их полярности, хуже экранируют центры межмолекулярного притяжения, в связи с чем частицы клейковины в спиртовой среде не проявляют склонности к слипанию.

В заключение приношу глубокую благодарность профессору И. И. Ленарскому за руководство данной работой, за ценные указания в процессе ее проведения и при обсуждении полученных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козьмина Н. П. и Кретович В. Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. Заготиздат, 1952.
2. Товароведение пищевых продуктов. Под общей редакцией проф. Церевитинова В. Ф., т. I, Госторгиздат, 1949.
3. Weyl Bischoff, Ber. d. Deutschen chemischen Gesellschaft, 13, 367, 1880. Цитата по Козьминой Н. П. и Кретовичу В. Л. Химия зерна и продуктов его переработки. Заготиздат, 1944.
4. Гершзон А. И. Проблема образования клейковины. Коллоидный журнал, т. III, вып. 10, 1937.
5. Вакар А. Б. Образование клейковины при созревании пшеницы. Труды ВНИИЗ, вып. 24, Заготиздат, 1952.
6. H. L. Bungenberg de Jong. Gluten formation. Society of the chemical Industry. Nov. 24, 1933, vol. LII, № 47, p. 391—395.
7. Воюцкий С. С. и Марголина Ю. Л. О природе самослипания. Успехи химии, т. XVIII, вып. 4, 1949.
8. Талмуд Д. Л. Статья в «Трудах совещания по белкам АН СССР», 1948.
9. Гаврилов Н. И. Исследование структуры белков. Сборник «Белки в промышленности и сельском хозяйстве». Изд. АН СССР, 1952.
10. Плехан М. И. Участие полипептидов в строении микроструктуры белка. Сборник «Белки в промышленности и сельском хозяйстве». Изд. АН СССР, 1952.
11. Нягичиничев М. И. Биохимия пшеницы. Сельхозгиз, 1951.
12. Резниченко М. С. и Алякринская Е. А. К вопросу о формировании клейковины пшеничной муки, как коллоидно-химического комплекса. Известия Томского института технологии зерна и муки им. И. С. Лобачева, т. 2, вып. 7, 1936.
13. Osborn T. B. The Proteins of the Wheat Kernel, 1907.
14. Кретович В. Л. Доклады ВАСХНИЛ, вып. 6. Изд. ВАСХНИЛ, 1938.
15. Орехович В. Н. Химический состав и строение белков. Сборник «Белки в промышленности и сельском хозяйстве». Изд. АН СССР, 1952.

Л. Р. ТОРЖИНСКАЯ,
канд. техн. наук

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ, БИОХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ В СВЯЗИ С ПОЛОЖЕНИЕМ ЕГО В КОЛОСЕ

Основной целью и задачей социалистического производства является максимальное удовлетворение постоянно растущих материальных и культурных потребностей общества.

В решении этой задачи весьма важная роль принадлежит мукомольной промышленности.

В процессе переработки зерна технологи всегда имеют дело с разнородной массой зерен. Знание изменений физических, биохимических и технологических свойств отдельных зерен имеет большое значение для правильной организации процесса переработки зерна и должно быть использовано в целях повышения качества получаемой продукции.

Технологические, биохимические и физические свойства зерна зависят от тех внешних условий, в которых оно произрастает и от его сортовых особенностей.

Одной из основных причин, способствующих созданию индивидуальных свойств зерен, является положение зерна в колосе, колоске и на стеблях растения.

Влияние положения зерен в колосе на их агробиологические свойства изучено достаточно полно.

Исследования П. А. Черномаза (1932) [14], Н. Л. Удольской (1939) [13], Н. Д. Мухина (1941) [7], Н. А. Майсурьяна (1947) [6], А. А. Абхазавы (1950) [2], Ф. М. Купермана (1950) [5], С. О. Соколовой (1950) [10] и другие показали, что зерно средней части колоса дает более развитое растение и потомство, имеет более высокую всхожесть и энергию прорастания, а также дает прибавку урожая на 3—4 ц/га в сравнении с зерном других частей колоса. Кроме этого, было установлено, что колоски средней части колоса формируются, зацветают и развиваются раньше других.

Однако с точки зрения биохимии и технологии этот вопрос изучен еще недостаточно. М. И. Княгиничев (1936) [4] установил, что зерна средней части колоса содержат незначительно больше белковых веществ в сравнении с зернами верхней части колоса.

И. И. Туманов (1946) [12], наоборот, утверждает, что зерна средней части колоса имеют значительно меньший процент белковых веществ, чем зерна верхней части колоса.

Н. В. Роменский (1940) [9], определяя влияние крупности зерна на содержание в нем белковых веществ, высказал предположение, что содержание белковых веществ зависит не только от крупности, но и от положения зерен в колосе.

И. Я. Самолевский (1951) [11] в своей работе показал, что зерно из средней части колоса дает хлеб с большим объемным выходом.

Задачей настоящего исследования явилось изучение закономерностей изменения технологических, биохимических и физических свойств зерна пшеницы в зависимости от положения его в колосе, колоске и на стеблях растения.

Методика исследования

Материалом для исследования служили наиболее распространенные и наиболее перспективные сорта озимых и яровых пшениц Юга Украины: ОД-3, ОД-12, ОД-16, Украинка и Мелянопус 037 урожая 1951 и 1952 гг., выращенные на сортовых участках Одесского селекционно-генетического института имени Т. Д. Лысенко и семеноводческого колхоза им. Кагановича Братского района Николаевской области.

Все исследуемые колосья содержали нормально развитое выполненное зерно.

Исследованию подвергались:

- 1) отдельные зерна колосьев и колосков;
- 2) зерна отдельных колосков колосьев;
- 3) зерна колосьев отдельных стеблей растений;
- 4) зерна частей колосьев.

При исследовании частей колосьев они условно делились на четыре участка: «низ», «середина», «подверх» и «верх».

В фракцию «низ» включались два нижних колоска колоса; в фракцию «верх» — три верхних колоска колоса; в фракцию «подверх» — четвертый и пятый колоски сверху колоса и в фракцию «середина» — остальные колоски колоса (их количество составляло от 4 до 10 колосков в зависимости от длины колоса). Такое разделение колоса на четыре части было обосновано предварительными исследованиями всех зерен колоса и колосков в отдельности.

Размеры зерен определяли при помощи лупы Шоппера с точностью до 0,01 мм; фракционный состав зерна — просеиванием на ситах с продольными отверстиями, обеспечивающими сортировку зерен по его толщине. Абсолютный и натуральный веса, а также стекловидность исследовались стандартными методами. Удельный вес устанавливали пикнометрическим методом с применением толуола.

Содержание общего азота в отдельных зернах определяли микрометодом в аппарате Парнаса-Вагнера с кварцевым холодильником.

Определение содержания общего азота в фракциях зерен из отдельных колосков и частей колосьев проводилось микрометодом Кьельдаля. Белковый азот исследовали методом Барнштейна.

Количество сырой и сухой клейковины и время ее истечения определяли стандартным методом.

Активность β -амилазы определяли методом Глазунова с настраи-

ванием на водяной бане в течение 30 мин. [3]. Активность каталазы исследовали газометрическим методом [8].

При определении мукомольных свойств производили лабораторные помолы. Вымол контролировали содержанием крахмала в отрубях [3].

Характеристика хлебопекарных свойств муки определялась методом пробных выпечек и путем исследования физических свойств теста на альвеографе.

Экспериментальная часть

Физические свойства зерна пшеницы в связи с положением его в колосе. В табл. 1 приведены данные исследования физических свойств отдельных зерен колоса.

Данные показывают, что линейные размеры и абсолютный вес зерен увеличивается при движении по колосу снизу к его середине, а затем постепенно снижаются кверху колоса. Максимальные размеры и вес имеют зерна в пределах 3-го—7-го колосков колоса.

Фракционный состав зерна обладает наиболее высокими показателями в фракциях зерен, принадлежащих средней части колоса от 3-го до 8-го колосков.

Отношение толщины зерна к глубине бороздки более высокое в зернах верхней и нижней частей колоса.

Результаты исследования зерна из отдельных частей колоса приведены в табл. 2. Как видно из таблицы, зерна средней части колоса имеют более высокий абсолютный и удельный вес и стекловидность; сход с сита 3×20 мм на 82,42%, а сход с сита 2,75×20 мм на 57,10% состоят из зерен средней части колоса.

Биохимические свойства зерна пшеницы в связи с положением его в колосе. Результаты изменения содержания азотистых веществ в отдельных зернах колосьев приведены в табл. 3.

Эти данные дают право сделать вывод, что при движении по колосу снизу к его середине содержание азотистых веществ быстро увеличивается, достигая максимума в зернах 3—7-го колосков колоса и постепенно уменьшается кверху колоса.

Выход сырой клейковины в зерне отдельных колосков колоса изменяется аналогично изменению содержания белковых веществ.

Зерна из нижних и верхних колосков колоса имеют клейковину с более низкой водопоглощательной способностью, чем зерна средних колосков колоса.

Табл. 4 показывает содержание азотистых веществ в зерне отдельных частей колоса. В одних и тех же колосьях зерно средней их части содержало белковых веществ 15,39%, а зерно верхней части только 13,57%.

Выход клейковины в зерне из средней части колоса составил 32,80%, а в зерне из верхней части только — 28,56%. Число гидратации клейковины при этом в зерне из средней части колоса составляло 189% и время истечения 110 сек., а в клейковине из верхней части колоса соответственно — 164% и 127 сек.

Ряд других наших исследований показывает, что закономерность изменения содержания белковых веществ в отдельных зернах колоска

напоминает закономерность изменения содержания белковых веществ в зерне отдельных колосков колоса.

Таблица 1

Изменение физических свойств зерна в связи с положением его в колосе в сорте ОД-16, урожая 1951 г.

№ колосков снизу колоса	Длина зерна в мм	Ширина зерна в мм	Толщина зерна в мм	Абсолютный вес зерна в г	Отношение тол- щины зерна к глубине бороздки	Фракционный состав в %				
						сход сита 3×20 мм	сход сита 2,75×20 мм	сход сита 2,50×20 мм	сход сита 2,25×20 мм	сход сита 1,75×20 мм
1	6,08	2,54	2,40	25,10	2,50	—	0,10	14,00	65,00	20,00
2	6,18	2,63	2,65	28,20	1,91	—	5,25	34,00	55,50	5,20
3	6,45	3,05	2,88	35,40	1,83	0,50	23,90	43,40	17,90	2,00
4	6,43	2,98	2,98	36,60	1,90	5,00	38,00	41,40	17,20	0,40
5	6,64	3,03	2,89	38,60	1,81	5,40	43,40	39,40	10,90	0,80
6	6,67	2,96	3,04	38,30	1,82	7,70	52,40	32,40	8,90	0,30
7	6,45	3,06	2,96	38,20	1,85	8,20	47,90	31,10	8,10	0,20
8	6,38	2,88	3,12	35,30	1,90	3,60	48,90	36,30	10,60	0,60
9	6,10	2,89	2,89	35,10	1,95	5,50	37,90	38,50	17,80	0,80
10	6,03	2,76	2,73	33,00	2,13	2,60	25,10	50,80	20,50	1,00
11	5,98	2,75	2,70	29,50	1,90	1,80	21,40	40,70	33,90	2,20
12	5,36	2,70	2,67	29,00	2,10	1,50	10,70	41,40	43,20	3,20
13	5,30	2,61	2,47	26,40	2,25	0,20	8,30	30,90	54,20	6,40
14	5,28	2,58	2,40	24,50	2,33	0,40	5,40	17,40	60,70	16,10
15	5,20	2,40	2,25	23,30	—	—	1,50	8,10	56,10	34,60

Таблица 2

Изменение физических свойств зерна отдельных частей колоса сорта ОД-16, урожая 1952 г.

Части колоса	Абсолютный вес зерна в г	Стекловид- ность в %	Удельный вес в г/см ³	Натуральный вес в г/г	Фракционный состав в %				
					сход сита 3×20 мм	сход сита 2,75×20 мм	сход сита 2,50×20 мм	сход сита 2,25×20 мм	сход сита 1,75×20 мм
Низ	35,14	78	1,350	805	6,20	17,20	24,40	27,40	26,50
Середина .	42,52	80	1,356	816	82,40	57,10	34,30	23,90	25,50
Подверх . .	36,80	78	1,348	822	8,20	15,90	18,60	22,70	30,90
Верх	29,74	74	1,345	831	3,10	9,80	22,70	27,00	19,10

Таблица 3

Изменение содержания азотистых веществ в связи с положением зерен в колосе сорта ОД-16, урожая 1951 г. (среднее из 500 колосьев)

№ колосков снизу колоса	Общий азот в %	Белок в %	Выход сырой клейковины в %	В % от выхода сырой клейковины в верхнем зерне	Число гидратации в %
1	2,17	12,37	25,87	102,2	176
2	2,25	12,82	27,62	109,4	181
3	2,25	12,82	31,77	126,1	197
4	2,26	12,88	30,24	120,0	198
5	2,27	12,94	30,10	115,3	190
6	2,22	12,65	31,06	123,3	193
7	2,21	12,60	30,38	125,5	195
8	2,19	12,48	29,76	118,0	187
9	2,16	12,31	29,39	112,6	189
10	2,14	12,20	28,30	112,5	185
11	2,10	11,97	28,32	112,6	186
12	2,00	11,40	27,19	107,4	185
13	2,00	11,40	26,72	106,0	180
14	2,00	11,40	26,81	106,6	180
15	1,90	10,83	25,20	100,0	179

Таблица 4

Содержание азотистых веществ в зерне отдельных частей колоса сорта ОД-16, урожая 1952 г.

Части колоса	Общий азот в %	Белковый азот в % (на сухое вещество)	Белковый азот в % к общему азоту	Белок		Выход сырой клейковины в %	Число гидратации в %	Время истечения на пластометре в сек.
				в %	в % от верхней части колоса			
Низ	2,58	2,37	91,86	14,71	108,4	31,10	180	135,0
Середина	2,70	2,44	90,40	15,39	113,4	32,80	189	110,0
Подверх	2,47	2,32	93,92	14,06	103,6	31,60	165	115,0
Верх	2,38	2,23	93,70	13,57	100,0	28,56	164	127,0
Контроль	2,51	2,32	90,23	14,31	105,4	29,96	190	118,0

При анализе зерен колосков сорта Мелянопус 037, имевших четыре зерна, первое зерно содержало азота 2,60%, второе — 2,83%, третье — 2,51%, четвертое только — 2,40%.

При наличии в колоске двух зерен различие в содержании белковых веществ в них не значительно.

При исследовании содержания белковых веществ в зерне колосьев главных и боковых стеблей было установлено, что зерно колосьев главных стеблей богаче белковыми веществами по сравнению с зерном колосьев боковых стеблей.

Не влияет на закономерность изменения содержания белковых веществ в зерне отдельных колосков колоса его длина.

Положение зерна в колосе влияет не только на содержание белковых веществ, но и на содержание в зерне ферментов. Более активные ферменты содержит зерно средней части колоса. Активность β -амилазы в зерне средней части колоса сорта ОД-3 при 40° равна 342 мг мальтозы, верхней — 305 мг.

Энергия активации ферментов зерна из средней части колоса равна 4443, а верхней — 4124, при этом температурный коэффициент был равен для средней части 1,29, а верхней — 1,26.

Активность каталазы в зерне средней части также выше (49,0 мл O_2 за 12 мин.), чем в зерне верхней части (41 мл O_2).

Изменение технологических свойств зерна пшеницы в зависимости от положения его в колосе. При исследовании технологических свойств зерна, расположенного в различных частях колоса, было установлено, что зерно из средней части колоса имеет преимущества перед зерном из других частей.

Эту мысль подтверждает тот факт, что для получения 80% выхода муки из зерна средней части колоса необходимо на 2 системы меньше, чем для получения муки из зерна верхней части колоса (табл. 5).

Таблица 5

Изменение технологических свойств зерна отдельных частей колоса сорта ОД-16, урожая 1952 г.

№ по порядку	Части колоса	Количество систем в шт.	Выход крупной крупки в %	Общий выход крупяных продуктов в %	Выход муки I сорта в %	Общий выход муки в %	Показатели альвеограммы			Объемный выход хлеба в см ³
							P в мм	L в мм	W в г	
1	Низ	13	41,95	71,73	53,80	80,30	70	90	166 · 10 ³	444
2	Середина	12	46,51	75,81	56,00	82,60	64	95	216 · 10 ³	457
3	Подверх	13	38,40	70,17	54,50	79,70	62	80	164 · 10 ³	448
4	Верх	14	30,73	65,59	52,70	79,10	75	70	172 · 10 ³	428

Выход муки I сорта на 7,3%, а выход общей муки на 4,43% из зерна средней части колоса выше по сравнению с зерном верхней части колоса (см. табл. 5).

Однако зерно средней части колоса имеет преимущества по технологическим свойствам не только количественные, но и качественные.

Для оценки качества муки определяли содержание белковых веществ, выход клейковины и зольность (табл. 6).

Таблица 6

Качество муки отдельных частей колоса пшеницы ОД-16 урожая 1952 г.

Части колоса	Мука I сорта					Мука II сорта				
	Содержание белковых веществ в %	Выход сырой клейковины в %	Число гидратационных в %	Время истечения на пластометре в сек.	Зольность в %	Содержание белковых веществ в %	Выход сырой клейковины в %	Число гидратационных в %	Время истечения на пластометре в сек.	Зольность в %
Низ	12,77	33,97	186	77	0,62	14,33	39,74	171	183	1,17
Середина	13,34	36,66	205	71	0,60	14,90	40,32	185	164	1,14
Подверх	11,97	33,70	186	84	0,61	14,02	37,53	176	191	1,18
Верх	11,57	31,32	180	93	0,64	13,93	36,12	169	192	1,24

Результаты анализов показали, что мука I и II сортов из зерна средней части колоса значительно богаче белковыми веществами. Так, в пшенице ОД-16 мука I сорта из зерна средней части колоса содержала больше белковых веществ на 15,3%, а мука II сорта — на 6,5% в сравнении с такой же мукой из зерна верхней части колоса.

Выход клейковины из муки I сорта средней части колоса выше на 17,0%, а муки II сорта — на 11%, чем из такой же муки верхней части колоса.

Наряду с этим качество клейковины из зерна средней части колоса также выше в сравнении с клейковиной из других частей.

Клейковина из зерна средней части колоса имеет более высокое число гидратации и меньшее время истечения на пластометре, чем клейковина из зерна других частей.

Характеристика хлебопекарных свойств муки дана в табл. 5.

Анализ альвеограмм из табл. 5 показывает, что тесто из зерна средней части колоса обладает лучшими физическими свойствами.

Упругость теста из муки средней части колоса незначительно ниже, чем из муки других частей колоса, а растяжимость выше. Это объясняется тем, что клейковина в зерне и муке из других частей колоса менее эластична, чем в зерне и муке средней части колоса. Об этом свидетельствует время истечения из пластометра и число гидратации.

Удельный расход энергии по альвеограммам из муки средней части колоса значительно выше по сравнению с тем же показателем муки из других частей колоса.

Объемный выход хлеба из муки средней части колоса в сорте ОД-16 на 10,3% выше, чем в зерне верхней части колоса.

Обсуждение результатов исследования и выводы

Изучение физических, биохимических и технологических свойств зерна в зависимости от положения его в колосе показывает, что зерно в колосе формируется с неодинаковыми свойствами.

Причиной разного качества зерен в пределах колоса, колоска и стебля растения является разновременное формирование его на колосе, колоске и стебле растения, что создает различные условия его произрастания (питание, освещение и т. д.).

В лучших условиях произрастания находятся зерна средней части колоса. Благодаря более раннему формированию их на колосе, биохимические процессы синтеза в них проходят в более длинный промежуток времени, чем в зернах других частей.

Это обстоятельство способствует большему накоплению белковых веществ в этих зернах.

В зернах других частей колоса все биохимические процессы синтеза проходят в меньший промежуток времени. В результате такого течения биохимических процессов в отдельных зернах синтезируются белковые вещества в ином количестве и иного качества. Это, в свою очередь, оказывает влияние на качество и количество клейковины.

Так как в зернах верхних и нижних частей колоса биохимические процессы синтеза проходят в меньший промежуток времени, и следовательно, в более ускоренном темпе, большая часть ферментов в этих зернах переходит в неактивное состояние.

Проведенные нами опыты по определению всхожести и энергии прорастания зерна показали, что быстрее пробуждаются к жизни зерна верхней части колоса, так как они быстрее наклеиваются. Однако в дальнейшем растения, развивавшиеся из зерен средней части колоса, по своей высоте и мощности имеют преимущества по сравнению с растениями из зерен верхней части.

Наше предположение подтверждают наблюдения Г. И. Аболиной (1948) [1], которая установила, что созревание зерна в колосе начинается с его верхней части.

Более высокий выход клейковины с лучшим качеством и более активная β -амилаза в зерне средней части колоса обеспечивают лучшие физические свойства теста и более высокие хлебопекарные качества муки.

Изменение физических свойств зерен также является следствием различного течения биохимических процессов синтеза в них. Оно является как бы внешним проявлением внутренней (биохимической) неоднородности зерен.

Изменение физических и биохимических свойств зерен в связи с положением их в колосе, колоске и стебле растения находится в тесной связи с технологией зерна.

Следовательно, физические показатели — размер и удельный вес зерна можно использовать для выделения из партии однородного зерна по биохимическим и технологическим свойствам.

Это обстоятельство улучшит условия ведения технологического процесса и обеспечит более высокий выход муки с лучшими хлебопекарными качествами.

Сортировка зерна на фракции будет способствовать более рациональному использованию его в мукомольной промышленности.

Раздельная переработка фракций зерна повышает эффективность и производительность машин и способствует улучшению качества продукции. Раздельную переработку фракций особенно необходимо применять тогда, когда есть необходимость повышения белковистости муки (например, в макаронной промышленности).

Наряду с этим отбор на семена лучшего зерна должен способствовать улучшению технологических свойств зерна, как сырья мукомольной промышленности и повышению его питательных достоинств.

На основании исследования физических, биохимических и технологических свойств зерна в связи с положением его в колосе можно сделать следующие выводы и предложения:

1. Основной причиной различия в физических, биохимических и технологических свойствах отдельных зерен является формирование их в различных частях колоса, колоске и всего растения.

2. Зерно средней части колоса составляет 50—55%, нижней — 14,18%, «подверха» — 15—20% и верхней — 10—15% от веса всех зерен.

3. Линейные размеры отдельных зерен в колосе, их вес, содержание белковых веществ в них, выход и качество клейковины увеличиваются при движении снизу колоса к его середине и постепенно уменьшаются к его вершине.

4. В средней части колоса формируется зерно с более высокими технологическими, биохимическими и физическими показателями. Эти показатели обуславливают лучшие хлебопекарные и питательные свойства зерна в технологическом отношении, большую жизнеспособность и полноценность его в биологическом отношении.

5. Полученные результаты исследования служат обоснованием преимуществ раздельной переработки отдельных фракций зерна в мукомольной промышленности.

6. Для разделения смеси зерен на фракции с одинаковыми технологическими свойствами и для выделения из нее зерна средней части колоса, необходимо использовать физические показатели: толщину и удельный вес зерна.

7. Для увеличения урожайности и повышения технологических свойств зерна, необходимо использовать зерно средней части колоса в качестве посевного материала. Поэтому необходимо из общей массы отбирать не более 30—40% зерна, отсортированного по толщине и удельному весу.

8. С биохимических и технологических точек зрения полученные результаты подтверждают необходимость использования в селекционной работе зерен 1-го и 2-го цветков колосков средней части колоса главных стеблей растений.

Работа выполнена в лаборатории кафедры биохимии зерна под руководством профессора Н. В. Роменского.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аболина Г. И. Физиология формирования зерна и засухоустойчивость. «Селекция и семеноводство» № 2, 1948.

2. Абхазова А. А. Рассортировка семян повышает их урожайность. «Селекция и семеноводство» № 6, 1950.

3. Ермаков А. И. и др. Методы биохимического исследования растений. Сельхозгиз, 1952.

4. Княгиничев М. И. Биохимия пшеницы. Сельхозгиз, 1951.

5. Куперман Ф. М. О неравномерности развития зачаточного колоса у злаков. «Доклады ВХНИЛ», вып. 3, 1950.

6. Майсурьян Н. А. Биологические основы сортирования семян по удельному весу. Сельхозгиз, М., 1947.

7. Мухин Н. Д. Различия в продуктивности семенного потомства с разных частей колоса. «Яровизация» № 3, 1941.

8. Озолин И. И. Методы химического анализа зерна и продуктов его переработки. Заготиздат, 1941.

9. Роменский Н. В. О химическом составе пшеничного зерна и его анатомических частей в связи с некоторыми вопросами развития советской мукомольно-крупяной промышленности. «Труды Новочеркасского зооветеринарного научного института». Издательство института, 1949.

10. Соколова С. О. О разнокачественности формирования зерна в пределах колоса у пшеницы. «Селекция и семеноводство» № 8, 1952.

11. Самолевский И. Я. Улучшение качества сортов пшениц. «Селекция и семеноводство» № 4, 1951.

12. Туманов И. И. Влияние количества питательных веществ на крупность зерна пшеницы и содержание в нем азота. Труды института физиологии растений им. К. А. Тимирязева, т. 3, вып. 2. Изд. АН СССР, 1946.

13. Удольская Н. Л. Условия развития семян в колосьях и ход расщепления у гибридов яровой пшеницы. «Яровизация» № 3, 1941.

14. Черномаз П. А. Влияние сроков образования семян на качество посевного материала. «Селекция и семеноводство» № 5, 1938.

И. Е. ДРАГУН,
канд. техн. наук

ИЗМЕНЕНИЕ ВОДОПОГЛОТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ЯЧМЕННОЙ КРУПЫ ПРИ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

При определении питательной ценности крупы учитываются технологические свойства крупы: время, требующееся для приведения крупы при варке в состояние, обеспечивающее ее хорошую усвояемость, и так называемый привар, т. е. поглощение крупой воды. Методика определения этих показателей разработана неудовлетворительно и не дает объективной оценки качества крупы.

По методике Главкрупы скорость разваривания выражается в минутах, прошедших от момента закипания навески крупы в дистиллированной воде до момента полной готовности. Последняя определяется по мягкости отдельных крупинок. Необходимо отметить, что определение конца эксперимента — момент наступления мягкости отдельных крупинок, обуславливающий время развариваемости данной крупы, является самым неопределенным и субъективным во всей методике.

Привар, определяемый увеличением объема крупинок при варке их до полной готовности, также учесть трудно, так как при кипячении крахмал клейстеризуется, образуя весьма обводненный гель.

В связи с этим нами была предложена в 1947 г. [1] новая методика и простой прибор для определения потребительских достоинств крупы.

Объектом исследования была перловая крупа № 1, приготовленная в лабораторных условиях из ячменя, не прошедшего гидротермической обработки, а также из ячменя, предварительно пропаренного и просушенного.

Гидротермическая обработка зерна заключалась в пропаривании ячменя в пропаривателе при давлении пара $p=2$ атм в течение $\tau=30$ мин., причем в экспозицию пропаривания включалось время (10 мин.) для достижения в пропаривателе вышеуказанного давления. Последующая сушка зерна перед шелушением проводилась при температуре 60° до первоначальной влажности зерна в электрическом сушильном шкафу.

Для определения водопоглотительной способности (набухаемости) крупы мы воспользовались прибором, указанным на рис. 1. Он состоит из стеклянной колбочки (диаметром 6,5 см) с оттянутым концом в нижней части 1, градуированной трубки, которая тоже

имеет оттянутый внизу конец 2, резиновой трубки 3 и резиновой груши 4. Прибор укрепляют при помощи зажима на штативе и колбочку помещают в водяную баню, в которой поддерживают температуру на уровне 60° . 5 г перловой крупы помещают в колбочку, куда добавляется 20 мл дистиллированной воды.

Градуированную трубку устанавливают таким образом, чтобы ее конец упирался в оттянутый конец колбочки. Затем при помощи груши воздух отсасывают, и вся вода по трубке поднимается вверх. Замерив уровень воды в градуированной трубке, надавливанием груши воду возвращают обратно в колбочку. Колбочку устанавливают в водяную баню. Первые 5 час. температуру воды в ней поддерживают на уровне 60° , затем воду медленно охлаждают до температуры окружающей среды ($12-15^\circ$), причем в этих условиях набухание продолжается еще 12 час.

Уровень воды замеряют, не вынимая колбочки из бани, причем первые 2 час. — каждые 15 мин., следующий час — каждые 30 мин., остальные 2 часа — через час.

По истечении 17 час. от начала эксперимента измеряют уровень воды в градуированной трубке. Крупу из колбочки выбрасывают на сито, между двумя листами фильтровальной бумаги снимают поверхностную влагу и измеряют в цилиндре ее насыпной объем.

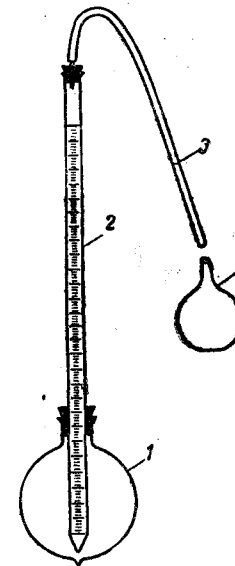


Рис. 1. Прибор для определения набухаемости крупы

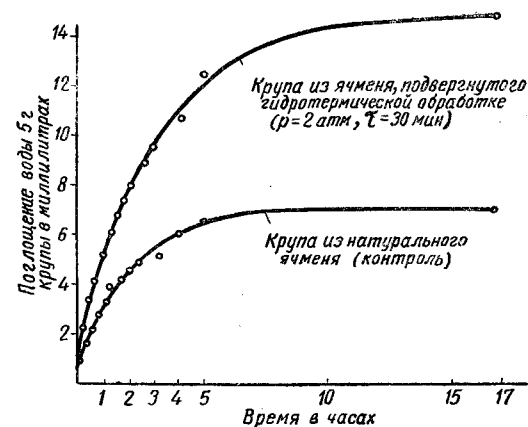


Рис. 2. Характеристика набухаемости крупы (график)

Сравнительная характеристика набухаемости крупы видна из таблицы и рис. 2.

Таблица

Время в часах	Без гидротермической обработки, контроль				При применении гидротермической обработки $p=2 \text{ атм}$ $\tau=30 \text{ мин.}$			
	1 опыт**	2 опыт**	3 опыт**	Среднее поглощение воды 5 г крупы в мл	1 опыт**	2 опыт**	3 опыт**	Среднее поглощение воды 5 г крупы в мл
0	3,6	3,6	1,2	—	1,3	1,1	3,5	—
0,25	4,4	4,1	2,3	1,66	2,5	2,5	4,9	1,33
0,50	4,8	4,8	3,0	2,20	3,5	3,7	6,0	2,44
0,75	5,4	5,3	3,4	2,76	4,4	4,5	6,9	3,31
1,00	5,8	5,8	3,8	3,20	5,6	5,6	7,7	4,34
1,25	6,4	6,2	4,1	3,66	6,5	6,3	8,3	5,07
1,50	6,6	6,4	4,2	3,90	7,1	7,2	9,1	5,74
1,75	6,8	6,8	4,6	4,10	7,6	7,7	9,7	6,28
2,00	7,1	7,0	5,0	4,53	7,8	8,5	10,5	6,88
2,50	7,6	7,5	5,6	4,90	8,8	9,6	11,6	7,95
3,00	7,9	8,0	6,1	5,36	9,6	10,5	12,4	8,78
4,00	8,5	8,7	6,9	6,03	10,7	11,5	13,5	9,85
5,00	8,8	9,2	7,3	6,50	12,4	13,2	15,3	11,62
17,00	10,0	10,1	8,2	7,50	15,0	15,2	17,2	13,78
Цифра смачивания*	0,8	0,8	0,9	—	0,9	0,8	0,8	—
Поглощение воды 5 г крупы в мл	7,2	7,4	7,9	—	14,6	14,9	14,5	—
Насыпной объем крупы	16,0	16,5	16,0	—	22,0	21,0	20,0	—

* Цифра смачивания соответствует количеству воды в мл, поглощенной крупой в момент соприкосновения с водой.

** Показания приборов.

Данные этой таблицы свидетельствуют о том, что размеры поглощения воды крупой из ячменя, предварительно обработанного при давлении пара $p=2 \text{ атм}$ в течение $\tau=30 \text{ мин.}$, вдвое выше, чем крупой из натурального ячменя. Увеличение насыпного объема крупы составляет 30%.

Полученные кривые удовлетворяют эмпирической формуле:

$$y = ax^n,$$

где y — количество поглощенной воды крупой в мл;
 x — время поглощения воды в часах;

* Для участка кривой $=0,25-5 \text{ час.}$ (изотерма поглощения воды).

a и n — коэффициенты, зависящие от вида крупы и степени гидротермической обработки.

Кривая поглощения воды для крупы, полученной из ячменя, без гидротермической обработки удовлетворяет формуле $y = 3,2 x^{0,5}$ при среднем квадратичном уклонении $\sigma_y = 0,815$.

Кривая поглощения воды крупой, полученной из ячменя, подвергнутого гидротермической обработке, удовлетворяет формуле: $y = 4,4 x^{0,6}$, при среднем квадратичном уклонении $\sigma_y = 1,032$.

Наряду с определением набухаемости крупы, проводилось исследование ее водопроницаемости. Методика определения водопроницаемости заключалась в следующем.

Навеску крупы (10 г) помещают в стеклянный стакан с кипящей дистиллированной водой (125 мл). Воду с крупой продолжают кипятить и через 20 мин. от начала эксперимента каждую минуту извлекают пробу крупы и раскладывают на стекле. При помощи поперечного разреза крупинки устанавливают наличие или отсутствие сухой части в центре крупинки. Время, необходимое для проникновения воды к центру крупинки, хотя и не характеризует действительной развариваемости крупы, однако, дает нам возможность сравнить проникновение влаги в ядро ячменя.

Проведенные эксперименты показали, что водопроницаемость крупы, полученной из ячменя, предварительно подвергнутого гидротермической обработке, выше, чем у крупы, полученной из натурального ячменя. В частности, уменьшение водопроницаемости у перловой крупы № 1, полученной из ячменя, подвергнутого указанной выше гидротермической обработке составило 13% по сравнению с водопроницаемостью у обыкновенной крупы. Если в первом случае водопроницаемость составляла 26 мин., то у обыкновенной крупы — 30 мин.

Можно предполагать, что в результате гидротермической обработки происходят глубокие изменения физико-химического строения ядра ячменя, благодаря которым увеличивается способность крупы воспринимать при варке влагу. Можно полагать, что такая крупа более доступна также и проникновению желудочного сока. Кроме этого, из такой крупы возможно получить большее количество каши (большой привар). Эти два свойства, тесно связанные одно с другим, дают основания утверждать, что усвояемость данной крупы должна быть выше, чем крупы из ячменя, не подвергнутого гидротермической обработке.

Л и т е р а т у р а

И. Е. Драгун. Автореферат диссертационной работы «Исследование влияния пропаривания на процесс шелушения». Одесса, 1948 г.

В. А. КНЯЗЕВ,
старший преподаватель

НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ САМОТЕЧНЫХ ТРУБ

Проектирование самотечного транспорта для предприятий, занимающихся переработкой зерна, обычно связано с решением типовой задачи, которая состоит в определении основных параметров самотечной трубы.

Известно, что решение такой типовой задачи возможно несколькими способами: при помощи формул, посредством специальных таблиц или номограмм. Наконец, возможно также решение при помощи методов начертательной геометрии.

Проектирование самотечных труб требует соблюдения целого ряда технологических условий, которые в каждом конкретном случае являются особыми. Однако имеется ряд общих условий.

При проектировании должно быть принято во внимание следующее:

- 1) проектирование самотечного транспорта сводится к проектированию осей самотечных труб;
- 2) проектирование ведется в продольном и поперечном разрезах, выполненных на разных листах;
- 3) масштаб проектирования обычно 1 : 100 или 1 : 50;
- 4) необходимо определять основные параметры самотечных труб; длины труб (L) и углы наклона их к горизонту (γ);
- 5) должны быть соответствующие быстрота и точность в решении типовых задач.

Последние два пункта заслуживают особого внимания.

Если учесть тот факт, что коммуникация самотечного транспорта представляет собой комплекс из сотен самотечных труб, строго связанных между собой определенными технологическими условиями, то из этого следует, что не всякий способ решения типовой задачи может нас удовлетворить.

Так, например, решение целого ряда типовых задач на единичную самотечную трубу, посредством формул и таблиц, является длительным и громоздким.

В практике проектирования самотечного транспорта предпочитают больше всего способ проектирования при помощи специальных номограмм. Этот путь решения является самым быстрым.

Способ решения типовой задачи при помощи методов начертательной геометрии является длительным.

Этот способ оправдывает себя при решении всевозможных комбинированных задач на проектирование самотечных труб.

Следовательно, решение типовой задачи на проектирование единичной самотечной трубы следует вести при помощи номограммы.

В настоящее время имеется ряд разработанных номограмм для проектирования самотечных труб следующих авторов: инж. С. С. Антонова и инж. Б. В. Степанова (1932), доц. А. В. Панченко (1934), инж. К. Н. Тюменева (1935) и доц. Г. М. Левятина (1938).

Все перечисленные номограммы имеют свои преимущества и недостатки.

Остановимся кратко на основных недостатках указанных выше номограмм.

1. Исходные данные (a ; b) для номограммы инж. С. С. Антонова и инж. Б. В. Степанова представляют собой проекции оси самотечной трубы на оси проекции.

Для определения этих исходных данных на чертежах требуются вспомогательные построения, а следовательно, необходима дополнительная затрата времени. Кроме того, это увеличивает погрешности.

В процессе применения этой номограммы приходится действовать двумя руками и последовательно решать две задачи на геометрическое сложение отрезков a , b , h . Наконец, пользоваться номограммой можно только на основании численных значений a , b , h . Для этого необходимо каждый исходный отрезок, взятый из чертежа, выразить в численном значении.

2. Номограмма доц. А. В. Панченко позволяет производить решения в системе $\frac{V}{H}$, в то время, когда проектирование самотечных труб в плане производится очень редко.

Исходные углы (α ; δ) — углы наклона проекций оси самотечной трубы к горизонту — необходимо определять при помощи транспортира.

Определение исходных углов α и δ связано с погрешностями, а также с дополнительной затратой времени.

Кроме того, данная номограмма не дает значений длин (L) самотечных труб.

3. Номограммы доц. Г. М. Левятина и инж. К. Н. Тюменева позволяют определять только значения углов наклона самотечных труб к горизонту в системе $\frac{V}{W}$. Эти номограммы, так же как и номограмма доц. А. В. Панченко, не дают значений длин самотечных труб и обладают недостатками, связанными с определением углов при помощи транспортира.

При проектировании самотечных труб необходимо, чтобы номограмма отвечала следующим требованиям:

1. Давала значения основных параметров самотечных труб — γ и L .
2. Позволяла производить решения в любой системе плоскостей проекций.

Например, в системе плоскостей проекций $\frac{V}{H}$ (продольный разрез — план) или в системе $\frac{V}{W}$ (продольный и поперечный разрезы) и, наконец, в системе $\frac{W}{H}$ (поперечный разрез — план).

3. Позволяя быстро и точно определять значения параметров самотечных труб и была удобной в применении.

Исходя из этих требований, а также из вышеупомянутых пяти условий проектирования, необходимо, чтобы исходные данные для номограмм были представлены в виде отрезков, взятых из чертежа, без выражения их в численных значениях. Определение этих исходных отрезков следует выполнять при помощи измерителя, на разных чертежах; при определении исходных данных следует обходиться без применения транспортира: исходные данные не должны быть проекциями оси самотечной трубы на оси проекций.

Перечисленные выше номограммы не удовлетворяют поставленным требованиям.

Анализируя все вышеизложенное, автор пришел к выводу, что исходными данными для проектируемых самотечных труб должны служить проекции осей этих труб на плоскости проекций.

Определение этих данных из чертежа при помощи измерителя весьма просто и удобно.

Применительно к этим исходным данным автором разработана новая номограмма. Для применения этой номограммы достаточно располагать в виде отрезков любыми двумя проекциями оси самотечной трубы и высотой подъема ее. На основании этих данных можно, пользуясь предлагаемой номограммой, определить третью проекцию оси самотечной трубы, угол наклона трубы к горизонту и длину ее.

Обозначим (рис. 1) проекции оси самотечной трубы на плоскости проекций H, V, W соответственно через l, l', l'' , а длину самотечной трубы через L и угол наклона ее к горизонту через γ . Обозначим также высоту подъема самотечной трубы через h .

Условимся подразумевать под термином «самотечная труба» ось трубы, а угол наклона оси трубы к горизонту (γ) называть сокращенно углом наклона трубы.

Основанием к новой номограмме служит геометрическое построение, представленное на рис. 2. Оно вытекает из данных на рис. 1.

Действительно, треугольники AOC и COB (рис. 2) соответственно равны треугольникам $a''a_yO$ и $Aa'O$ (рис. 1).

Если на рис. 2 на расстоянии h провести прямую $DE \parallel AB$ и повернуть прямую CB вокруг точки B до пересечения с DE , то получим $\triangle C_1O_1B$ (рис. 2), который будет равен $\triangle AOa$ (рис. 1). Из равенства треугольников заключаем, что $O_1B = l$, а $\angle C_1BO_1 = \gamma$.

Обычно бывают известны: высота подъема самотечной трубы (h), вертикальная проекция трубы (l') и профильная проекция трубы (l'').

Определены должны быть: длина трубы (L), угол наклона трубы (γ) и горизонтальная проекция трубы (l).

На основании рис. 2 видно, что это решение можно выполнить в три приема, а именно:

- 1) путем геометрического вычитания из отрезка l'' отрезка h ($l'' - h = \bar{a}$);
- 2) путем геометрического сложения отрезков a и l' ($a + l' = \bar{L}$);
- 3) путем геометрического вычитания из отрезка L отрезка h ($L - h = \bar{l}$).

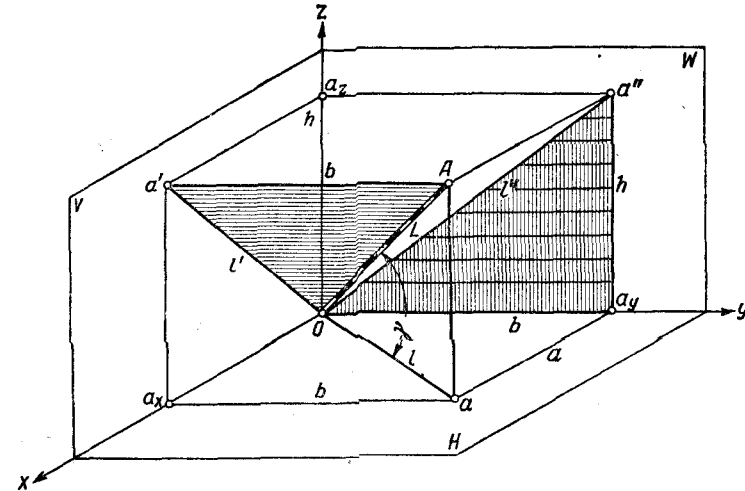


Рис. 1. Положение оси самотечной трубы OA в I октанте

В результате этих простейших действий мы определяем не только значения отрезков l и L , но также определяем угол между этими отрезками, который и будет искомым углом γ .

Разработанная номограмма представлена на рис. 3. (см. вклейку в конце книги).

Номограмма имеет нормальную сетку углов через 1° . Оси абсцисс и ординат градуированы в миллиметрах. По оси абсцисс откладывают значения $l'; l''; h$, а по оси ординат — значения l, L .

Для выражения значений L в метрах вдоль оси ординат построена дополнительная шкала для двух масштабов чертежей ($M 1:100; M 1:50$).

Рассмотрим следующий пример.

Допустим, что даны продольный и поперечный разрезы одного из этажей предприятия, выполненные в масштабе $1:100$. Через этот этаж, высотой в 5 м, про-

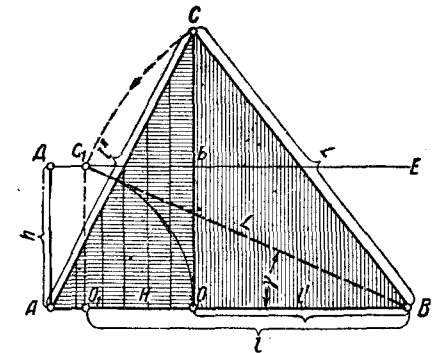


Рис. 2. Геометрическое основание к построению ключа номограммы

ходит самотечная труба, изображенная на чертежах в виде 2 проекций ее оси. Значения проекций — 80 и 60 мм. В таком случае мы имеем следующие исходные данные: $h=50$; $l'=80$; $l''=60$. Эти данные переносят измерителем из чертежа на номограмму, а потому выражать их в численных значениях не обязательно.

Для решения достаточно (рис. 3) отложить по оси абсцисс значение высоты подъема трубы ($h=50$) и отрезок $l'=80$ (или $l''=60$), определить точку A (см. стрелки на рис. 3), затем отложить на этой же оси отрезок $l''=60$ (или $l'=80$) и определить точку B , а также остальные точки C, D, E .

Значение ординаты в точке C (OE) будет выражать горизонтальную проекцию самотечной трубы ($l=70$). Радиальная прямая $OC=OD$ будет выражать длину трубы ($L=86$). Наконец, наклон радиальной прямой к оси ординат будет представлять собой значение γ в градусах.

Пользуясь вспомогательной шкалой слева, можно также выразить длину самотечной трубы в метрах. Для рассматриваемого примера на шкале $M1 : 100$ находим значение ординаты $L=8,6$ м.

Таким образом, пользуясь измерителем и выполнив всего лишь два измерения (имеется в виду, что при проектировании высота подъема трубы h известна), можно определить все остальные необходимые параметры и притом в любой системе.

По внешнему виду рекомендуемая номограмма напоминает собой номограмму инж. С. С. Антонова и инж. Б. В. Степанова. Однако здесь имеется существенное отличие от номограммы Антонова—Степанова. Это позволяет указать на следующие основные преимущества новой номограммы.

1. Не нужно делать дополнительных построений для определения значений a, ϑ , а также затрачивать на это время.

Исходные данные берутся из чертежа измерителем в виде двух отрезков, представляющих собой проекции оси самотечной трубы.

2. Отсутствуют погрешности, связанные с определением проекций ($a; \vartheta$) оси трубы на оси проекций.

3. Отсутствуют погрешности, связанные с выражением исходных данных в численных значениях, так как исходные данные являются отрезками.

4. По трем заданным параметрам остальные нужные параметры находят гораздо быстрее.

5. Пользуясь ключом, изображенным на номограмме, можно легко и быстро находить решения.

6. Можно пользоваться одной рукой (исходные данные на одной оси), а не двумя.

7. Можно решать обратные задачи, а также определять при необходимости значения a, ϑ .

Кроме того, новая номограмма имеет преимущества перед другими номограммами, например:

1) можно одновременно находить значения L и γ .

2) не нужно пользоваться транспортиром;

3) можно находить 3-ю проекцию самотечной трубы по двум заданным;

4) номограмму может построить каждый, занявшийся решением задач, связанных с самотечными трубами.

К перечисленным выше преимуществам новой номограммы следует прибавить еще одно существенное преимущество. Не всегда ставится задача на определение угла наклона трубы. В большинстве случаев приходится исходить из заданного угла наклона трубы, высоты подъема трубы и одной из ее проекций. Новая номограмма позволяет подобные задачи решать гораздо быстрее и, кроме того, облегчает проектирование коммуникации продуктов.

В разработке новой номограммы принимали участие студенты-механики В. И. Атаназевич, А. Е. Юкиш, Г. П. Назаришвили.

ЛИТЕРАТУРА

Левягин Г. М. Самотечный транспорт на мельницах и элеваторах. Заготиздат, М., 1947.

Левягин Г. М. Проектирование мельниц. Заготиздат, М., 1951.

С. З. ХАИТ,
канд. биологических наук, доцент

МИКРОФЛОРА СВЕЖЕУБРАННОЙ ХРАНЯЩЕЙСЯ КУКУРУЗЫ

Правильное хранение кукурузы является важным и сложным делом. Эта сложность объясняется рядом особых свойств кукурузы, связанных с ее химическим составом.

Зерна кукурузы содержат значительно больше жира, чем все злаковые [4], что, наряду с содержанием белков, углеводов и других соединений, может служить средой для развития различных микроорганизмов и, в первую очередь, плесневых грибов, которые оказывают отрицательное влияние на качество зерна при хранении.

Высокая влажность зерен и стержня кукурузы в период уборки урожая (25—30%) и неодновременное созревание семян даже на одном и том же початке создают условия для развития микробов, которые проявляют жизнедеятельность и начинают разрушать зерна кукурузы при хранении.

Початки кукурузы, в отличие от других злаков, имеют сочный стержень, богатый различными углеводами. Благодаря такому химическому составу, а также большой влажности, стержень является хорошим питательным субстратом для микроорганизмов, которые попадают на него вместе с пылью из воздуха и почвы еще до начала образования зерен.

Созревание початков кукурузы в обертках предохраняет их до некоторой степени от попадания содержащихся в воздухе, почве и воде разнообразных микроорганизмов, но не исключает проникновения последних. При этом надо учесть еще постоянное наличие эпифитной микрофлоры растений. Таким образом, микроорганизмы так же заселяют поверхность зерен и стержня початков кукурузы, как и поверхность зерен других злаков. Поэтому можно думать, что условия, предопределяющие пониженную стойкость кукурузы при хранении, связаны, главным образом, с особенностями химического состава и влажностью початков, благоприятствующими развитию микробов.

Быстрое высушивание початков, т. е. устранение влажности — важнейшего фактора развития микробов, имеет большое значение, так как дает возможность предохранить зерно от порчи.

Микробиологические процессы, развивающиеся на кукурузе, недостаточно освещены в литературе.

В настоящей работе, проведенной в 1948 году, сообщаются данные о количественном и групповом микробиологическом составе кукурузы и о динамике ее микрофлоры при хранении [10].

Материалом для исследования служила кукуруза в початках сорта Стерлинг урожая 1948 г. Одесской области.

Характеристика подопытной кукурузы:

Початок	Зерно
Форма — слабоконусовидная	Цвет — белый
Средний вес — 170 г	Форма — зубовидная
Выход зерна — 75—78%	Средний абс. вес — 170 г

20 сентября початки кукурузы весом 489 кг были сняты с поля и 23 сентября после очистки от обверток и выделения поврежденных вредителями и микроорганизмами экземпляров заложены на хранение в сапетку размерами 1,8×1,0×1,2 м. Кукурузу хранили в течение 98 дней (с 23 сентября по 30 декабря). В процессе хранения влажность зерна и стержня початков резко изменялась. Это можно объяснить отчасти метеорологическими условиями хранения (сухая теплая осень, небольшие осадки в зимний период хранения), а также малыми размерами сапетки, способствующими интенсивному вентилированию и подсушиванию початков.

Через определенные промежутки времени от кукурузы отбирали образцы для исследования. При этом учитывали изменения влажности, всхожести, энергии и характера дыхания початков и их различных частей, потери в весе при хранении как результат дыхания зерна и стержня початка (данные Миловской) [5]. Параллельно проводилось микробиологическое исследование отдельных частей початков кукурузы.

Для изучения микрофлоры кукурузы был применен в качестве питательной среды кукурузный агар, как наиболее соответствующий микрофлоре, развивающейся на кукурузе. При сравнительных опытах культивирования микробов на мясопептонном и кукурузопептонном агаре наблюдалось преимущество кукурузопептонного агара в скорости роста и в количестве выросших колоний (при одинаковом количестве посевного материала).

Ускорение роста *Penicillium* и хороший выход пенициллина наблюдала Ермольева [3], используя кукурузные среды. Очевидно, зерна, а возможно и стержень кукурузного початка могут служить материалом для приготовления питательных сред при культивировании микробов.

Кукурузный агар готовили следующим образом: зерна кукурузы заливали двойным (по весу) количеством водопроводной воды и оставляли на сутки (на холоде). Затем воду вместе с кукурузой кипятили полчаса, после чего отфильтровывали и доливали водой до первоначального количества. К настою прибавляли 1% пептона и 0,5% NaCl. Для выращивания бактерий реакцию доводили до слабощелочной. Среду уплотняли агаром. Стерилизовали 1 час при 110°.

Для выяснения вопроса о нормальной микрофлоре доброкачественного здорового початка кукурузы в лабораторию доставляли свежесобранные початки в обертках. Отдельно исследовали зерна верх-

ней и нижней части початка и стержень. Все работы, связанные с микробиологическими определениями, проводили по возможности, в асептических условиях. От средней пробы исследуемого образца (зерна верхней или нижней части початка, стержень) отделяли навеску в 10 г и обмывали стерильной водой (100 мл). Смывную воду (в разведении) высеивали в соответствующую питательную среду.

Результаты подсчета количества бактерий и плесеней приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Количество бактерий на различных частях свежееубранного початка кукурузы (в тыс. на 1 г)

Стержень	Зерна верхней части початка	Зерна нижней части початка
11	1	0,7
25	2,5	1,1
15	1,6	0,62
22	0,82	0,8
33	1,8	1
30	3	1,6
100	5,1	1,2
От 11 до 100	От 0,82 до 5,1	От 0,62 до 1,6

Таблица 2

Количество плесеней на различных частях свежееубранного початка кукурузы (в тыс. на 1 г)

Стержень	Зерна верхней части початка	Зерна нижней части початка
58	40	27
32	20	13
35	27	15
165	42	29
292	16,5	7,1
От 32 до 292	От 16,5 до 42	От 7,1 до 29

Из приведенных таблиц видно, что зерна и стержень содержат на своей поверхности микроорганизмы — бактерии и плесени. Количество их колеблется в некоторых пределах на разных частях початка. Наибольшее количество как бактерий, так и плесеней находится на

стержне. Это можно объяснить обилием растворимых высокопитательных веществ, влажностью стержня и ранним его образованием — до появления зерна. Количество бактерий на 1 г стержня составляет (в тыс.) от 11 до 100 и плесеней от 32 до 292.

Второе место по количеству микробов занимают зерна верхней части початка (в тыс. на 1 г) — 0,82—5,1 бактерий и 16,5—42 плесеней.

Меньше всего микробов содержится на зернах нижней части початка (в тыс. на 1 г) — 0,62—1,6 бактерий и 7,1 — 29 плесеней.

Анализируя полученные данные и сравнивая их с данными Чумак [11] о количестве бактерий на зернах пшеницы и ржи, извлеченных стерильно из колоса, а также с данными Раутенштейна [8], можно заметить, что количество бактерий на зернах кукурузы приблизительно такое же, как на зернах пшеницы и ржи.

Характерной особенностью микрофлоры кукурузы является значительное преобладание плесеней на всех частях початка. В противоположность этому в пшенице и ржи наблюдается преобладание бактерий по сравнению с другими группами микробов. Это видно из данных Раутенштейна [8], Михайловского [6], Беккер [1], Трисвятского [9], Подъяпольской [7] и др. В табл. 3 приведены данные (выраженные в %) о соотношении между бактериями и плесенями на различных частях початка.

Таблица 3

Соотношение между количеством бактерий и плесеней на початке кукурузы (в %)

Части початка	Бактерии	Плесени
Стержень	4—34	66—96
Зерна верхней части початка	2—12	88—98
Зерна нижней части початка	2—5,5	94,5—98

Как видно из таблицы, количество плесеней в некоторых случаях достигает 98% всей микрофлоры кукурузы.

Изучение динамики микрофлоры кукурузы при хранении показало, что наряду со снижением влажности початков наблюдается снижение количества микроорганизмов. Табл. 4 и 5 показывают результаты микробиологического исследования хранящейся кукурузы.

Таким образом, при хранении початков кукурузы частично сохраняется бактериальная и плесневая микрофлора, несмотря на высушивание и вполне доброкачественное состояние початков. Количество бактерий и плесеней при этом снижается, причем на стержне оно значительно выше, чем на зернах.

В табл. 6 и 7 показан ход изменения количества микроорганизмов при хранении свежееубранных початков.

В табл. 6 и 7 видна зависимость между влажностью початков и количеством микроорганизмов на них. Снижение количества бактерий и плесеней в процессе хранения обеспечивает сохранность зерна.

Таблица 4

Количество бактерий и плесеней при хранении початков в течение 47 дней (количество микробов в тыс. на 1 г)

	Стержень	Зерна верхней части початка	Зерна нижней части початка
Бактерии	9	0,3	0,1
	10	0,5	0,1
	8	0,4	0,1
	10	0,6	0,3
Плесени	От 8 до 10	От 0,3 до 0,6	От 0,1 до 0,3
	56	30	5,8
	26	20	5,8
	От 26 до 56	От 20 до 30	От 5,8 до 5,8

Таблица 5

Изменение количества бактерий и влажности при хранении (в тыс. на 1 г)

	Стержень	Зерна верхней части початка	Зерна нижней части початка
Бактерии	1	0,3	0,3
	3	0,4	0,2
	2,5	0,67	0,1
Плесени	От 1 до 3	От 0,3 до 0,67	От 0,1 до 0,3
	14	0,5	0,1
	16	1	0,35
	От 14 до 16	От 0,5 до 1	От 0,1 до 0,35

Таблица 6

Изменение количества бактерий и влажности при хранении свежубранных початков (количество бактерий в тыс. на 1 г)

Срок хранения	Стержень	Влажность в %	Зерна верхней части початка	Влажность в %	Зерна нижней части початка	Влажность в %
—	11—100	38,2	0,82—5,1	22,6	0,62—1,6	25,0
47 дней	8—10	25,4	0,3—0,6	19,0	0,1—0,3	19,0
98 дней	1—3	16,6	0,3—0,67	17,2	0,1—0,3	16,0

Таблица 7

Изменение количества плесеней при хранении свежубранных початков (в тыс. на 1 г)

Срок хранения	Стержень	Влажность в %	Зерна верхней части початка	Влажность в %	Зерна нижней части початка	Влажность в %
—	32—92	38,2	16,5—42	22,8	7,1—29	25,0
47 дней	16,5—42	25,4	10—20	19,0	5,8—5,8	19,0
98 дней	7,1—29	16,6	0,5—1	17,2	0,1—0,35	16,0

Как в свежубранных початках, так и после хранения их в течение 98 дней наблюдается преобладание микроорганизмов на стерже, причем количество плесеней превосходит количество бактерий.

Большая обсеменность початков (особенно стержня) плесенями, безусловно, оказывает влияние на стойкость их при хранении. В первый период хранения, вследствие высокой влажности свежубранных початков, дыхание их, а также микроорганизмов будет особенно интенсивным. При этом стержень, наиболее насыщенный микроорганизмами, обладает и наибольшей активностью дыхания, которая в 3—4 раза превышает энергию дыхания зерна.

При дальнейшем хранении, сопровождающемся снижением влажности, активное размножение плесеней прекращается, но значительное их количество сохраняется. Это указывает на продолжающееся, хоть и ослабленное, дыхание плесеней и разрушение ими органических веществ.

Большое микробное обсеменение початков кукурузы и способность плесеней проявлять жизнедеятельность при сравнительно невысокой влажности среды следует учитывать при хранении кукурузы наряду с энергией дыхания початков.

Известно, что интенсивное дыхание может быть причиной значительной убыли в весе хранящегося зерна. При хранении кукурузы эти потери иногда превышают нормы естественной убыли при хранении зернопродуктов.

По расчетам Миловской [5] початки кукурузы потеряли в весе (86 дней хранения) в результате снижения влажности до 6,8%. Определение количества CO₂, выделенного при дыхании початков за этот же срок хранения, показало, что потеря в весе за счет дыхания составляет 1,08% сухого вещества кукурузы. Однако, согласно существующим инструкциям [2] по учету естественных потерь при хранении кукурузы, наблюдаемая за указанный срок потеря в весе относится к так называемым «неоправданным потерям».

Такую высокую интенсивность дыхания початков (особенно стержня), вероятно, можно отчасти объяснить большой насыщенностью микроорганизмами. Повидимому, потеря в весе, определяемая при дыхании початков, представляет собой суммарную потерю вследствие дыхания клеток зерна и микроорганизмов на его поверхности.

Можно думать, что дыхание и разрушение органических веществ плесенями, не приводящее при нормальном хранении к порче зерна, может быть одной из дополнительных причин значительной убыли в весе при хранении початков кукурузы.

Выводы

1 Зерна и стержень свежееубранной кукурузы содержат на своей поверхности разные группы микробов — бактерии и плесени.

2. Количество бактерий на зернах кукурузы приблизительно такое же, как на зернах пшеницы и ржи.

3. Характерной особенностью микрофлоры кукурузы является значительное преобладание плесеней по сравнению с бактериями. Количество плесеней составляет 66—98% всей микрофлоры.

4. Наибольшее количество микробов содержится на стержне. Второе место по количеству микробов занимают зерна верхней части початка. Меньше всего микробов находится на зернах нижней части початка.

5. При хранении и связанном с этим высушивании початков количество микроорганизмов снижается.

6. В нормально хранящихся початках количество плесеней превосходит количество бактерий, как это наблюдается и в свежееубранных початках. Наиболее обсеменен стержень.

7. Учитывая наряду с энергией дыхания початка его большое микробное обсеменение (особенно стержня), а также способность плесеней развиваться при сравнительно невысокой влажности среды, можно думать, что дыхание и разрушение органических веществ плесенями, не приводящее при нормальном хранении к порче зерна, может быть одной из дополнительных причин значительной убыли в весе, наблюдаемой при хранении початков кукурузы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беккер З. Е. (Статья), «Ботанический журнал» т. 19, вып. 27, 1934.
2. Вехов Г. К., Делидович В. Н., Ильин И. А. Справочник для работников по качеству зерна и продуктов его переработки. Заготиздат, 1948.
3. Ермольева З. А. Пенициллин. Медгиз, 1945.
4. Козьмина Н. П., Кретович В. А. Биохимия зерна и продуктов его переработки. Заготиздат, 1949.
5. Миловская В. Ф. Сборник аннотаций научных работ института, выполненных в 1948 г., вып. I. Одесский институт инженеров мукомольной промышленности и элеваторного хозяйства им. И. В. Сталина, 1949.
6. Михайловский Н. П. Цитировано по книге Л. А. Трисвятского «Микроорганизмы зерна и муки». Заготиздат, 1941.
7. Подъяпольская О. П. Цитировано по книге Л. А. Трисвятского «Микроорганизмы зерна и муки». Заготиздат, 1941.
8. Раутенштейн Я. И. Микробиология, т. VIII, вып. 2 и вып. 5, 1939.
9. Трисвятский Л. А. Микроорганизмы зерна и муки. Заготиздат, 1941.
10. Хаит С. З. Сборник аннотаций научных работ, выполненных в 1948 г. вып. I. Одесский институт инженеров мукомольной промышленности и элеваторного хозяйства им. И. В. Сталина, 1949.
11. Чумак. Цитировано по книге Трисвятского Л. А. «Микроорганизмы зерна и муки». Заготиздат, 1941.

Ф. И. ТРИШИН,
доктор химических наук, профессор
Е. Г. МАЛЕЕВА,
канд. химических наук
Н. С. СКОРНЯКОВА,
канд. химических наук

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ 1,2 ДИХЛОРЕТАНА

(СООБЩЕНИЕ 1)

Вопрос о количественном определении 1,2 дихлорэтана (ДХЭ) весьма актуален вследствие широкого применения его в ряде отраслей народного хозяйства. В частности, он применяется как фумигант в мукомольной промышленности для газации зерна.

Использование ДХЭ в промышленности в последнее время значительно расширилось, однако, о методах его количественного определения имеются в литературе крайне ограниченные сведения [1—7], которые сводятся в основном к описанию метода предварительного пиролиза при высокой температуре (800—900°). При этом методе галоид ДХЭ отщепляется главным образом в виде хлористого водорода.

Другие способы количественного определения ДХЭ базируются на отщеплении галоида в виде галоидоводородной кислоты или галоидного металла при химическом воздействии на ДХЭ водородом, щелочами, алкоголями и т. д.

Однако все эти методы имеют ряд весьма существенных недостатков. Так например, метод, основанный на разложении ДХЭ пиролизом [8, 9] при температуре 850—900° имеет ряд существенных недостатков, из которых наиболее существенными являются значительная продолжительность опыта и недостаточная точность.

Кроме того, известно [10], что пиролиз ДХЭ в пределах температур до 600° приводит к смеси, состоящей на 50% из C_2H_3Cl и 50% HCl . Что касается температур выше 600° и, в частности, 900°, то в этих условиях Викбольд [8] установил, что в продуктах распада ДХЭ имеется свободный хлор.

Таковыми же недочетами страдают и все остальные упомянутые в литературе методы количественного определения ДХЭ.

Нам казалось целесообразным в связи с этим подвергнуть более детальному изучению реакцию восстановления ДХЭ в растворе этилового спирта, так как в литературе этот прием анализа ДХЭ описан крайне схематично. Кроме того, мы полагали, что применение вместо

этилового спирта других спиртов с более высокой температурой кипения будет благоприятно сказываться на реакции восстановления ДХЭ. С этой целью нами осуществлялось восстановление ДХЭ при действии Na на изобутиловый спирт с температурой кипения 107—108°, изоамиловый — с температурой кипения 132° и на этиленгликоль — с температурой кипения 197,4°.

Кроме того, определение ДХЭ производилось нами также в уксуснокислой среде действием Ca и Mg и другими приемами, описанными в экспериментальной части.

Экспериментальная часть

В своей работе мы прежде всего обратились к методу, предложенному А. В. Степановым (в 1906 г.), так как для качественного определения галоида этот метод имеет ряд преимуществ, в связи с тем, что он проверен на большом числе органических соединений, содержащих галоид и при проверке показал хорошие результаты, в том числе и в отношении соединений, в которых галоид связан особенно прочно [11].

Сущность способа основана на взаимодействии металлического натрия со спиртовым раствором органических веществ, содержащих галоид.

Нами были поставлены опыты определения ДХЭ в среде этилового спирта, изобутилового и этиленгликоля. Каждый спирт использовали в количестве 20 мл. Все опыты вели при температуре кипения растворителя. Результаты опытов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Определение хлора ДХЭ действием металлического натрия на спиртовой раствор

Дихлорэтан в г	Количество взятого металлического натрия в г	Применяемый спирт	Продолжительность кипячения	Найдено хлора в % к теоретическому
0,0896	2	Абсолютный этиловый	30 мин.	53,0
0,0501	1	То же	30 "	52,7
0,01525	1,8	"	30 "	68,8
0,0450	1,8	"	60 "	70,2
0,0357	1,8	"	120 "	72,1
0,0458	1,8	"	180 "	73,0
0,0488	4	"	180 "	74,1
0,0736	2,5	Изобутиловый	30 "	58,6
0,0406	2	"	30 "	52,9
0,0674	0,5	"	30 "	52,0
0,0269	0,5	"	30 "	68,7
0,0174	0,5	Этиленгликоль	60 "	71,0
0,0514	1,0	"	60 "	71,37
0,0223	0,5	"	600 "	93,6

Из приведенных данных следует, что отщепление примерно 50% хлора ДХЭ происходит быстро, дальнейшее отщепление хлора при нагревании смеси идет уже медленно.

Опыты показали, что при замене этилового и изобутилового спиртов этиленгликолем увеличивается разложение ДХЭ. Однако полного отщепления хлора не удалось достигнуть даже при 10-часовом кипячении реакционной смеси.

Определение ДХЭ в уксуснокислой среде действием Mg и Ca

Нами были поставлены также опыты разложения ДХЭ в уксуснокислой среде действием металлов.

Методика определения заключалась в следующем: навески ДХЭ сколо 0,02 г растворяли в 5 мл 80% CH_3COOH и к этому раствору прибавляли кальций или магний в виде небольших кусочков.

Опыты проводили в пробирке с обратным водяным холодильником. Смесь по окончании реакции охлаждали, разбавляли водой и нейтрализовали избытком MgCO_3 (или окисью магния). Избыток MgCO_3 отфильтровывали и промывали дистиллированной водой до отрицательной реакции на ион хлора. Количество хлора определяли по методу Мора. Результаты опытов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Определение хлора в ДХЭ в уксуснокислой среде действием металлов кальция и магния

Навеска дихлорэтана в г	Объем уксусной кислоты	Концентрация уксусной кислоты в %	Количество Mg в г	Количество Ca в г	Найдено хлора в % к теоретич.
0,019249	5 мл	80	0,25	—	7,45
0,028745	5 "	80	0,25	—	6,57
0,0117634	5 "	80	0,25	—	7,15
0,0119534	5 "	80	0,25	—	6,88
0,019258	5 "	80	0,25	—	7,9
0,018346	5 "	80	—	0,5	40,90
0,020341	5 "	80	—	0,5	39,3
0,017342	5 "	80	—	0,5	40,8
0,019519	5 "	80	—	0,5	41,0

Эти опыты показали, что хотя при восстановлении ДХЭ этим приемом и имеет место отщепление хлора, однако реакция происходит в незначительной степени.

Кроме того, каждый опыт, включая нейтрализацию, фильтрацию и промывание, длится около 3—4 час., что является существенным недостатком этого приема анализа.

Определение ДХЭ со спиртовым раствором КОН

В литературе имеется указание о возможности количественного определения хлора в некоторых галоидопроизводных при помощи спиртового раствора КОН [12]. Применение этого метода к хлориро-

ванными углеводородом жирного ряда в большинстве случаев даёт мало удовлетворительные результаты. Лучшие результаты получают в случае применения этилата натрия, но при этом почти всегда удавалось обнаружить только 80% галоида.

Хорошие результаты, особенно для высококипящих галоидопродуктов, получаются при замене этилового спирта амиловым.

Для проверки этих данных на примере разложения ДХЭ нами были поставлены опыты с применением раствора КОН при кипячении в этиловом, первичном изобутиловом, первичном изоамиловом спиртах и этиленгликоле.

Опыты проводились при различной продолжительности кипячения. Результаты опытов представлены в табл. 3, 4, 5 и 6.

Таблица 3
Определение хлора в дихлорэтано кипятием со спиртовым раствором КОН

Навески дихлорэтана в г	Объём спирта в мл	Концентрация спирта в %	Количество КОН в г	Продолжительность опыта в часах	Найдено хлора в % к теоретическому
0,06100	25	96	2	2	49,98
0,06092	25	96	2	3	57,6
0,05520	25	96	2	5	61,14
0,05500	25	96	2	5	61,12

Таблица 4

Определение хлора в дихлорэтано кипятием с раствором КОН в изобутиловом спирте (температура кип. 180°)

Навеска в дихлорэтано в г	Количество КОН в г	Объём растворителя в мл	Продолжительность опыта в часах	Найдено хлора в % к теоретическому
0,07210	2	30	2	53,2
0,07320	2	30	3	55,0
0,06730	2	30	4	60,1
0,06930	2	30	5	70,0

Таблица 5

Определение хлора в дихлорэтано кипятием с раствором КОН в изоамиловом спирте (температура кип. 132°)

Навеска дихлорэтана в г	Количество КОН в г	Объём растворителя в мл	Продолжительность опыта в часах	Найдено хлора в % к теоретическому
0,06612	2	30	2	56,2
0,06710	2	30	2	59,3
0,06815	2	30	4	63,1
0,06920	2	30	5	73,7

Определение хлора в дихлорэтано кипятием с раствором КОН в этиленгликоле (температура кип. 198°)

Навеска дихлорэтана в г	Объём гликоля в мл	Количество КОН в г	Продолжительность опыта	Найдено хлора в % к теоретическому
0,0298	30	2	30 мин.	25,0
0,0483	30	2	45 "	26,9
0,0505	30	2	1 час	40,7
0,0298	30	2	1 "	42,0
0,0432	30	2	2 часа	59,1
0,0347	30	2	3 "	62,6
0,0397	30	2	3 "	68,3
0,0500	30	2	5 часов	82,3
0,0512	30	2	5 "	82,3
0,0520	30	2	10 "	93,0

Таким образом, разложение дихлорэтана при нагревании со щелочами в высококипящих спиртах свидетельствует о том, что в этих условиях происходит отщепление значительных количеств хлора из молекулы ДХЭ.

Однако большая продолжительность опытов делает мало вероятным использование этого метода в производственных условиях.

Количественное определение ДХЭ методом гидрирования

Метод количественного определения галоида в органических соединениях путем каталитического гидрирования впервые описан Розенмундом и Цетше [13] с применением платинового и палладиевого катализаторов.

Мы применили с этой целью (предложенные Ренеом в 1925—1927 гг.) скелетный никелевый катализатор, сила каталитического действия которого приравнивается к палладиевому катализатору. Применение скелетного никелевого катализатора для каталитического определения галоидоорганических соединений уже было описано Руженцевой и Колпаковой [14].

Однако полученные при этом результаты были не вполне удовлетворительными для соединений с низкой температурой кипения. Для ДХЭ при продолжительности опыта 1,5—2 час. было найдено 85,5% хлора.

Экспериментальная часть

В этих опытах мы применяли скелетный никелевый катализатор, приготовленный по методу, описанному в сборнике «Новые методы препаративной органической химии» [15].

Первая серия опытов проводилась с применением водорода, пропускаемого в колбу с притертой холодной и притертой трубкой, достигающей дна сосуда, через которую пропускали водород. В сосуд со спиртовым раствором КОН и катализатором вносили навески ДХЭ в запаянной ампуле. Перед внесением ампулы из колбы водородом вытеснялся воздух, холодильник закрывали пробкой со вставленным капилляром, и открывали кран для пропускания водорода из газометра.

По окончании опыта содержимое колбы отфильтровывали и промывали до отрицательной реакции на ион хлора. В соединенных фильтрах ион хлора определяли по методу Фольгарда. Результаты опытов приведены в табл. 7.

Таблица 7

Определение хлора в дихлорэтано гидрированием со скелетным никелевым катализатором в среде этилового спирта

Навеска дихлорэтана в г	КОН в г	Ni в г	Условия опыта	Время в минутах	Найдено хлора в % к теоретическому
0,2154	4	0,5	На холоде	2880	49,5
0,2102	4	0,5	40°	60	30,0
0,1570	4	0,5	Кип. бани	30	57,9
0,0964	3	0,5	То же	60	64,3
0,0244	2	0,5	На холоде взбалтывание	60	18,0
0,0228	1	0,5	То же	360	34,7
0,0278	1	0,5	Кип. бани	60	53,7
0,0262	0,5	3	Нагревание до кипения	60	84,07
0,0370	0,5	1	То же	60	67,63
0,0338	0,5	1	"	60	68,35
0,0358	2,5	0,5	"	60	78,36
0,0436	2	0,5	"	60	79,66
0,1650	1	0,5	"	60	90,3
0,1630	0,5	0,5	"	60	90,5

Полученные результаты показывают, что при комнатной температуре и при 40° реакция протекает очень медленно. При нагревании на кипящей водяной бане реакция проходит быстрее, но при продолжительности опыта в 1 час определяется только 64,3% дихлорэтана.

С целью создания условий, облегчающих гидрирование, нами были поставлены аналогичные опыты при комнатной температуре со взбалтыванием сосуда. Этот прием не дал заметного улучшения выхода хлора. Поэтому в следующих опытах нами было применено нагревание до более высокой температуры. При этих условиях в течение часа гидрирование дихлорэтана происходит на 78—80%.

Таким образом, при продолжительности гидрирования 60 мин. достигнуто максимальное разложение ДХЭ с образованием ионов хлора на 90,5%.

С целью выяснения влияния замены этилового спирта более высококипящим растворителем были поставлены опыты с этиленгликолем в качестве растворителя. Результаты опытов приведены в табл. 8.

Таблица 8

Определение хлора в дихлорэтано гидрированием со скелетным никелевым катализатором в среде этиленгликоля

Навеска дихлорэтана в г	Объем гликоля	КОН в г	Ni в г	Условия опыта	Время в мин.	Найдено хлора в % к теоретическому
0,0398	25	1	0,5	Нагревание до кипения	60	60,9
0,0351	25	0,5	0,5	То же	60	75,87
0,0317	25	0,5	0,5	"	120	87,47

Таблица 9

Определение хлора в дихлорэтано гидрированием на Ni в присутствии Na

Навеска дихлорэтана в г	Растворитель — спирт	Количество раствора в мл	Количество Na в г	Количество катализатора в г	Время в минутах	Найдено хлора в % к теоретическому	Примечание	
0,0433	Этиловый	20 и 5	1	0,5	30	84,32	Пропускали водород	
0,0461	То же	20 и 5	1	1	30	85,25		
0,0501	"	20 и 5	2	2	60	82,43		
0,0013	"	20 и 5	1	1	60	90,43		
0,1673	"	25 и 10	3	1	30	90,36		
0,2075	"	25 и 10	3	1	60	92,7		
0,0198	"	15 и 5	1	1	30	88,78		
0,0388	"	25	1	1	30	90,87		
0,03385	"	20	1	1	30	93,28		
0,04417	"	20	1	1	30	92,76		
0,0360	Гликоль	20 и 5	3	1	15	71,14		Тонкий капилляр
0,0508	Изобутиловый	20 и 5	3	1	30	85,94		То же
0,0358	Изоамиловый	25	1	1	30	95,09		"
0,0446	Этиловый	20 и 5	1	1	30	93,7		"
0,0378	"	20 и 5	1	1	20	93,9	"	
0,0426	"	20 и 5	1	1	10	89,5	"	
0,0384	"	20 и 5	1	1	60	93,9	"	
0,0418	"	20 и 5	1	1	20	93,8	"	

Результаты опытов свидетельствуют о том, что замена спирта на этиленгликоль не приводит к увеличению разложения ДХЭ.

Ввиду того, что гидрирование с применением молекулярного водорода не дало возможности быстро определить количество ДХЭ, были поставлены опыты гидрирования в присутствии катализатора водородом, получаемым в сосуде при взаимодействии спирта с металлическим натрием. На вносился в реакционный сосуд, в нагретую до кипения смесь, маленькими кусочками, через верхнее отверстие холодильника.

В качестве растворителей применяли спирты: этиловый, изобутиловый, изоамиловый и этиленгликоль.

Результаты поставленных опытов приведены в табл. 9.

Из приведенных данных видно, что наилучшие результаты получены при применении этилового и изоамилового спиртов. Однако более удобно применение этилового спирта, так как при использовании изоамилового спирта добавляется довольно продолжительная операция отгонки спирта путем выпаривания раствора. Результаты опытов свидетельствуют, что максимально можно определить количество хлора, соответствующее разложению ДХЭ на 95%.

Увеличение продолжительности опыта более чем на 20 мин. не приводит к улучшению результатов. Количество хлора, получаемого в этих опытах, на 5—6% ниже теоретически возможного при полном разложении ДХЭ. Причина этого нами не выяснена.

Выводы

1. В работе впервые изучено отношение 1,2 дихлорэтана к растворам щелочи в этиловом, первичном изобутиловом, первичном изоамиловом спиртах и этиленгликоле.

2. Установлено, что действием раствора щелочи или алкоголята во всех применяемых спиртах при нагревании происходит отщепление хлора от 1,2 дихлорэтана. Чем выше температура кипения спирта, тем больше процент отщепившегося хлора при прочих равных условиях.

3. Отщепление хлора от молекулы 1,2 дихлорэтана происходит более полно и быстро при действии металлического натрия в условиях образования алкоголята, чем при действии раствора щелочи.

4. Изучено отношение 1,2 дихлорэтана к водороду в присутствии скелетного никелевого катализатора.

5. Установлено, что гидрирование в присутствии скелетного никелевого катализатора приводит к отщеплению хлора от молекулы дихлорэтана.

6. Гидрирование дихлорэтана в присутствии скелетного никелевого катализатора проходит быстрее при действии водорода, получаемого действием натрия на спирт, чем при действии молекулярного водорода.

7. Установлено, что наиболее быстрым методом определения хлора в дихлорэтане является гидрирование его на никелевом скелетном катализаторе в спиртовом растворе с одновременным воздействием металлического натрия.

1. Фрейман И. Р., Соседов Н. И. Сообщения и рефераты. ВНИИЗ. Вып. 5. Заготиздат, 1951.
2. Житкова А. С. Методы определения вредных газов и паров в воздухе. Оборонгиз, 135, 1939.
3. Wikbold. *Angewante chemie*, 5, 132, 1952.
4. Руженцева А. К., Колмакова В. В. Журнал аналитической химии 7, 71, 1952.
5. Тер-Мейлен Г. и Геслинг И. Новые методы органического химического анализа, Гостехиздат, 1931.
6. Торп Дж. и Уайтли М. Практическое руководство по органическому анализу, 1937.
7. Ластовский Р. П. Технический анализ в производстве промежуточных продуктов и красителей. Госхимиздат, 1949.
8. Wikbold, *Angewante chemie*, 5, 132, 1952.
9. Яковцевская А. и Петрова М. Труды Ленинградского института охраны труда, т. VII, вып. 8—10, 1934.
10. Татевский В. М. и Фрост А. В. «Вестник МГУ» № 36—5, 1947.
11. Степанов А. В. Судебная химия. Медгиз, 71—72, 1947.
12. Берль-Лунге. Химико-технические методы исследования, т. II, вып. I, ч. I, 417, 1936.
13. *Rosenmund Zetsche*, *Berichte der deutschen chemischen. Gesellschaft*, Berlin, 51, 578, 1918.
14. Руженцева А. К. и Колмакова В. В. Журнал аналитической химии, VI, 223, 1951.
15. Новые методы препаративной органической химии. Сборник. Изд. иностр. лит. М., 266, 1950.

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр</i>
<i>П. Н. Платонов, В. И. Жидко.</i> О допустимых температурах нагрева зерна продовольственной пшеницы при сушке	3
<i>В. А. Яковенко и Н. В. Роменский.</i> Химические изменения жира при порче зародышевых продуктов	21
<i>И. И. Ленарский.</i> Свойства белков и допустимая температура нагревания зерна	36
<i>В. Ф. Миловская.</i> О качественных различиях амилотических ферментов в связи с сортом пшеницы	43
<i>Г. А. Захарченко и Г. А. Водатурский.</i> Определение дихлорэтана и хлорпикрина в газированном зерне и зернопродуктах	46
<i>Ф. Г. Криволапов и Л. Е. Синельникова.</i> О влиянии термической обработки зерна пшеницы на набухание клейковины	58
<i>Н. А. Ильвицкий.</i> Улучшение метода определения содержания клетчатки	61
<i>И. Ш. Шкловский.</i> К вопросу о механизме образования клейковины	65
<i>Л. Р. Торжинская.</i> Технологические, биохимические и физические свойства зерна пшеницы в связи с положением его в колосе	76
<i>И. Е. Драгун.</i> Изменение водопоглотительной способности ячменной крупы при гидротермической обработке	86
<i>В. А. Князев.</i> Номограмма для определения основных параметров самоотечных труб	90
<i>С. З. Хаит.</i> Микрофлора свежесобранной хранящейся кукурузы	96
<i>Ф. И. Тришин, Е. Г. Малеева, Н. С. Скорнякова.</i> Количественное определение 1,2 дихлорэтана	103

Редактор *В. А. Кейзер*Техред *Л. А. Голубкова*Корректор *Ф. И. Можаява*

Сдано в набор 13/V—1955 г. Подписано к печати 27/VII—1955 г.
 Бумага 60×92¹/₁₆ д. л. 3,625 бум. л. 7 + ¹/₄ вклейка печ. л. 8,95 уч.-изд. л.
 Л-58903 Изд. № 66 Заказ № 1128 Тираж 1700 экз Цена 4 р. 50 к.

Типография Заготиздата, Москва, Шелепиха, 4-я ул., д. 1а