

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Е.В. Волошин

ЗЕРНОВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Учебное пособие

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

Оренбург
2019

УДК 664.72 (075.8)
ББК 36.821 я 73
В68

Рецензент – кандидат технических наук, доцент С.В. Антимонов

Волошин, Е.В.
В68 Зерноведение с основами растениеводства [Электронный ресурс] :
учебное пособие / Е.В. Волошин; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург:
ОГУ, 2019 – 97 с.
ISBN 978-5-7410-2420-1

Учебное пособие предназначено для преподавания дисциплины «Зерноведение» очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья по общему профилю подготовки. Может быть полезно обучающимся при организации самостоятельной работы, преподавателям и практикующим работникам.

УДК 664.72 (075.8)
ББК 36.821 я 73

ISBN 978-5-7410-2420-1

© Волошин Е.В., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

Введение.....	5
1 Типовой состав и класс пшеницы.....	6
1.1 Понятие «твердая и мягкая пшеница»	6
1.2 Типовой состав пшеницы	7
1.3 Классы пшеницы	17
2 Морфология и анатомическое строение плодов и семян.....	24
2.1 Общие сведения.....	24
2.2 Морфология и анатомия семян зерновых злаков	25
2.3 Морфология и анатомия семян бобовых культур.....	31
2.4 Морфология и анатомия семян масличных культур	32
3 Химический состав плодов и семян	33
3.1 Характеристика органических веществ	33
3.2 Характеристика неорганических веществ	44
4 Всхожесть, энергия прорастания и жизнеспособность семян.....	45
5 Составление и отбор проб	47
5.1 Основные понятия.....	47
5.2 Составление объединенной пробы и выделение средней пробы и навесок.....	48
5.3 Составление среднесуточной пробы и выделение средней пробы.....	50
5.4 Отбор проб	52
6 Общие принципы органолептической оценки качества зерна	55
6.1 Органолептические показатели качества зерна	55
6.2 Степени дефектности зерна	56
7 Засоренность зерновой массы.....	57
7.1 Основные положения.....	57
7.2 Основные принципы при очистке зерновой массы от примесей	65

7.3	Методы определения засоренности зерновой массы	66
8	Степень дефектности зерновой массы	68
8.1	Основные положения	68
8.2	Степени повреждения зерна морозом	69
8.3	Проросшее зерно	70
8.4	Зерно испорченное или поврежденное самосогреванием и сушкой	70
9	Форма и размеры зерна	71
9.1	Форма зерна	71
9.2	Линейные размеры и крупность зерна	72
10	Крупность и выравненность зерна	77
10.1	Основные положения	77
10.2	Методы определения крупности и выравненности зерна	78
11	Влажность зерновой массы	82
11.1	Основные положения	82
11.2	Электрические сушильные шкафы	82
11.3	Электронно-цифровые влагомеры	88
12	Содержание и качество клейковины	92
13	Пленчатость и лужистость зерновых культур	96
	Список использованных источников	97

Введение

Цель учебного пособия - помочь студентам овладеть знаниями и конкретными навыками, необходимыми для определения различных признаков и показателей качества зерна-объекта хранения и переработки.

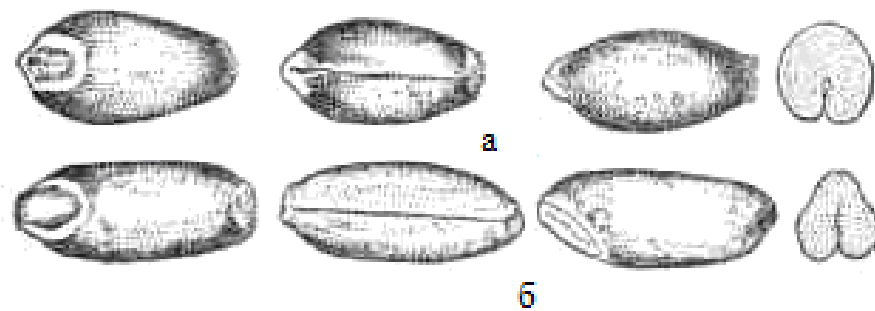
При оценке качества партий зерна большое значение приобретает методика лабораторных анализов зерна. Даже самые незначительные изменения в методике могут привести к существенным искажениям конечных результатов оценки качества зерна. Поэтому необходимо с первых же занятий в лаборатории точно выполнять все требования методики отдельных анализов, какими бы они ни казались на первый взгляд несущественными или простыми.

В учебном пособии представлены основные теоретические сведения по темам проводимых лабораторных работ. Материал, изложенный в пособии способствует более полному и успешному освоению студентами курса «Зерноведение».

1 Типовой состав и класс пшеницы

1.1 Понятие «твердая и мягкая пшеница»

Названия пшеницы «твердая» и «мягкая» представляют собой ботанические классификационные термины, их нельзя рассматривать как физические понятия. Твердая и мягкая пшеница требуют различных режимов в процессе переработки, и отличаются по хлебопекарным показателям. На долю мягкой пшеницы в нашей стране приходится около 90 % всех посевов пшеницы (рисунок 1.1).



а – мягкая пшеница; б – твердая пшеница.

Рисунок 1.1 – Отличительные особенности «твердой» и «мягкой» пшеницы

Зерно мягкой и твердой пшеницы различают по внешним признакам: у зерна пшеницы мягкой верхний (противоположный зародышу) конец покрыт волосками, образующими хохолок (бородку), хорошо заметный невооруженным глазом. У твердой пшеницы хохолка нет или он слабо развит. По форме зерно мягкой пшеницы, по сравнению с твердой, преимущественно короткое и

круглое, разных оттенков, консистенция эндосперма от стекловидной до мучнистой.

Зерно твердой пшеницы имеет удлиненную форму, в поперечном разрезе - угловато-ребристую. Преобладающий цвет зерна - янтарно-желтый (темный или светлый), реже красный. Зерно, как правило, имеет стекловидный эндосперм.

Характер бородки и форма зерна являются наиболее постоянными признаками для распознавания твердой и мягкой пшеницы. Консистенция зерна меняется в зависимости от сорта и условий выращивания растений, поэтому ее считают малоустойчивым признаком.

У мягкой пшеницы колосья остистые и безостые, ости обычно не длиннее колоса, расходящиеся. С двурядной стороны колоса заметен не прикрытый колосками стержень.

Твердая пшеница остистая, безостых форм нет. Ости длиннее колоса, параллельные или слабо расходящиеся. Стержень колоса прикрыт колосками и не заметен у твердой пшеницы и близких к ней видов.

1.2 Типовой состав пшеницы

Пшеницу по ботаническим и биологическим признакам, цвету и стекловидности подразделяют на типы и подтипы, указанные в таблице 1.1.

Пшеницу, содержащую примесь зерен пшеницы других типов более норм, установленных в ГОСТ Р 52554-2006 «Пшеница. Технические условия», определяют как «смесь типов» с указанием состава в процентах.

Пшеницу 1-4 подтипов I и IV типов, соответствующую требованиям данного подтипа по стекловидности, но не отвечающую требованиям по его цвету, относят к тому подтипу, которому она отвечает по стекловидности.

Таблица 1.1 - Типовой состав пшеницы

Номер и наименование типа	Примерный перечень сортов, характеризующих тип	Содержание зерен пшеницы других типов, %, не более		Номер подтипа	Характеристика подтипа	
		все-го	в том числе		Цвет	Общая стекловидность, %
I-мягкая яровая краснозерная	Алтайская 81 Альбидум 28 Воронежская 10 Курганская 1 Омская 9 Саратовская 29 Московская 35 Иртышанка 10 Люба	10	5-твердой	1	Темно-красный. Допускается наличие желтых, желтобоких, обесцвеченных и потемневших зерен в количестве, не нарушающем основного цвета	не менее 75

Продолжение таблицы 1.1

Номер и наименование типа	Примерный перечень сортов, характеризующих тип	Содержание зерен пшеницы других типов, %, не более		Номер подтипа	Характеристика подтипа	
		все-го	в том числе		Цвет	Общая стекловидность, %
	Симбирка Гулунская 12			2	Красный. Допускается наличие желтых, желтобоких, обесцвеченных и потемневших зерен в количестве, не нарушающем основного цвета	не менее 60
				3	Светло-красный или желто-красный. Допускается наличие желтых, желтобоких,	не менее 40

Продолжение таблицы 1.1

Номер и наименование типа	Примерный перечень сортов, характеризующих тип	Содержание зерен пшеницы других типов, %, не более		Номер подтипа	Характеристика подтипа	
		всего	в том числе		Цвет	Общая стекловидность, %
					обесцвеченных и потемневших зерен в количестве, не нарушающем основного цвета	
				4	Преобладают желтые и желтобокие зерна, придающие всей партии желтый оттенок	менее 40

Продолжение таблицы 1.1

Номер и наименование типа	Примерный перечень сортов, характеризующих тип	Содержание зерен пшеницы других типов, %, не более		Номер подтипа	Характеристика подтипа	
		всего	в том числе		Цвет	Общая стекловидность, %
II-твердая яровая	Алмаз Безенчукская 139 Оренбургская 2 Оренбургская 10 Светлана Харьковская 3 Харьковская 46	15	10-белозерной	1	Темно-янтарный. Допускается наличие побелевших, потускневших, обесцвеченных, мучнистых зерен в количестве, не нарушающем основного цвета	не менее 70

Продолжение таблицы 1.1

Номер и наименование типа	Примерный перечень сортов, характеризующих тип	Содержание зерен пшеницы других типов, %, не более		Номер подтипа	Характеристика подтипа	
		всего	в том числе		Цвет	Общая стекловидность, %
				2	Светло-янтарный. Допускается наличие побелевших, потускневших, обесцвеченных, мучнистых зерен в количестве, не нарушающем основного цвета	не ограничивается

Продолжение таблицы 1.1

Номер и наименование типа	Примерный перечень сортов, характеризующих тип	Содержание зерен пшеницы других типов, %, не более		Номер подтипа	Характеристика подтипа	
		всего	в том числе		Цвет	Общая стекловидность, %
III- мягкая яровая белозерная	Новосибирская 67	10	-	1	-	не менее 60 менее 60
	Саратовская 42 Саратовская 46 Саратовская 55			2	-	
IV- мягкая озимая краснозерная	Безостая 1 Донская безостая Мироновская 808 Обрий Волгоградская 84 Тарасовская 29 Тарасовская 87 Юна Скифянка Донщина Дон 85	10	5-твердой	1	Темно-красный. Допускается наличие желтых, желтобоких, обесцвеченных и потемневших зерен в количестве, не нарушающем основного цвета	не менее 75

Продолжение таблицы 1.1

Номер и наименование типа	Примерный перечень сортов, характеризующих тип	Содержание зерен пшеницы других типов, %, не более		Номер подтипа	Характеристика подтипа	
		всего	в том числе		Цвет	Общая стекловидность, %
				2	Красный. Допускается наличие желтых, желтобоких, обесцвеченных и потемневших зерен в количестве, не нарушающем основного цвета	не менее 60
				3	Светло-красный или желто-красный. Допускается	не менее 40

Продолжение таблицы 1.1

Номер и наименование типа	Примерный перечень сортов, характеризующих тип	Содержание зерен пшеницы других типов, %, не более		Номер подтипа	Характеристика подтипа	
		всего	в том числе		Цвет	Общая стекловидность, %
				3	наличие желтых, желтобоких, обесцвеченных и потемневших зерен в количестве, не нарушающем основного цвета	
				4	Преобладают желтые зерна, придающие всей партии желтый оттенок	менее 40

Продолжение таблицы 1.1

Номер и наименование типа	Примерный перечень сортов, характеризующих тип	Содержание зерен пшеницы других типов, %, не более		Номер подтипа	Характеристика подтипа	
		всего	в том числе		Цвет	Общая стекловидность, %
V-мягкая озимая белозерная	Альбидум 28 Кинельская 3	10	-	-	-	не ограничивается
VI-твердая озимая	Бахт Кораллодесский Мугань Мирбаширская 50 Парус	15	-	-	-	не ограничивается

Если пшеница по цвету относится к какому-то определенному подтипу, но имеет отклонения по стекловидности, добавляют наименование «нетипичная» с указанием в документах типа, подтипа и стекловидности.

Пшеницу, потерявшую в результате неблагоприятных условий созревания, уборки или хранения свой естественный цвет, определяют как «потемневшая» (при наличии темных оттенков) или как «обесцвеченная» с указанием номера подтипа и степени обесцвеченности.

Предусмотрены три степени обесцвеченности: первая – начальная, поте-

ря блеска и обесцвечивание со стороны спинки, что появляется при нахождении в колосе или на токах при незначительном увлажнении; вторая – изменение цвета при более длительном увлажнении (потеря блеска, обесцвечивание зерна на спинке и боковых сторонах); третья – полное обесцвечивание всей поверхности зерновки в результате длительного увлажнения зерна в колосе или на токах

1.3 Классы пшеницы

Заготавливаемую и поставляемую пшеницу подразделяют на классы в соответствии с требованиями, указанными в ГОСТ Р 52554-2006 «Пшеница. Технические условия» (таблицы 1.2 – 1.3).

Таблица 1.2 – Характеристика мягкой пшеницы по классам

Наименование показателя	Характеристика и ограничительная норма для мягкой пшеницы				
	1-го	2-го	3-го	4-го	5-го
Типовой состав	I и IV типы, 1-3 подтипы; III тип, 1 подтип и V тип. Сорты пшеницы, включенные в список «сильных»		I, III, IV типы, все подтипы и V тип. Сорты пшеницы, включенные в списки «сильных» или «ценных по качеству»	I, III, IV типы, все подтипы; V тип и смеси типов	
Состояние	В здоровом, не греющем состоянии				
Цвет	Свойственный здоровому зерну данного типа и подтипа				

Продолжение таблицы 1.2

Наименование показателя	Характеристика и ограничительная норма для мягкой пшеницы				
	1-го	2-го	3-го	4-го	5-го
Запах	Свойственный здоровому зерну пшеницы, без плесневого, солодового, затхлого и других посторонних запахов				
Массовая доля белка, %, на сухое вещество, не менее*	14,5	13,5	12,0	10,0	Не ограничивается
Массовая доля сырой клейковины, %, не менее	32,0	28,0	23,0	18,0	Не ограничивается
Качество сырой клейковины, единицы прибора ИДК, не ниже: группы I группы II	45-75	45-75	-	-	Не ограничивается
	-	-	20-100	20-100	
Число падения, с, не менее	200	200	150	80	Не ограничивается
Стекловидность, %, не менее	60	60	40	Не ограничивается	
Натура, г/л, не менее	750	750	730	710	Не ограничивается
Массовая доля влаги, %, не более	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0

Продолжение таблицы 1.2

Наименование показателя	Характеристика и ограничительная норма для мягкой пшеницы				
	1-го	2-го	3-го	4-го	5-го
Сорная примесь, %, не более	2,0	2,0	2,0	2,0	5,0
в том числе минеральная примесь	0,3	0,3	0,3	0,3	1,0
в числе минеральной примеси: галька	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
испорченные зерна**	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
фузариозные зерна	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
куколь	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
трудноотделимая примесь (овсюг, татарская гречиха)	1,0	1,0	1,0	1,0	-
вредная примесь	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
в числе вредной примеси: спорынья и головня	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
семена горчака ползучего, софоры лисохвостной, термопсиса ланцетного (по совокупности)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
семена вяза разнотцветного	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Продолжение таблицы 1.2

Наименование показателя	Характеристика и ограничительная норма для мягкой пшеницы				
	1-го	2-го	3-го	4-го	5-го
семена гелиотропа опушенноплодного	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
семена триходесмы седой	не допускается				
Головневые, мараные, синегузочные зерна, %, не более	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Зерновая примесь, %, не более	5,0	5,0	5,0	5,0	15,0
Зараженность вредителями	не допускается, кроме зараженности клещом не выше II степени				
* Содержание белка определяется по требованию покупателя пшеницы					
** При переработке в макаронную муку или манную муку – не более 0,2%					

Таблица 1.3 – Характеристика твердой пшеницы по классам

Наименование показателя	Характеристика и ограничительная норма для твердой пшеницы класса				
	1-го	2-го	3-го	4-го	5-го
Типовой состав	II тип, 1-й и 2-й подтипы; VI тип				
	Допускается нетипичная				Допускается смесь типов
Зерна пшеницы других типов, %, не более в том числе белозерной пшеницы	10,0 2	15,0 4	15,0 8	15,0 10	Не ограничивается
Состояние	В здоровом, негреющемся состоянии				
Цвет	Свойственный здоровому зерну данного типа и подтипа				
Запах	Свойственный здоровому зерну пшеницы, безплесневого, солодового, затхлого и других посторонних запахов				
Массовая доля белка, %, не менее*	13,5	12,5	11,5	10,0	Не ограничивается
Массовая доля сырой клейковины, %, не менее	28,0	25,0	22,0	18,0	Не ограничивается
Качество сырой клейковины не ниже II группы, единицы прибора ИДК	20-100	20-100	20-100	20-100	Не ограничивается
Число падения, с, не менее	200	200	150	80	Не ограничивается
Стекловидность, %, не менее	85	85	70	Не ограничивается	
Натура, г/л, не менее	770	745	745	710	Не ограничивается
Массовая доля влаги, %, не более	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0

Продолжение таблицы 1.3

Наименование показателя	Характеристика и ограничительная норма для твердой пшеницы класса				
	1-го	2-го	3-го	4-го	5-го
Сорная примесь, %, не более	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
в том числе:					
минер. примесь	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
в числе минеральной примеси:					
галька	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
испорченные зерна	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
фузариозные					
зерна	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
куколь	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
вредная примесь	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
в числе вредной примеси:					
спорынья и головня	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
семена горчака ползучего, софоры лисохвостой, термопсиса ланцетного (по совокупности)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
семена вяза разноцветного	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
семена гелиотропа опушенноплодного	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
семена триходесмы седой	не допускается	не допускается	не допускается	не допускается	не допускается
Головневые зерна, %, не более	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Зерновая примесь, %, не более	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

Продолжение таблицы 1.3

Наименование показателя	Характеристика и ограничительная норма для твердой пшеницы класса				
	1-го	2-го	3-го	4-го	5-го
Зерна ржи, ячменя (по совокупности), относимые к зерновой примеси, %, не более	2,0	2,0	4,0	4,0	В пределах ограничительной нормы общего содержания зерновой примеси
Зараженность вредителями	Не допускается, кроме зараженности клещом не выше II степени				
* Содержание белка определяется по требованию покупателя пшеницы					
Примечание - Твердую пшеницу, соответствующую требованиям 4-го и 5-го класса по всем показателям, кроме массовой доли и качества сырой клейковины, относят к 4-му и 5-му классам с добавлением слова «крупяная»					

Мягкая и твердая пшеница всех классов, кроме 5-го класса, предназначена для использования на продовольственные цели, а пшеница 5-го класса – на непродовольственные цели.

Класс пшеницы определяют по наихудшему значению одного из показателей качества зерна, указанного в соответствующей таблице.

Все сорта мягкой пшеницы разделяют на три группы (сильная, средняя и слабая) по хлебопекарному достоинству или, как говорят хлебопеки, по силе муки – её способностям, которые проявляются в тестоведении и, в конечном счете, определяют качество хлеба.

Сильная пшеница характеризуется большим содержанием белка (не ниже 14 % на сухое вещество), высокой стекловидностью (не ниже 60 %), большим содержанием клейковины (не менее 28 %), обладающей хорошими упругими свойствами. Хлеб из сильной муки получается большого объема с хорошей пористостью. Сильная пшеница используется как улучшитель слабой.

Средняя пшеница характеризуется средним содержанием белка (менее

14 %), более низкой стекловидностью, меньшим содержанием клейковины (не менее 25 %), пониженной упругостью клейковины. Хлеб из такой пшеницы получается нормального качества и без добавки сильной пшеницы.

2 Морфология и анатомическое строение плодов и семян

2.1 Общие сведения

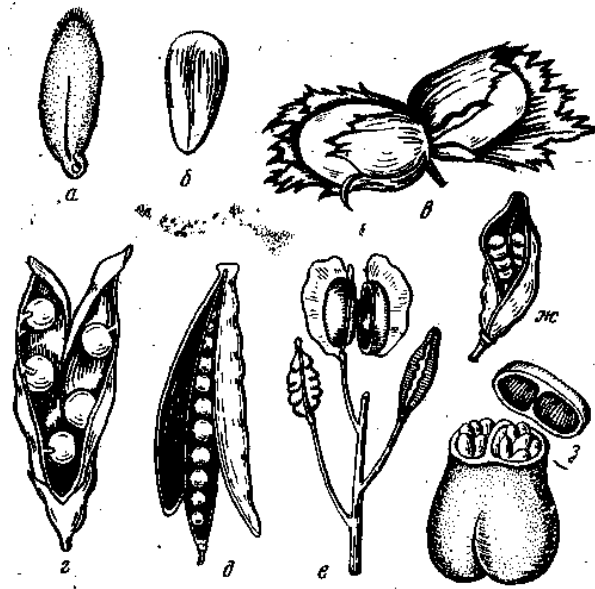
Морфология растения - наука о закономерностях строения и процессах формообразований растений в ходе индивидуального развития растительного организма от момента его зарождения до конца жизни (онтогенез) и в ходе исторического развития данного вида растения (филогенез).

Плод. Образуется из разросшейся после оплодотворения завязи, а иногда и из цветоложа.

Семя. Образуется из оплодотворенной семязпочки, т.е. из части завязи. Семя представляет собой развившуюся после оплодотворения семязпочку, покровы которой превратились во внешние оболочки, яйцевая клетка - в зародыш, а зародышевый мешок - в эндосперм.

Зерновка. Плод хлебных злаков, состоящий из одного семени, Термин «зерно» в хозяйственной практике применяют для обозначения двух понятий: так называют одну зерновку, одно семя; под зерном в широком смысле понимают продукцию зернового производства - совокупность плодов зерновых злаков, семян бобовых и других зерновых культур в различных, не имеющих определенных границ количествах, т.е. термином «зерно» обозначают обширный вид сельскохозяйственной продукции.

На рисунке 2.1 приведены типы плодов.



а - зерновка; *б* - семянка; *в* - орех; *г* - боб; *д* - стручок; *е* - стручочек; *ж* - листовка; *з* – коробочка.

Рисунок 2.1 - Типы плодов

2.2 Морфология и анатомия семян зерновых злаков

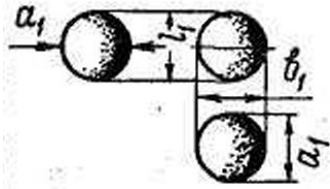
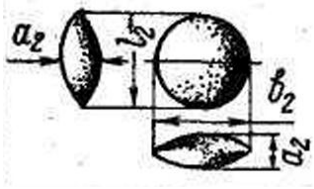
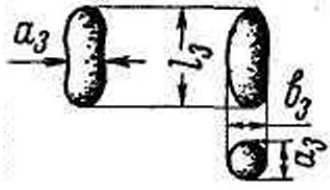
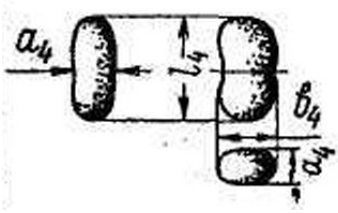
У злаковых культур зародыш зерновки имеет одну семядолю называемую щитком и отделяющую это от эндосперма. Морфологическое и анатомическое строение зерновки всех злаковых (однодольных растений) принципиально одинаково, наблюдаются лишь некоторые отклонения в деталях.

Рассмотрим внешнее и внутреннее строение типичной для злаковых культур зерновки пшеницы, Она имеет выпуклую спинную сторону и более плоскую брюшную, вдоль которой видна продольная бороздка (место сстройки стенок завязи), играющая, по-видимому, важную роль при набухании. На тупом конце зерновки имеются волоски (бородка, хохолок).

Бороздка зерновки пшеницы образует петлю, усложняющую переработку зерна в муку (таблица 2.1). Глубина залегания бороздки и ширина ее петли

изменяются в зависимости от района произрастания и метеорологических условий года получения урожая. Размеры и конфигурация петли, а также глубина залегания бороздки не являются постоянными сортовыми признаками. Отношение глубины петли к толщине зерновки пшеницы колеблется от 53,3 % до 73,1 % и ширины петли к ширине зерна - от 9,9 % до 23,6 %.

Таблица 2.1 - Основные формы зерна и семян по Ульриху

Типы зерен по форме (соотношение сторон)	I		Толщина равна длине (шарообразная форма) $V_1 = \frac{\pi}{6} a_1 \cdot b_1 \cdot l_1 = \frac{\pi}{6} l_1^3$
	II		Ширина равна длине (чечевицеобразная форма) $V_2 = \pi a_2 \left(\frac{l_2^2}{8} + \frac{a_2^2}{24} \right)$
	III		Толщина равна ширине (эллипсоид вращения) $V_3 = \frac{\pi}{6} a_3 \cdot b_3 \cdot l_3 = \frac{\pi}{6} a_3^3 \cdot l_3$
	IV		Все три основных размера отличны друг от друга $V_4 = \frac{\pi}{6} a_4 \cdot b_4 \cdot l_4$
Обозначения: a – толщина (наименьший размер); b – ширина (средний размер); l – длина (наибольший размер); V – объём.			

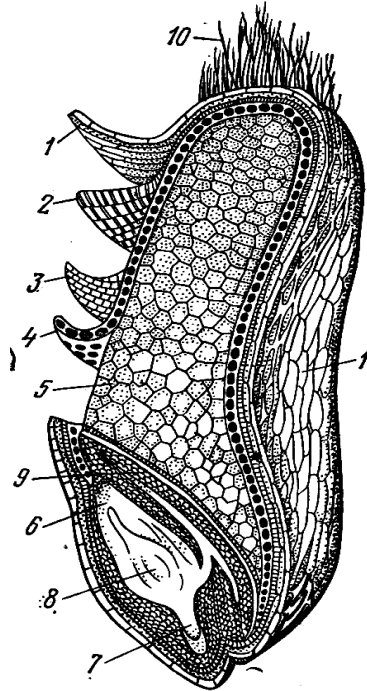
Объем полой петли и открытой части бороздки зерна пшеницы составляет 0,279-0,340 общего его объема. Размеры бороздки зерна твердой пшеницы менее изменчивы, чем мягкой.

Глубина бороздки оказывает значительное влияние на мукомольные свойства зерна: с повышением отношения глубины бороздки к толщине зерна выход крупок (особенно крупных) и дунста при размоле зерна заметно снижается. Относительные размеры петли бороздки такого влияния не оказывают.

Бороздка влияет также на процесс кондиционирования зерна пшеницы. Поверхность, занимаемая бороздкой, участвует в увлажнении зерна и сокращает время отволаживания.

Зерновка пшеницы состоит из трех основных частей: зародыша, эндосперма и оболочек (рисунок 2.2). Каждая часть зерновки имеет сложное строение.

Зародыш. Это зачаток нового растения. Он образуется в результате слияния спермия с ядром женской яйцеклетки. Расположен зародыш на остром конце зерновки. Плотнo прилегает к эндосперму. При соответствующих условиях из зародыша развивается растение. При увеличении на разрезе зародыша заметен зачаточный стебелек, заканчивающийся конусом нарастания, который прикрыт зачаточными листьями. На конце, противоположном конусу нарастания, зачаточный стебелек переходит в главный зародышевый корешок - корешок, появляющийся при прорастании семян первым, и зародышевые корешки - корешки, образующиеся в период формирования семени и развивающиеся при их прорастании.



1, 2, 3 – оболочки (плодовые и семенные); 4 – алейроновый слой; 5 – эндосперм; 6 – зародыш; 7 – зачаточный корешок; 8 – почечка; 9 – щиток; 10 - борodka.

Рисунок 2.2 – Продольный разрез пшеницы (увеличено)

Между зародышем и эндоспермом находится щиток, плотно связывающий их между собой. Щиток представляет собой видоизмененную по форме и физиологической функции семядолю однодольных растений, к которым относятся злаковые культуры. Щиток богат ферментами, которые способствуют превращению органических веществ в растворимые, легко переходящие из клетки в клетку. Через щиток питательные вещества во время прорастания семени переходят из эндосперма в зародыш. В передаче питательных веществ из эндосперма в зародыш важную роль играют всасывающие клетки щитка, непосредственно соприкасающиеся с эндоспермом

При увлажнении и набухании в семени вследствие температурного эф-

фекта набухания создается внутренний источник тепла. Возникающее в результате этого явление температурной теплопроводности в сочетании с деятельностью активизировавшихся всасывающих клеток щитка способствует перемещению растворенных органических веществ, а вместе с ними и растворенных зольных элементов из эндосперма в зону зародыша, что имеет большое технологическое значение при переработке зерна в муку.

В состав зародыша входит также зародышевая чешуйка - неразвившийся зачаток второй семядоли, получивший название эпибласта.

Оболочки. Защищают семя от воздействия внешней среды. Их делят на плодовую (околоплодник) и семенную.

Плодовая оболочка, или перикарпий, образовавшаяся из стенок завязи, состоит из трех слоев клеток.

Семенная оболочка, или перисперм, образовавшаяся из стенки семязпочки, состоит также из трех слоев. Толщина оболочек (плодовых и семенных) зерен твердой пшеницы примерно одинаковая с зерном мягкой высокостекловидной пшеницы. Толщина оболочек в различных частях зерна неодинаковая, она наибольшая на спинке зерна (в среднем 84 мкм для твердой и 78 мкм для мягкой) и наименьшая по бочкам (в среднем 75 мкм для твердой и 68 мкм для мягкой).

Алейроновый слой у одних хлебов (пшеницы, ржи, овса) состоит из одного ряда, у других (ячменя) - из нескольких рядов клеток. Эту особенность используют при микроскопической проверке муки для выявления в ней примеси ячменной муки. Толщина алейронового слоя зерен твердой пшеницы несколько больше (в среднем 39 мкм), чем мягкой (34 мкм).

В пищевом отношении наиболее ценной частью зерна, из которой получают лучшие сорта муки, является эндосперм.

Толщина оболочек и алейронового слоя играет существенную роль при вымоле эндосперма из отрубей: чем толще оболочки, тем труднее извлечь эн-

досперм из частиц оболочек, тем больше расход энергии и меньше выход муки. Очень тонкие оболочки легко измельчаются и переходят в муку, ухудшая ее качество.

Толщина оболочек и алейронового слоя связана с сортом, но на нее оказывают большое влияние условия произрастания (количество осадков, почва, удобрения и т.д.) и год урожая.

Крупность зерна сказывается на размерах покровных тканей, в большинстве случаев зерно с меньшей массой 1000 зерен имеет большую толщину оболочек и алейронового слоя. На толщину оболочек (мкм) большое влияние оказывает влажность зерновки.

Семенная и плодовая оболочки защищают зародыш от преждевременного прорастания при неблагоприятных условиях, а эндосперм от преждевременного разрушения под воздействием микроорганизмов почвы и от доступа воздуха. При благоприятных условиях для прорастания строение оболочек быстро изменяется, и они становятся доступными для проникания кислорода, необходимого развивающемуся зародышу.

Эндосперм обеспечивает питанием тронувшееся в рост новое растение. Щиток зародыша и алейроновый слой содержат важнейшие для жизнедеятельности семени и проростка витамины, ферменты и биологические катализаторы, участвующие в углеводном, белковом и других видах обмена. Эти вещества необходимы развивающемуся проростку на тот период, когда он еще не пробился на поверхность и лишен возможности аутоτροφного питания за счет фотосинтеза.

Эндосперм богат высокоэнергетическими запасными веществами. Они обеспечивают дыхание зародыша на весь период от момента уборки урожая до начала прорастания. Эндосперм снабжает развивающийся росток пищей от самых начальных форм эмбрионального пробуждения зародыша до того, как всходы появятся на поверхности почвы.

2.3 Морфология и анатомия семян бобовых культур

Плод бобовых культур - боб, состоящий из двух створок, под которыми находятся семена, условно называемые зерном. В бобах образуется обычно несколько семян. Семена бобовых имеют разнообразную форму и окраску, но строение их однотипно. У семян бобовых культур отсутствуют алейроновый слой, эндосперм и отдельный от него зародыш, а все семя является крупным зародышем, покрытым семенной оболочкой.

Место, которым семя прикрепляется к стенкам плода (боба), называется рубчиком. Вблизи рубчика находится небольшое отверстие – семявход (микропиле), через которое вода проникает в семя при набухании. Если набухшее семя сдавить пальцами, из микропиле выступит капля воды.

Под семенной оболочкой (кожурой) находится зародыш семени. Он состоит из семядолей, содержащих запасы питательных веществ, прикрепленных к укороченному стеблю. Верхняя часть стебля переходит в почечку, из которой развивается побег растения, а нижняя – в корешок.

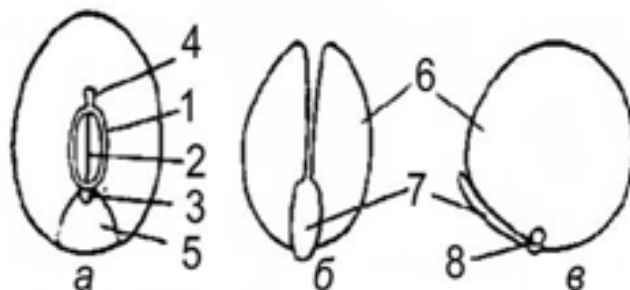
Схема строения семени бобовых растений показана на рисунке 2.3.

Семенная оболочка составляет от 6 % до 14 % веса – семени, почечка с корешком от 1 % до 2 %, семядоля – около 90 %.

Семенная оболочка или кожура снаружи покрыта кутикулой – сплошной тонкой пленкой, состоящей из кутина – жиробразного вещества не пропускающего ни воду, ни газы. Кожура состоит из трех слоев: палисадного слоя, гиподермы и питательной ткани. В зрелом семени под микроскопом четко различимы только первые два слоя: палисадный, состоящий из толстостенных сильно вытянутых радиальных клеток и гиподерма, состоящий из одного ряда широких клеток с толстыми стенками, посередине несколько вытянутых. Питательный слой хорошо виден лишь на ранних стадиях развития семени.

В зрелом семени клетки питательного слоя резко деформируются, сжи-

маются, сливаются, образуя узкую полосу, окрашенную в желтовато-зеленый цвет, прижатую к концам клеток гиподермы.



а – семя в оболочке; *б* – семя без оболочки; *в* – одна семядоля;

1 – халаза (основание семяпочки); 2 – семенной рубчик; 3 – рубчиковый след; 4 – микропиле; 5 – очертание корешка; 6 – семядоли; 7 – корешок; 8 – почечка.

Рисунок 2.3 – Схема строения семян бобовых растений

Такие семядоли состоят из трех слоев: эпидермиса наружной стороны, слоя мякоти и эпидермиса внутренней стороны. Клетки того и другого эпидермиса богаты белковыми веществами, крахмала в них нет. Крупные клетки мякоти семядолей заполнены зернистой массой, состоящей в значительной степени из алейроновых зерен. Крахмальные зерна вкраплены в зернистой массе.

2.4 Морфология и анатомия семян масличных культур

Масличные культуры принадлежат к разным семействам. Строение их семян резко отличается от строения семян злаковых и бобовых культур. Имеются также различия в строении семян отдельных масличных культур.

Семена одних масличных культур покрыты плодовой, других - семенной

оболочкой. Под семенной оболочкой находится эндосперм, который покрывает зародыш. Зародыш состоит из двух семядолей. Между семядолями, в одном их конце, лежат зачаточные осевые органы - стебель и корень.

У семян подсолнечника, хлопчатника, сои зародыш сильно развит и занимает основной объем семени; эндосперм состоит из одного ряда клеток. У клещевины основную массу семени составляет эндосперм; семядоли имеют вид тонких листочков, расположенных внутри семени. В семени льна зародышевая ткань по объему несколько превышает массу эндосперма.

3 Химический состав плодов и семян

3.1 Характеристика органических веществ

3.1.1 Белки

Белки – это самая ценная часть продуктов питания. Белки входят в состав любой живой клетки, участвуют в их росте и размножении, в образовании ферментов, гормонов и других биологически активных веществ. Почти все реакции в живом организме протекают при участии белков. Белки пищи используются для построения белков тела человека, участвуют в энергетическом балансе организма. Белки, распадаясь в организме, выделяют свободную энергию в количестве 4 ккал (16,7 кДж) на 1 г белка. Среднесуточная физиологическая потребность человека в белке по данным ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) варьирует в пределах от 60 до 100 г. Доля белков растительного и животного происхождения составляет соответственно 45 % и 55 % от общего количества белков в рационе.

Зерно и продукты его переработки являются основным источником растительного белка для организма человека.

Белки у злаковых культур сосредоточены в эндосперме – крахмалистой части зерна и представлены они проламинами и глютелинами. Алейроновые же зерна злаковых расположены в алейроновом слое и заполнены белками глобулинового типа.

У масличных и бобовых культур запасные белки сосредоточены в алейроновых зернах, расположенных в семядолях и эндосперме.

Белки эндосперма пшеницы и ржи подразделяют на промежуточные (цвикельпротеин) и прикрепленные (хафтпротеин). От прочности связи белковых веществ с крахмальными зернами зависит структура эндосперма. Она может быть стекловидной, частично стекловидной и мучнистой.

Белки состоят из аминокислот. В природе обнаружено около 200 аминокислот, однако в построении белков участвуют лишь 20, которые многократно повторяясь, вступая друг с другом в определенные комбинации, образуют тысячи белковых молекул, обладающих сложностью и многообразием. Однако элементарный состав белков – близок друг к другу и составляет в среднем (в %): углерода от 50,6 до 54,5; водорода от 6,5 до 7,3; кислорода от 21,5 до 23,5; азота от 15 до 18; серы от 0,3 до 2,5; во многие белки входит еще фосфор в количестве от 0,2 % до 2 %. В составе отдельных белков обнаружены йод, железо, медь, марганец и другие элементы.

Различают аминокислоты незаменимые и заменимые.

Незаменимые, или обязательные, аминокислоты образуются только в растениях. Они не синтезируются в организме животных и человека и должны входить в готовом виде в состав пищи.

Незаменимыми являются восемь аминокислот: лизин, валин, триптофан, фенилаланин, метионин, лейцин, изолейцин, треонин, для детского организма добавляются еще две незаменимые аминокислоты: аргинин и гистидин.

Аминокислотный состав белков определяет их биологическую ценность. Белки, содержащие все незаменимые аминокислоты, называются полноценными, остальные белки относят к неполноценным.

Наиболее ценными по аминокислотному составу из белков зерновых культур являются белки ржи, гречихи, риса, овса, ячменя, пшеницы. Наиболее высоким содержанием незаменимых аминокислот отличаются соя, арахис.

Белки делятся на две группы: простые (протеины), состоящие только из аминокислот, и сложные (протеиды), в состав которых входят белок и вещество небелковой природы.

Протеины подразделяются на группы по растворимости: водорастворимые белки называются альбуминами; белки растворимые в разбавленных растворах нейтральных солей – глобулинами; в слабых растворах щелочей и кислот – глютелинами, в 80 %-ном этиловом спирте – проламинами.

Основная часть белков злаковых культур состоит из проламинов и глютелинов; соотношение этих фракций колеблется от 1:0,9 до 1,5:1. Проламины разных злаков имеют следующие названия: у пшеницы и ржи – глиадин, ячменя – гордеин, овса – авенин, кукурузы – зеин, проса – паницин и т.д. Глютелины у пшеницы, ржи называются глютелинами, а для других культур – глютелинами.

Альбумины и глобулины в небольшом количестве находятся в зерне всех культур, более высокое их содержание в зерне бобовых, гречихи, овса, ржи. Альбумины и глобулины, биологически более ценные белковые фракции, чем проламины и глютелины.

Принадлежность зерновых белков к одной и той же группе по растворимости не говорит еще об их идентичности по пищевой полноценности, также по другим физическим и химическим свойствам. Так, глиадин и глютелин пшеницы коренным образом отличаются от зеина и глютелина кукурузы, а также от проламинов и глютелинов зерна других культур.

Основные отличия заключаются в строении белковых молекул, их аминокислотном составе и физико-химических свойствах (способность к набуханию, образованию клейковины, пептизации; разные условия и скорость их тепловой денатурации).

Белки пшеницы и ржи способны хорошо набухать, образуя связную эластичную (пшеница) или вязкую (рожь) массу.

В меньшей мере этой способностью обладают белки ячменя. Пониженная гидрофильность, слабое набухание, неспособность образовывать связное тесто отмечены у белков овса, проса, риса, кукурузы.

Белки зернобобовых, при сравнительно благоприятном аминокислотном составе, в технологическом отношении значительно уступают белкам пшеницы и ржи. Они менее гидрофильны, слабо набухают, в набухшем виде медленно поддаются тепловой денатурации и быстро «стареют», постепенно теряя способность к набуханию и размягчению.

При замешивании пшеничного теста глиадин и глютенин набухают и, склеиваясь, образуют непрерывную фазу теста. Если тесто промыть водой, то из него будут удалены крахмал, водорастворимые вещества, раздробленные частицы оболочек и клеточных стенок и останется комочек эластичной резиноподобной массы – клейковины.

По содержанию клейковины зерно тритикале приближается, а в некоторых случаях и превосходит лучшие сорта пшеницы. Вместе с тем по качеству (по растяжимости, набухаемости) клейковина тритикале уступает пшеничной.

Хлеб из ячменной муки низкого качества: быстро черствеет, имеет неприятный привкус.

Клейковина в пивоварном ячмене нежелательна. Она резко ухудшает технологический процесс приготовления пива, снижает его количество и качество. Скорость расщепления белков ячменя с высоким содержанием клейковины при производстве пива в несколько раз меньше, чем бесклейковинного зер-

на, ферментативная активность солода (пророщенное и высушенное зерно) снижается.

Протеиды или сложные белки – это вещества, состоящие из белка и добавочной группы небелковой природы – простетической группы.

В зависимости от химической природы входящего в них небелкового вещества такие соединения подразделяют на белки, содержащие фосфор - фосфопротеиды, соединенные с нуклеиновыми кислотами – нуклеопротеиды, с углеводами – гликопротеиды, с пигментами - хромопротеиды.

Нуклеопротеиды имеют огромное значение в явлениях наследственности. Высоко содержание нуклеопротеидов и нуклеиновых кислот в зародыше зерна.

К небелковым азотосодержащим веществам относятся продукты гидролиза или неполного синтеза белков (аминокислоты, пептоны, полипептиды), алколоиды, соли азотной и азотистой кислот, нуклеиновые кислоты и другие вещества. Многие из них участвуют в образовании специфических вкуса и аромата продуктов, а также в стимулировании деятельности пищеварительных желез.

К нуклеиновым кислотам относятся рибонуклеиновая (РНК) и дезоксирибонуклеиновая (ДНК) кислоты. Нуклеиновые кислоты оказывают контролирующее воздействие на синтез специфических белков в клетке, что делает их совместно с белками основой жизненных процессов.

3.1.2 Ферменты

Ферменты, или энзимы – это специфические белки, вырабатываемые живой растительной, животной или микробной клеткой и обладающие способностью ускорять химические реакции.

В зависимости от природы белков ферменты делят на однокомпонентные и двухкомпонентные. Первые состоят из простых белков (протеинов), вто-

рые состоят из белка и небелковой части, называемой простетической группой. В построении простетической группы принимают участие нуклеотиды, атомы железа, меди, магния, витаминов и других элементов.

Все ферменты, в зависимости от видов катализируемых ими реакций, разделяют на шесть классов: оксиредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы.

В зерне, как и во всяком живом организме, большое количество ферментов. Они сосредоточены в основном в зародыше и периферийных частях зерна. Активность ферментов незрелого или проросшего зерна повышенная.

Рассмотрим некоторые ферменты, имеющие наибольшее значение для биохимических процессов, протекающих в зерне и оказывающих влияние на качественное состояние зерна при хранении и его переработке.

Протеолитические ферменты или протеазы зерна более активны в слабощелочной среде при температуре от 45 °С до 47 °С. Значительно их активность снижается в присутствии окислителей, которые применяют для улучшения качества хлеба при переработке слабой муки, а также при наличии поваренной соли.

К амилолитическим ферментам относятся: α – амилаза, β – амилаза, глюкоамилаза. При действии β – амилазы на крахмал образуются, главным образом, мальтоза и небольшое количество высокомолекулярных декстринов (промежуточный продукт гидролиза крахмала). При действии на крахмал α – амилазы образуются в большем количестве декстрины меньшей молекулярной массы и незначительное количество мальтозы. При совместном действии обеих амилаз крахмал осахаривается почти полностью, так как декстрины осахариваются сравнительно легко. Особенно легко осахаривается оклейстеризованный крахмал, так как рыхлые набухшие крахмальные зерна быстро поддаются действию ферментов.

Осахаривание крахмала, содержащегося в тесте, β – амилазой улучшает качество хлеба, так как собственных сахаров муки не хватает на весь цикл брожения полуфабрикатов. Они сбразиваются в первые 2 часа после замеса теста.

Значительная активность α – амилазы ухудшает состояние хлебных изделий, так как этот фермент превращает крахмал в декстрины, которые портят состояние мякиша. По сравнению с крахмалом декстрины плохо набухают в воде, мякиш становится липким и качество хлеба ухудшается.

В нормальном здоровом зерне пшеницы и ячменя содержится только β – амилаза; α – амилаза образуется при прорастании.

Во ржи присутствуют оба фермента – α и β – амилазы, при прорастании количество и активность α – амилазы резко возрастает. В непроросших зернах сорго имеется α – амилаза, а в соевых бобах, непроросших и проросших встречается только β – амилаза.

Кроме протеолитических и амилолитических ферментов, на свойства теста и качество хлеба влияют и другие ферменты. Это липаза, липоксигеназа, полифенолоксидаза (тирозидаза). Липаза катализирует расщепление жиров на глицерин и жирные кислоты. Липоксигеназа окисляет жирные непредельные кислоты муки до перекисей. Полифенолоксидаза окисляет аминокислоту муки тирозин с образованием темноокрашенных соединений – меланинов, которые вызывают потемнение теста и мякиша при переработке некоторых партий муки. Особенно много ее в ржаной муке.

3.1.3 Углеводы

Углеводы – основной источник энергии для живого организма. Калорийность углеводов составляет 4,0 ккал/г (17,2 кДж).

В состав углеводов в основном входят углерод, водород и кислород. Некоторые углеводы содержат также и азот.

В растительных продуктах на долю углеводов приходится до 90 % сухих веществ и около 2 % сухих веществ в продуктах животного происхождения.

Все углеводы разделяют на две группы – монозы или моносахариды, и полиозы или полисахариды, состоящие из остатков молекул моносахаридов.

Важнейшие углеводы, встречающиеся в зерне, представлены в виде следующей схемы (рисунок 3.1)



Рисунок 3.1 - Важнейшие углеводы

Пентозы (арабиноза и ксилоза) могут встречаться в растениях в небольших количествах в свободном виде, но содержатся в них главным образом в виде сложных полисахаридов – пентозанов, которые входят в состав клеточных стенок. Много их в семенных и плодовых оболочках. Рибоза входит в со-

став рибонуклеиновых кислот. Пентозаны разделяют на водорастворимые и нерастворимые, но растворяющиеся в водных растворах щелочей.

Водорастворимые пентозаны оказывают влияние на качество муки и теста вследствие сильно выраженных коллоидных свойств, способности к гелеобразованию и повышенной гидратации. Важную роль в тестообразовании играют водорастворимые пентозаны зерна ржи (слизи). Пентозы и пентозаны дрожжами не сбраживаются.

Гексозы представлены главным образом глюкозой и фруктозой или левулезой. В зрелом зерне их немного – от 0,1 % до 0,2 %. Они сбраживаются дрожжами при подготовке теста и при выпечке хлеба.

Моносахариды в большом количестве содержатся в недозревшем или проросшем зерне.

Клетчатка, или целлюлоза образует структурную основу оболочек растительных клеток и представляет полимер глюкозы $(C_6H_{10}O_5)_n$. Содержится главным образом в оболочках зерна и в стенках клеток алейронового слоя.

Клетчатка – химически очень стойкое вещество, не растворяющееся в воде и разбавленных растворах кислоты и щелочи; в организме человека не переваривается. Тем не менее, клетчатка является важной составной частью хлеба.

Клетчатка не переваривается в желудочно-кишечном тракте человека. Она переваривается лишь жвачными животными, в желудке которых имеются особые бактерии, гидролизующие клетчатку с помощью выделяемого ими фермента целлюлазы.

Гемицеллюлозы (полуклетчатки) представляют собой большую группу высокомолекулярных полисахаридов разнообразного химического состава, но с общими физическими свойствами. Гемицеллюлозы не растворяются в воде, но растворяются в щелочах. Вместе с клетчаткой гемицеллюлозы образуют механические скелетные вещества клеточных оболочек, являясь в то же время

запасной тканью, используемой при прорастании семени. В зерне пшеницы и ржи содержится от 8 % до 10 % гемицеллюлоз.

3.1.4 Липиды

В соответствии с химическим составом липиды зерна и семян можно разделить на три группы.

К первой группе относятся липиды простые - жиры и воски. Вторую группу составляют липиды сложные. Они содержат, кроме углерода, кислорода и водорода, также фосфор, азот, иногда серу. Это - фосфатиды и сульфолипиды. Третья группа называется циклическими липидами. Сюда относятся стеринны и их эфиры с высокомолекулярными жирными кислотами - стериды. В липидах растворимы некоторые пигменты - хлорофилл и каротиноиды, придающие окраску зерну и семенам.

На долю жиров приходится от 63 % до 65 % всех липидов зерна. Они накапливаются в больших количествах в семенах многих растений, особенно масличных. Семена, богатые жиром, используют в масложировой промышленности для получения растительных жиров или, как их называют, растительных масел.

Жиры – это сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и различных жирных кислот. В организме жиры участвуют в обмене веществ, синтезе белков, образовании тканей, служат источником жирорастворимых витаминов (А, Д, Е, К), являются источником энергии (при окислении 1 г жира выделяется 9,3 ккал (37,7 кДж). Суточная потребность человека в жирах в среднем составляет от 80 до 100 г.

Содержание жира колеблется в больших пределах – от 1,7 % (пшеница) и 4,6 % (кукуруза) до 59 % (клевщина). Наиболее важная и распространенная группа сложных липидов – фосфолипиды (фосфатиды).

Типичным и наиболее распространенным представителем фосфатидов в злаковых является лецитин, содержащий в качестве азотистого основания холин. В зерне пшеницы лецитина содержится 0,65 %, ржи – 0,57 %, кукурузы – 0,38 %, льна – 0,88 %, сои – 1,68 %.

Фосфати́ды, особенно лецитин - поверхностно-активные вещества, прекрасные эмульгаторы, широко применяются в пищевой промышленности при изготовлении шоколада, маргарина и в качестве веществ, предохраняющих жиры от окисления и прогоркания.

Роль лецитина в обмене веществ весьма велика. Он регулирует проницаемость клеток; принимает участие в процессе кроветворения; оказывает влияние на работу сердечной мышцы, на образование костей. Лецитин необходим для обмена веществ нервных тканей. Он предотвращает атеросклероз кровеносных сосудов, препятствуя отложению на их стенках холестерина.

В зародышах пшеницы и ржи содержатся фосфати́ды, в которых нет азотистых оснований. Такие фосфати́ды называются фосфатидными кислотами. Из фосфатидов под действием соответствующего фермента высвобождается фосфорная кислота – одно из веществ, определяющих кислотность зерна и муки.

3.1.5 Витамины, пигменты

Витамины незаменимы в питании человека, способствуют нормальному обмену веществ, росту организма, повышают сопротивляемость его к заболеваниям. При длительном отсутствии витаминов в пище возникают тяжелые заболевания – авитаминозы, при недостатке их – гиповитаминозы, при избыточном поступлении – гипervитаминозы. Все витамины условно делят на жирорастворимые (А, Д, Е, К), водорастворимые (С, Р, РР, группы В и др.) и витаминоподобные вещества.

3.2 Характеристика неорганических веществ

3.2.1 Вода

Вода входит в состав всех живых организмов, принимает участие в различных биохимических процессах, протекающих в клетках. От того, в каком количестве она присутствует, зависит и интенсивность жизненных процессов в них, в частности в зерне. Содержание воды в зерне, выраженное в процентах по отношению к его общей массе, равной сумме всех сухих веществ и воды, называется влажностью зерна. Влагосодержание – содержание воды в зерне, выраженное в процентах по отношению к массе сухих веществ.

В зависимости от стойкости зерна при хранении, а также возможности его переработки, по стандартам различают четыре состояния зерна по влажности.

Для пшеницы, ржи, ячменя и гречихи эти состояния характеризуются следующим содержанием влаги: сухое до 14 % включительно; средней сухости от 14 % до 15,5 % включительно; влажное от 15,5 % до 17 % включительно; сырое свыше 17 %.

Для семян масличных культур эти состояния сдвинуты в сторону меньшей влажности, для семян бобовых – в сторону большей. Различия в состояниях зерна в зависимости от влажности, объясняются различными формами связи влаги с зерном.

Зерно в сухом состоянии хорошо сохраняется и может быть заложено на хранение насыпью большой высоты, так как процессы его жизнедеятельности снижены, микроорганизмы не развиваются. Вода в этом состоянии связана с гидрофильными коллоидами, лишена подвижности и не принимает участие в реакциях.

3.2.2 Минеральные (зольные) вещества

К минеральным веществам относятся вещества, входящие в состав золы, которая образуется в результате полного сгорания продукта при высокой температуре (750 – 800 °С). Зола составляет от 1,5 % до 3,0 % от массы зерна. Количество минеральных веществ в зерне колеблется в зависимости от почвенно-климатических условий, применяемых удобрений, вида и сорта растений. Большая часть минеральных веществ содержится в периферийных слоях зерна и зародыша.

4 Всхожесть, энергия прорастания и жизнеспособность семян

Высококачественные сортовые семена являются основой урожая.

Сорт - одно из средств сельскохозяйственного производства. Он является самостоятельным и совершенно определенным фактором повышения урожайности и наряду с агротехникой в некоторых случаях имеет решающее значение для получения высоких и устойчивых урожаев.

Отборные семена лучших районированных селекционных и местных сортов полнее используют плодородие почвы, при всех прочих равных условиях дают более высокий урожай высококачественного зерна.

Семенное зерно должно отвечать определенным требованиям (кондициям), установленным государственными стандартами. Семена должны иметь высокие сортовые и посевные качества. Показателем сортового достоинства семян является сортовая чистота. К показателям посевных качеств семян относят: всхожесть, энергию прорастания, чистоту, количество и состав примесей, пораженность грибными и бактериальными заболеваниями, зараженность

вредителями зерновых запасов (клещами и насекомыми), влажность семян и некоторые другие показатели.

Сортовую чистоту можно определить только в полевых условиях по особенностям строения колоса и других частей хлебного растения (апробация посевов). Апробацию кукурузы проводят в складе по початкам.

Сортовая чистота семян, зерновых и бобовых культур, высеваемых на семенных участках должна быть не менее 98,0 %, в семеноводческих хозяйствах - не менее 99,5 %, на общих площадях - не менее 95,0 %.

Всхожесть - важнейший показатель биологических свойств и хозяйственных качеств зерна, она определяет пригодность зерна для посева, норму его высева, а также возможность использования зерна для других целей (например, ячменя в пивоварении).

Всхожестью называют количество нормально проросших семян в пробе, взятой для анализа, выраженное в процентах.

Под энергией прорастания семян понимают процент нормально проросших за определенный срок семян. Энергия прорастания считается важным показателем посевных качеств семян, она характеризует дружность всходов и, следовательно, одновременность роста и развития растений, а также созревания зерна, что улучшает его качество и облегчает уборку.

Семена зерновых и бобовых культур, относимые к первому классу (кроме твердой пшеницы), должны иметь всхожесть не менее 95 %. Твердая пшеница первого класса должна иметь всхожесть не менее 90 %, зерно кукурузы - 96 %.

Одновременно с всхожестью определяют чистоту и энергию прорастания семян. Всхожесть важна не только для семенного зерна, но и для продовольственного, так как она имеет технологическое значение, особенно при гидротермической обработке зерна перед размолотом.

Под чистотой понимают процентное содержание чистых семян в исследуемой партии или образце по отношению к общей кассе семян вместе с примесями. Посевной материал пшеницы, ржи, ячменя, овса, проса, гречихи и риса должен иметь не менее 97 % чистых семян (третий класс).

Для характеристики семян применяют, кроме того, показатель посевной годности, т.е. всхожесть семян основной культуры.

5 Составление и отбор проб

5.1 Основные понятия

Качество партии зерна устанавливается на основании результатов анализа среднего образца, отобранного от партии.

Партия - любое количество зерна однородного по качеству (по органолептической оценке), предназначенного для одновременного приема, отгрузки или хранящегося в одном силосе, складе.

Точечная проба - небольшое количество зерна, которое отбирают от партии за один прием (совком, щупом или каким-либо другим путем).

Объединенная проба – совокупность всех точечных проб, отобранных из партии зерна.

Средняя проба – часть объединенной пробы, выделенная для определения качества партии. Для небольших партий зерна объединенная проба одновременно является и средней пробой (не более 2 кг).

Навеска – часть средней пробы, выделенная для определения отдельных показателей качества зерна.

5.2 Составление объединенной пробы и выделение средней пробы и навесок

Отобранные пробы тщательно осматривают, сличают одну, с другой. Если все пробы окажутся однородными, их объединяют, получая объединенную пробу. Если отобранные пробы резко отличаются одна от другой, их объединяют в отдельные группы и в результате получают несколько объединенных проб, принимаемых за отдельные партии, и на каждую выдают документы о качестве.

Объединенную пробу тщательно смешивают и выделяют из него на делителях или вручную среднюю пробу. Если исходный образец весит до 2 кг, то эта проба одновременно является и средней пробой.

При отборе большой однородной партии зерна при погрузке (выгрузке) судна среднюю пробу составляют так: из точечных проб, отобранных за определенный отрезок времени (час или два) составляют промежуточную пробу, которую тщательно смешивают, и выделяют из нее среднюю пробу массой $(2,0 \pm 0,1)$ кг или $(3,0 \pm 0,1)$ кг для проверки отдельных показателей качества. К концу смены или суток все средние пробы, выделенные из промежуточных, объединяют и из них выделяют среднюю пробу за смену, по которой проводится анализ по всем показателям качества.

После окончания погрузки (выгрузки) подсчитывают средневзвешенное качество по всем среднесменным пробам, на основании которого выписывают удостоверение о качестве партии зерна.

При всех операциях с объединенной и средней пробами, а также при выделении навесок для анализа требуется тщательное перемешивание зерна для того, чтобы все части пробы были однородными.

Смешивание зерна и выделение навесок следует производить на делителях, и лишь только при отсутствии их вручную - методом крестообразного де-

ления. Для этого объединенную пробу высыпают на стол с гладкой поверхностью, распределяют зерно в виде квадрата и смешивают при помощи двух коротких деревянных планок со скошенными ребрами.

Смешивание производят так, чтобы зерно, захваченное с противоположных сторон квадрата на планки в правой и левой руке, ссыпалось на середину одновременно, образуя после нескольких перемешиваний валик. Зерно с концов валика снова захватывают планками и также ссыпают в середину. После трехкратного перемешивания объединенную пробу выравнивают в виде квадрата и делят скошенным ребром планки по диагоналям на четыре треугольника (рисунок 5.1).

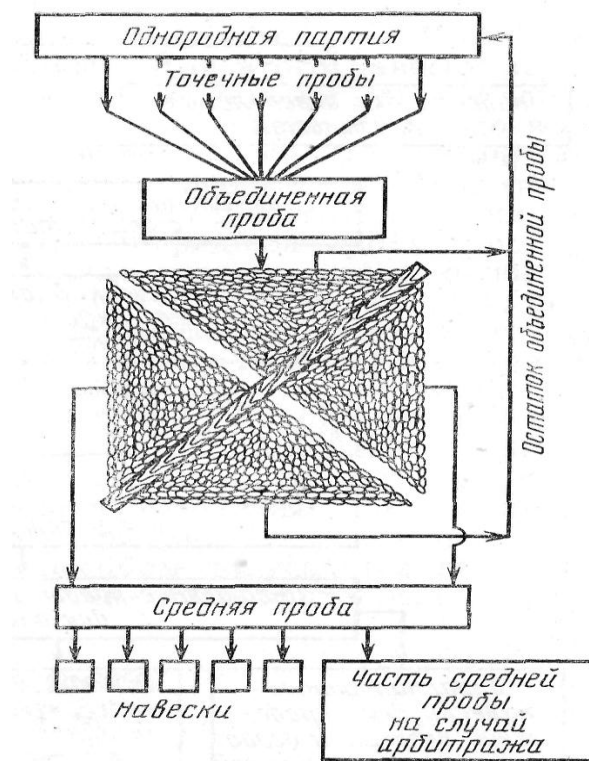


Рисунок 5.1 – Схема смешивания и выделения средней пробы и навесок

Из двух противоположных треугольников зерно удаляют, а из двух оставшихся собирают вместе, разравнивают, перемешивают указанным спосо-

бом и делят в таком же порядке еще раз. Таким образом, зерно делят постепенно до тех пор, пока не останется около 2 кг. Это и будет средняя проба. Из средней пробы на делителях или вручную вышеописанным методом, выделяют навеску зерна для анализа.

5.3 Составление среднесуточной пробы и выделение средней пробы

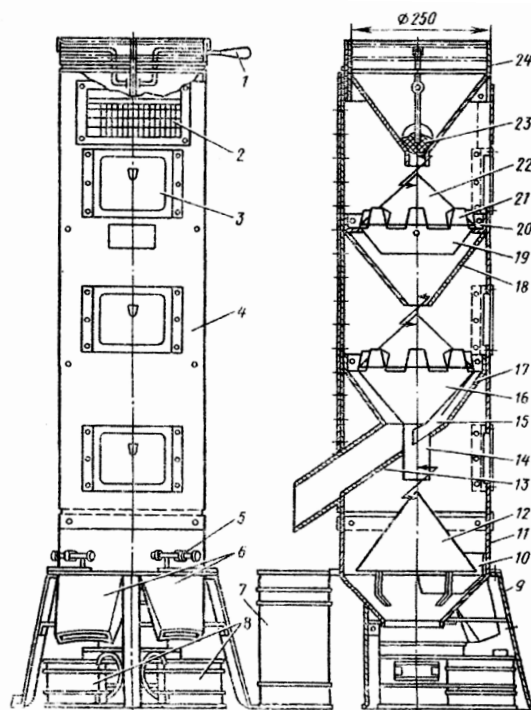
При приеме однородных по качеству партий зерна оценку его качества производят по среднесуточным пробам, так как это значительно сокращает время, затрачиваемое на анализ.

Об однородности поступающих партий зерна судят на основании результатов анализа по влажности и зараженности вредителями, а по остальным показателям - органолептически. Сортная принадлежность зерна устанавливается сортными документами.

Среднесуточная проба составляется в два этапа. Сначала от каждой автомашины (прицепа) обычными способами отбирают пробы для составления объединенной пробы. Затем из объединенной пробы выделяют с помощью мерки объемом 200 см^3 или делителя часть зерна из расчета 50 г на каждую тонну доставленного зерна.

Из среднесуточной пробы выделяют (на делителе или вручную) среднюю пробу для определения качества.

Делительный аппарат БИС-1. Из делительных аппаратов (ДБ-1, Гусева, ДЗК-1 и др.) широко применяется делитель БИС-1 (рисунок 5.2). Он предназначен для смешивания образца зерна и выделения из него навесок в 25, 50 и 100 г. Кроме этого, прибор позволяет выделить часть зерна, пропорциональную весу привезенной партии, для составления среднесуточного образца и отделить половину образца с целью определения объёмной массы зерна.



1 – рукоятка затвора; 2 – таблица, по которой устанавливается число делений шкалы при выделении навески заданной величины; 3 – смотровые окна для осмотра и чистки прибора; 4 – наружный цилиндр; 5 – ручка для перемещения секций, изменяющих сечение прямоугольных отверстий; 6 – два лотка для выделения навесок; 7 – два круглых ковша для обезличенного зерна; 8 – два ковша для навесок; 9 – три опорные ножки; 10 – две подвижные секции; 11 - основание; 12 – конус нижней части цилиндра; 13 – отводной патрубков для зерна; 14 – труба нижнего конуса; 15, 16 – отражательные планки, не позволяющие зерну задерживаться на трубе; 17 – воронка; 18 – воронка большого диаметра; 19 – нижний конус делительно-смешивающего устройства; 20 – проволочная крестовина; 21 – улавливающие ячейки восьми прямоугольных отверстий; 22 – верхний конус делительно-смешивающего устройства; 23 – шаровой затвор; 24 – приемная воронка.

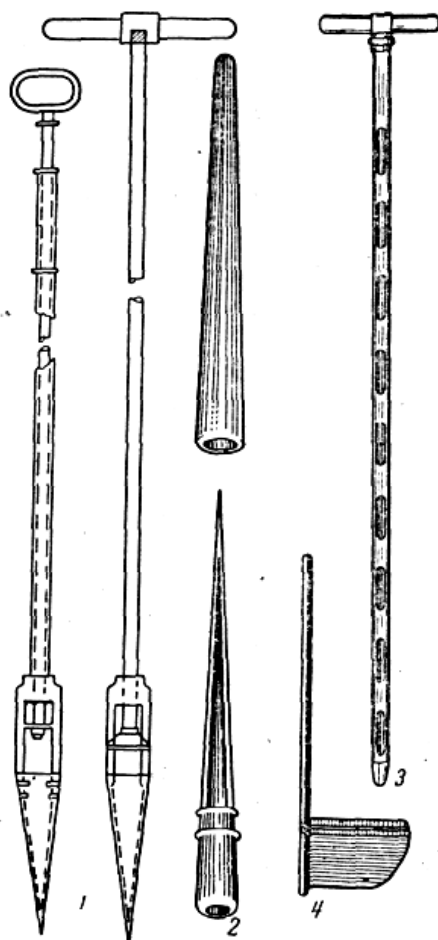
Рисунок 5.2 – Зерновой делитель БИС-1

Делитель состоит из трех разъёмных цилиндрических частей. Верхняя часть представляет собой приемную воронку конусной формы (емкостью до 4,5 кг) с шаровым затвором. Под воронкой расположена средняя часть прибора, состоящая из двух делительно-смешивающих устройств. Эти устройства смешивают и делят образец пополам. Выделенную половину на втором делительно-смешивающем устройстве по специальному отводу удаляют из делителя и используют для определения объемной массы. Оставшуюся часть образца смешивают и направляют на третье делительно-смешивающее устройство. Оно состоит из конуса, воронки и двух подвижных заслонок, которые используют для изменения величины сечения двух отверстий, имеющих в воронке. Против этих отверстий сделаны два отвода, в один из которых поступает зерно для навески, а в другой - для среднесуточного образца. Кроме того, в нижней части делителя имеется отвод для остатка зерна после выделения навески.

5.4 Отбор проб

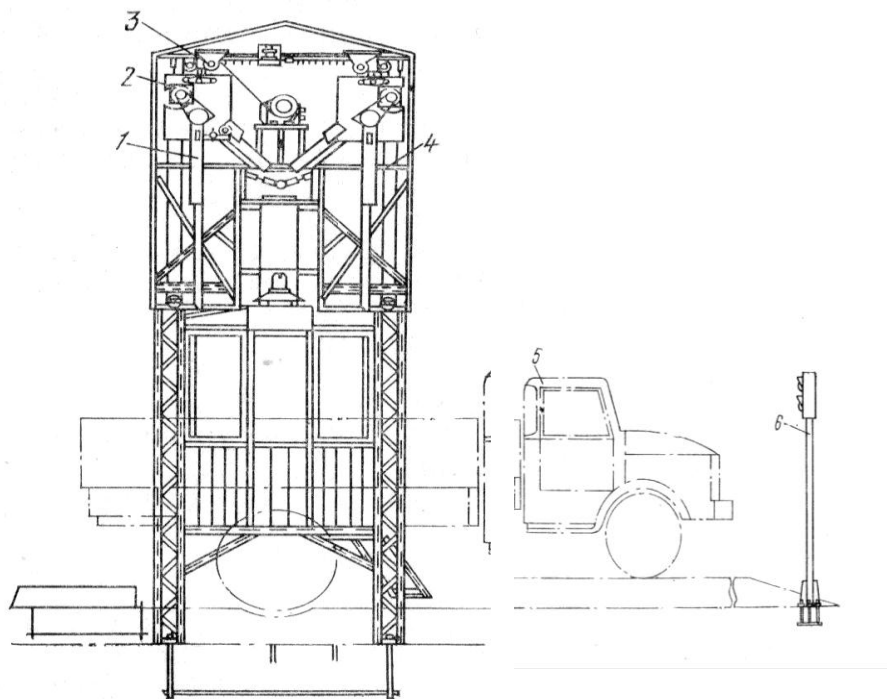
Пробы партии зерна отбирают при помощи специальных щупов или пробоотборников. Щупы бывают конусные и цилиндрические. В зависимости от назначения их разделяют на автомобильные, вагонные, складские, силосные, мешочные (рисунок 5.3).

Для взятия проб зерна из автомобиля, кроме конусных щупов, распространение получили автомобильные пробоотборники - А1-УП-2А, А1-УП-3А (рисунок 5.4); пневматические пробоотборники ПДШ-1, ППД-1.



1 - вагонные конусные щупы; 2 - мешочный щуп; 3 - цилиндрический щуп; 4 - ковш

Рисунок 5.3 – Зерновые щупы и ковш



1 – нория; 2 – лебедка; 3 – система блоков; 4 – ленточный конвейер;
5 – автомобиль; 6 – светофор.

Рисунок 5.4 – Установка А1-УП-2А для автоматического отбора проб из
автомобиля

6 Общие принципы органолептической оценки качества зерна

При оценке зерна как объекта хранения и сырья для промышленной переработки все показатели его качества подразделяются на пять основных групп: ботанико-физиологические; органолептические (сенсорный анализ), физические, химические, технологические свойства.

Качество зерновой массы определяется особенностями отдельных зерен и характером включений. Поэтому все способы определения различных сторон качества зерна независимо от величины исследуемого образца (несколько зерен, навеска) в конечном счете подчинены качественной оценке зерновой массы (партии) в целом, и только в тесной связи с этой задачей они имеют смысл.

6.1 Органолептические показатели качества зерна

Относятся показатели качества зерна (цвет, запах, вкус), определяемые при помощи органов чувств. Они являются показателями свежести зерна, полноценности потребительских веществ.

При определении качества зерна, как и всякого другого пищевого продукта, органолептическая оценка имеет решающее значение, поскольку окончательное суждение о достоинстве продукта питания можно иметь только при употреблении его в пищу.

Нормальное зерно и семена каждой культуры имеют характерную естественную окраску, блеск, запах и вкус.

Эти показатели могут значительно изменяться под влиянием неблагоприятных условий при созревании, уборке, перевозках, сушке и хранении.

Наиболее часто наблюдается комплексное изменение показателей свежести, т.е. цвета, запаха и вкуса.

Определить запах проще, чем вкус, так как это не связано с необходимостью разжевывания пробы несвежего зерна. Поэтому в большинстве случаев о свежести зерна судят по цвету и запаху. В сомнительных случаях, когда правильно определить запах трудно, приходится пробовать зерно на вкус.

6.2 Степени дефектности зерна

Первая степень порчи зерна – зерно с солодовым запахом. Сюда относят партии зерна, вышедшего из стадии покоя. В зерне усиленно проявляется физиологический процесс (дыхание), что создает благоприятные условия для жизнедеятельности плесенных грибов на поверхности зерна. Зерно без соответствующей обработки становится нестойким к длительному хранению, может быть пригодным к использованию на производственные цели.

Вторая степень порчи зерна – зерно приобретает плесенно-затхлый запах, который выявляется у партии зерна с разными степенями воздействия на него плесневых грибов. Если плесневыми грибами, поражены эндосперм и зародыш, то зерно используют только для кормовых и технических целей. При поверхностном повреждении после соответствующей обработки с удалением цветковых и плодовых оболочек зерно может быть приведено в соответствие, годное для продовольственного использования.

Третья степень порчи зерна – зерно с гнилостно-затхлым запахом; оно может быть использовано только для технических целей. Эта степень дефективности обнаруживается у партии зерна с глубоко зашедшим процессом разложения органических веществ, главным образом белковых и жира, под влиянием плесневых грибов и сильно развившегося бактериоза.

Четвертая степень порчи зерна – зерно с совершенно изменившейся оболочкой бурого-черного или черного цвета. Используется только для технических целей. Сюда относят партии зерна с высокой влажностью, которые под-

вергались бурно развившемуся самосогреванию, протекавшему при очень высоких температурах.

Однако такая классификация испорченного зерна, весьма условна, поскольку определение запаха носит субъективный характер и одним запахом не исчерпывается оценка качества зерна.

Для устранения субъективности и исключения возможной ошибки в оценке качества зерна разработан объективный метод определения дефектности зерна пшеницы, основанный на количественном учете содержания аммиака.

Повышенное содержание аммиака, указывающее на частичное разрушение белковых веществ, является основным показателем утраты зерном свежести.

С учетом содержания аммиака, степени дефектности зерна характеризуются следующими признаками.

7 Засоренность зерновой массы

7.1 Основные положения

Засоренностью зерна называется количество примесей, выявленных в зерне, в процентах от его массы.

Различают две основные фракции примесей в зерне: сорную и зерновую.

В состав сорной примеси входят:

- 1) минеральная примесь - земля, песок, камешки и т.п.;
- 2) органическая примесь - ости, солома, части растений;
- 3) проход через сито с отверстиями, размер которых определяется стандартами на отдельные культуры;
- 4) сорные семена - семена сорняков и культурных растений, не отнесенные к зерновой примеси и основному зерну. Так, зерна ржи и ячменя в пшенице

относят к зерновой примеси, а зерна всех других культурных растений относят к сорной примеси;

5) целиком испорченное ядро основной культуры: прогнившее, обуглившееся, с выеденным ядром;

б) вредная примесь - компоненты, которые могут вызвать тяжелые отравления человека и животных. Вредная примесь в зерне не должна превышать 1 %.

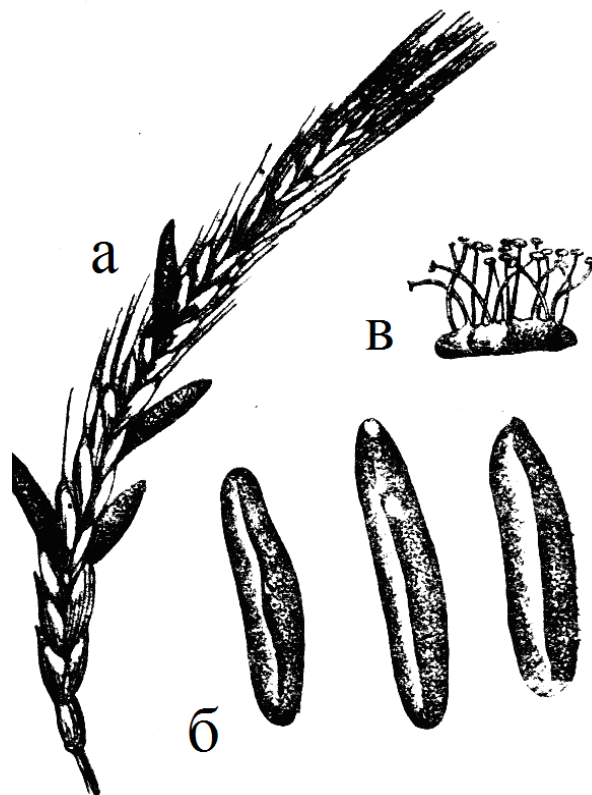
К наиболее распространенным семенам сорных растений относят: овсюг, костер ржаной, куколь, василек синий, донник и др. Некоторые семена сорняков близки по размеру и плотности к зерну отдельных культур и являются трудноотделимыми, например, в овсе - овсюг, во ржи - костер ржаной, в просе - тысячеголов и др.

К вредной примеси относят:

1) рожки или склероции спорыньи черно - фиолетового цвета длиной от 5 до 20 мм, содержащие ядовитые вещества (рисунок 7.1);

2) головневые мешочки со спорами черно-бурого цвета. Мешочек имеет овальную форму, а по размеру близок к зерну пшеницы (рисунок 7.2);

3) угрица – это галлы (патологические новообразования) темно-коричневого цвета, напоминающие недоразвитые зерна пшеницы, заполненные нематодами (мелкими червячками). В разрезе галлы белого цвета. В пораженных завязях цветка вместо зерна пшеницы образуются галлы (рисунок 7.3).



а – колос ржи с рожками (склероции) спорыньи; б – рожки спорыньи; в – проросший рожок.

Рисунок 7.1 – Спорынья ржи

4) зерно, пораженное фузариозом; такие зерна обладают токсичностью, которая связана с накоплением в зерне ядовитых продуктов жизнедеятельности гриба. Употребление в пищу хлеба, полученного из токсического зерна (пьяный хлеб) вызывает отравление.



а – внешний вид колоса; б – головневый мешочек.

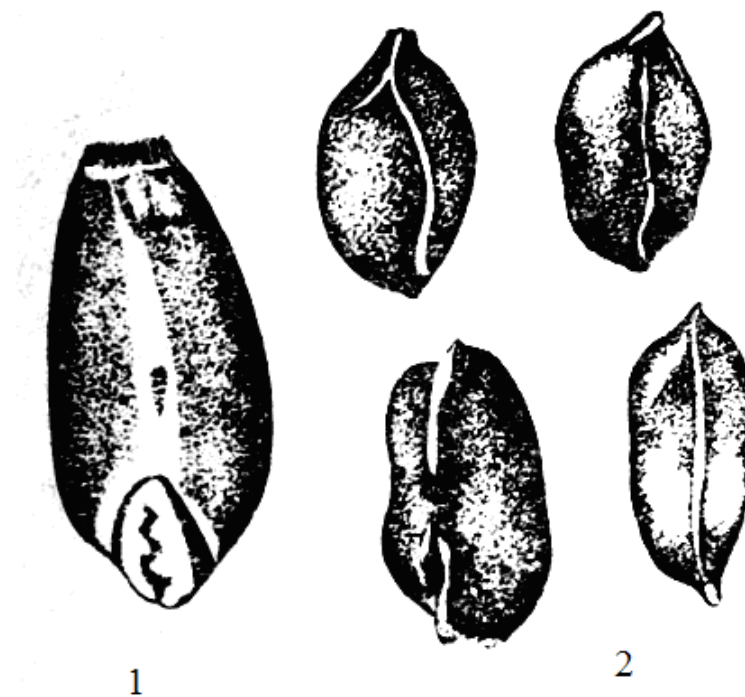
Рисунок 7.2 - Головня

5) семена ядовитых сорняков (горчак-софора, софора лисохвостая или обыкновенная, софора толстоплодная, мышатник, плевел опьяняющий, горчак розовый, триходесма седая, гелиотроп опушенноплодный (рисунки 7.4-7.7).

К зерновой примеси относят:

1) битые и изъеденные вредителями зерна основной культуры (если осталось менее половины зерна);

2) сильно недоразвитые зерна основной культуры (щуплые) – зерна меньшего размера, со складчатой поверхностью, с сильно развитой оболочкой и слабо развитым эндоспермом;



1 – нормальное зерно; 2 – галлы.

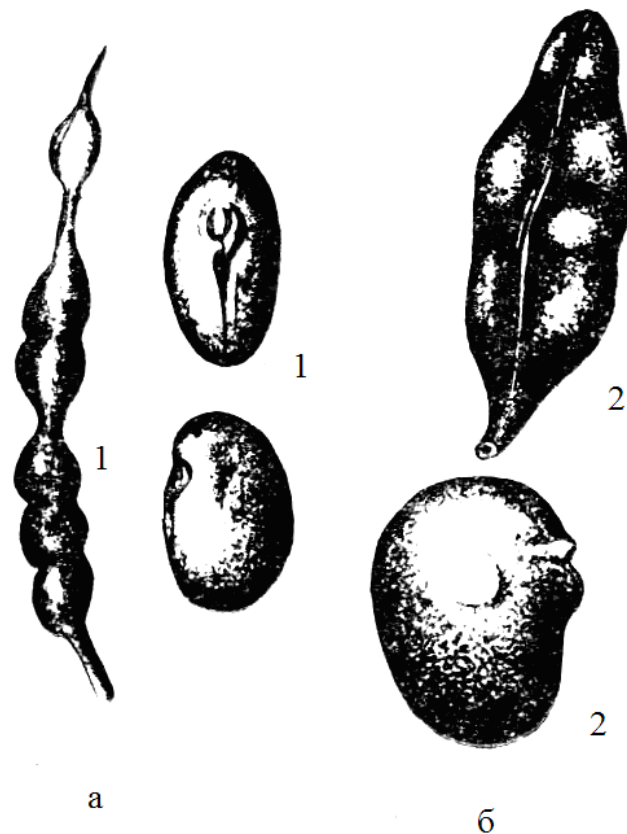
Рисунок 7.3 – Пшеница и галлы пшеницы

3) проросшие зерна основной культуры – зерна с ростком, вышедшим наружу или утратившие этот росток, но деформированные вследствие прорастания и с измененным цветом оболочек;

4) раздутые зерна при сушке, характеризующиеся измененной структурой оболочек и эндосперма, появлением в нем трещин и пустых полостей;

5) морозобойные зерна – это зерна, захваченные на корню морозами. Они бывают щуплыми, деформированными и при этом обесцвеченными или потемневшими и реже зелеными;

6) зеленые зерна основной культуры – это зерна с незаконченным процессом дозревания;



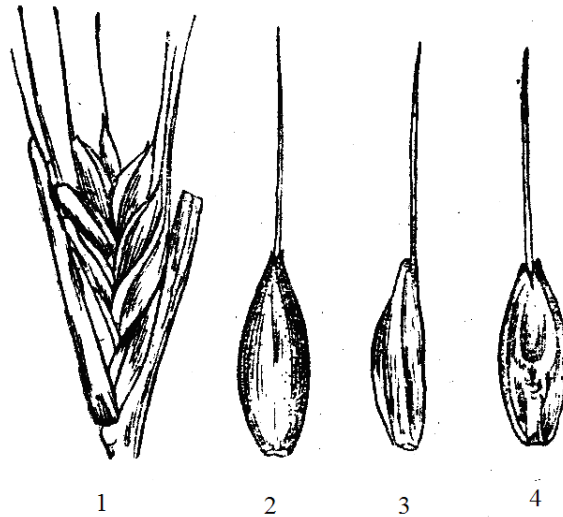
1 – бобы; 2 – семена.

Рисунок 7.4 – Софора лисохвостая (а) и толстоплодная (б)

7) целые и поврежденные зерна других культур, не отнесенные к сорной примеси, например, зерна ржи и ячменя в пшенице относятся к зерновой примеси.

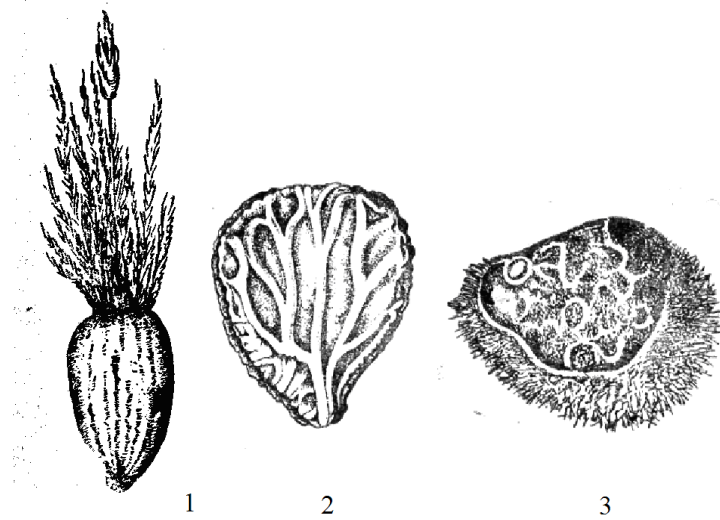
После удаления сорной и зерновой примесей остается основное зерно. К нему относят:

- 1) целые зерна;
- 2) битые и изъеденные, сохранившие более половины эндосперма;
- 3) наклюнувшиеся, но еще непроросшие зерна (с треснувшей оболочкой над зародышем);



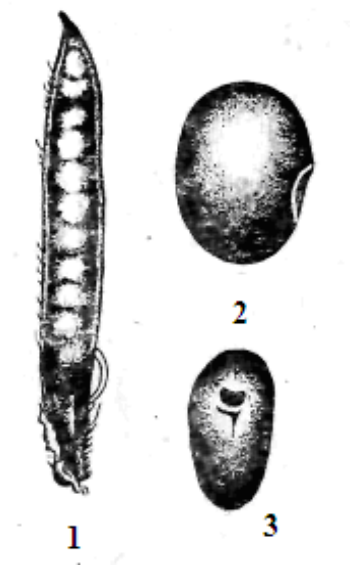
1 – колосок; 2 – зерновка с верхней стороны; 3 – сбоку; 4 – с нижней стороны.

Рисунок 7.5 – Плевел опьяняющий



1 – горчак розовый; 2 – гелиотроп опушенноплодный; 3 - триходесма седая.

Рисунок 7.6 – Семена ядовитых сорняков



1 – плод; 2 – семя; 3 – семя со стороны рубчика

Рисунок 7.7 – Термопсис ланцетный или мышатник

4) морозобойные зерна, имеющие нормальную форму (первая и вторая степени повреждения морозом);

5) зерна других культур, имеющие более высокую пищевую и кормовую ценность, которые могут быть использованы по целевому назначению основного зерна.

Содержание сорной, вредной, зерновой примесей нормируется в стандартах на зерно каждой культуры. Оно увязано с целевым назначением зерна (заготовительное, распределительное и т.п.). В зависимости от процентного содержания примесей в заготавливаемом зерне его делят на две группы: зерно, отвечающее базисным кондициям (требованиям) и зерно, имеющее отклонения по качеству в пределах ограничительных кондиций.

Для получения недостающих данных на предприятиях, перерабатывающих зерно, на ситах осуществляют дополнительный разбор примесей в 100-

граммовой навеске. Это позволяет все примеси разделить на легкоотделимые и трудноотделимые.

В легкоотделимой части примесей выделяют: крупный и мелкий сор, удаляемый просеиванием на ситах с соответствующими отверстиями; легкие примеси, удаляемые воздушной струей; укороченные примеси, удаляемые на триерах-куколеотборниках, и удлиненные примеси, удаляемые на триерах-овсюгоотборниках.

К трудноотделимому, практически обычно неотделимому сору, относят примеси, которые по своим физическим признакам (форме, размерам, плотности, аэродинамическим свойствам и т.д.) настолько близки к зерну основной культуры, что на обычных зерноочистительных машинах не могут быть полностью выделены.

Для очистки зерна от примесей применяют разнообразные производственные машины. Известно, что отделение семян сорных растений, как и других примесей, основывается на отличии их физико-механических свойств от свойств зерен основной культуры. Отделение тем проще и полнее, чем больше отличаются свойства примесей от свойств зерна, и, наоборот, тем сложнее и менее полно, чем меньше это отличие.

7.2 Основные принципы при очистке зерновой массы от примесей

При очистке зерна от примесей используют следующие принципы, положенные в основу конструкций зерноочистительных машин:

1) обволакивание семян сорняков, (горчак, подорожник) железным порошком достигается после предварительного смачивания их водой или маслом. Для удовлетворительной работы электромагнитного сепаратора требуется значительная напряженность магнитного поля - до 400 кА/м (5000 эрстед); увлажненные древесные опилки, прилипая к семенам сорняков (подорожник), увели-

чивают их размеры (ширину) и снижают удельную парусность, после чего становится возможным отделять их по размерам или по разнице в скоростях витания;

2) разница в упругости, т.е. способность тела принимать после деформации первоначальную форму; зерна и другие частицы зерновой массы отличаются между собой по упругости в зависимости от структуры, влажности, химического состава, выполненности, зрелости и т.д.; при высыпании зерновой смеси с некоторой высоты на наклонную поверхность одни составляющие ее частицы, более упругие, отражаясь, отлетят на большее расстояние, другие, менее упругие, упадут ближе к отражающей поверхности. Этот принцип используют в конструкции отражательных сортировальных столов (падди-машинах);

3) разница в механической прочности между примесями и основным зерном. В этом случае разделение происходит при пропуске зерновой массы через резиновые вальцы, вращающиеся в разные стороны и прижатые друг к другу; при этом кусочки земли, некоторые незрелые семена («меловые» семена риса) раздавливаются и в последующем отделяются на ситах и воздушным потоком; зерна основной культуры, вдавливаясь в резину, проходят через вальцы неповрежденными;

7.3 Методы определения засоренности зерновой массы

Засоренность зерна определяют после выделения из средней пробы крупных примесей путем просеивания его на сите с отверстиями диаметром 6 мм.

В зависимости от рода культуры из средней пробы зерна на делителе или вручную выделяется навеска в граммах следующих размеров для:

- кукурузы, фасоли, гороха, чины, сои, нута, семян подсолнечника и клещевины – 100;

- пшеницы, ржи, ячменя, овса, риса, гречихи, сорго – 50;
- проса, кориандра – 25.

Навески массой 25 г и более отвешивают с точностью до 0,5 г на чашечных или циферблатных весах грузоподъемностью до 2 кг, все остальные взвешивания, требующиеся по указанном стандарту производят на технических весах с точностью до 0,01 г. В таблице 7.1 показаны размеры отверстий сит, применяемых для некоторых культур.

Таблица 7.1 – Размер отверстий сит, необходимых для ускорения разбора зерна при определении его засоренности, мм

Культура	Для облегчения разбора	Для определения прохода мелких зерен	Для определения прохода, относимого к сорной примеси отв. ø, мм
Пшеница	2,5×20; 2,2×20	1,7×20	1,0
Рожь	2,2×20; 2,0×20; 1,8×20	1,4×20	1,0
Ячмень крупяной	2,5×20	2,2×20	1,5
Овес крупяной	2,2×20	1,8×20	1,5

Навеску зерна можно просеивать вручную или с помощью механического отсева - анализатора. При просеивании вручную набор сит помещают на стол с гладкой поверхностью или на стекло и просеивают, совершая без встряхивания продольно - возвратные движения по направлению длины продольных отверстий сит. Размах колебаний сит около 10 см, время просеивания 3 мин.

Сход с каждого сита осторожно переносят на разборную доску. Примеси выделяют вручную при помощи шпателя и пинцета. При этом их разделяют на фракции, предусмотренные стандартами. Проход через нижнее сито относят к

сорной примеси, кроме вредной, которая присоединяется к общему количеству вредной примеси, выделенному из сходов остальных сит.

У пшеницы, ржи, ячменя и овса мелкое зерно относится к основному, но количество его нормируется стандартами, у проса заготавливаемого и кукурузы оно относится к зерновой примеси, у проса крупяного – к сорной.

Объединенные со всех сит отдельные фракции примесей взвешивают на технических весах и выражают в процентах по отношению ко всей массе навески. Кроме этого, к отдельным фракциям примесей прибавляют тот процент примесей, который был определен при просеивании образца через сито с отверстиями диаметром 6 мм, т.е. при отделении крупных примесей (колосьев, комков земли, камешков).

8 Степень дефектности зерновой массы

8.1 Основные положения

Зерновая масса может содержать зерна с измененными в той или иной степени свойствами, что снижает стойкость такого зерна при хранении и отражается на его семенном и технологическом достоинствах. Зерно пониженного качества получается в результате повреждения его морозом, клопами-черепашками, неправильных условия хранения или режимов сушки. Зерно может быть повреждено в различной степени в зависимости от длительности воздействия неблагоприятных факторов и состояния, в котором оно находилось во время действия этих факторов. Такие зерна называются дефектными и при определении засоренности их относят к примесям или основному зерну. Если необходимо установить только количество дефектных зерен, то выделяют навески зерна размером, установленным стандартом для определения засоренности. Количество дефектных зерен выражают в процентах к исходной навеске.

Рассмотрим характеристику дефектных зерен и методы их определения.

8.2 Степени повреждения зерна морозом

Морозобойным считают зерно физиологически созревшее и бывшее в колосе при наступлении заморозков сырым или влажным, а также зерно незрелое, захваченное морозом в стадии молочной или восковой спелости. Качество морозобойного зерна резко ухудшенное. Хлеб из морозобойного зерна получается неудовлетворительного качества: с низким подъёмом, с потрескавшейся, бледной коркой, плохой пористостью и эластичностью мякиша, вкус хлеба сладковатый, часто со специфическим «травянистым» привкусом. Различают три степени повреждения зерна морозом.

Первая степень. Зерно с тусклым блеском, но выполненное, нормальной величины и формы. Имеется мелкая поперечная морщинистость (по спинке или по всей его поверхности).

Вторая степень. Зерно нормальной величины, выполненное, но без блеска, слабо потемневшее, с мелкой хорошо заметной поперечной морщинистостью. При перетирании зерна между пальцами верхний слой его иногда отслаивается и отпадает.

Третья степень. Форма зерна резко изменена: оно недоразвитое, деформированное, сморщенное, щуплое. Окраска ненормальная: зерно сильно потемневшее, зеленое, белесоватое. На поверхности зерна имеется резкая морщинистость, переходящая в складчатость. Путем перетирания зерна между пальцами верхний слой оболочки часто можно отделить.

Зерно с первой и второй степенями морозобойности объединяют и относят к основному зерну. Зерно третьей степени повреждения морозом относят к зерновой примеси.

8.3 Проросшее зерно

К основному зерну относят зерна с начавшимся процессом прорастания, т.е. только проклюнувшиеся, с лопнувшимися над зародышем оболочками, но с не вышедшим еще наружу корнем или ростком.

В зерновую примесь выделяют проросшие зерна с корнем или ростком, вышедшими за пределы лопнувших над зародышем оболочек, независимо от их длины. К зерновой примеси также относят проросшие зерна, утратившие ростки и корни, но деформированные вследствие прорастания, с явно изменившимся цветом оболочки.

8.4 Зерно испорченное или поврежденное самосогреванием и сушкой

В результате самосогревания изменяется цвет зерна, оно становится светло коричневым. Ядро имеет темный ободок и может быть затронутым, цвет его приобретает различные оттенки - от кремового до желтого.

Зерна поджаренные в сушилке имеют такой же вид, как и самосогревшиеся, но без ободка вокруг ядра, и, кроме того, они нередко более округлые (раздутые), с пустотами в разрезе. При всем этом цвет ядра может оставаться нормальным.

9 Форма и размеры зерна

9.1 Форма зерна

Форма зерна и семян весьма разнообразна. Зерно и семена разных культур и их сортов отличаются по форме. В пределах каждой культуры и отдельной партии зерна по форме зерна также наблюдаются различия вследствие неодинаковой степени физиологической зрелости и других причин.

Существуют следующие формы зерна: шарообразная, чечевицеобразная, эллипсоид вращения; форма с разными размерами в трех направлениях (длина, ширина, толщина).

Шарообразная форма зерна характерна примерным совпадением измерений в трех направлениях. Такую форму имеют семена гороха, проса, сорго, некоторых сортов кукурузы.

При чечевицеобразной форме (форма двояковыпуклой линзы) длина семени равна ширине при значительно меньшей толщине. Семена чечевицы и некоторых сорных растений из семейства бобовых по форме относятся к этому типу.

Форма эллипсоида вращения отличается одинаковой шириной и толщиной, длина же значительно больше. Такую форму имеют семена многих бобовых культур.

Для зерна злаковых наиболее характерна форма, при которой все три размера различны. Форма зерна злаковых даже приближенно не совпадает ни с одной правильной геометрической фигурой. Им дают названия форм, характерные для определенной культуры: округлоовальная (пшеница), веретенообразная (рожь), почковидная (некоторые сорта бобов и фасоли) и т.д. Семена растений из семейства гречишных имеют форму трехгранной пирамиды.

Форма зерна и семян имеет существенное значение при очистке от примесей и сортировании.

Зерно, более приближающееся по форме к шару, дает больший выход муки, поскольку при такой форме на оболочечные частицы приходится относительно меньшая доля, чем при любой другой форме. Зерно шарообразной формы имеет более высокую объемную массу, так: как плотнее укладывается в мерке:

Форма зерна твердой пшеницы менее изменчива, чем мягкой.

9.2 Линейные размеры и крупность зерна

Под линейными размерами понимается длина, ширина и толщина зерна и семени. Длинной считается расстояние между основанием и верхушкой зерна, шириной - наибольшее расстояние между боковыми сторонами и толщиной - между спинной и брюшной сторонами (спинкой и брюшком).

Совокупность линейных размеров называется также крупностью.

При изучении линейных размеров и крупности зерна применяются два способа: измерение отдельных зерен навески при помощи специальных приборов (микрометра, толщиномера, часового проектора, измерительного классификатора с клиновидной мерной щелью и др.) и ситовой анализ, при котором навеску зерна просеивают через набор сит с отверстиями определенной формы и размеров. О размерах зерна судят в этом случае по величине остатков на каждом сите (таблица 9.1).

Таблица 9.1 – Величина остатков на каждом сите

Размер отверстий сит (мм), с которых взят сход зерна для анализа	Содержание составных частей зерна на пшеницы,		% на сухое вещество
	эндосперм	алейроновый слой	оболочки
2,7×20	83,54	5,74	7,61
2,2×20	81,92	6,57	8,61
1,7×20	72,81	11,05	12,13

При измерении отдельных зерен из навески полученные данные обрабатывают методом математической статистики.

Крупное зерно дает больший выход готовой продукции. Размеры зерна учитывают при установлении режима подготовки зерна к помолу и самого помола.

При хранении и в результате гидротермической обработки линейные размеры зерна и его объем могут изменяться (таблица 9.2).

Таблица 9.2 - Показатели зерна пшеницы в зависимости от гидротермической обработки

Показатели зерна пшеницы	Вариант гидротермической обработки							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Зерно со слабой клейковиной:								
длина	97,9	97,9	98,0	102,2	102,1	103,6	103,1	103,8
ширина	99,0	99,3	98,8	102,5	101,9	106,9	102,2	103,1
толщина	98,3	98,3	98,8	100,0	98,8	104,2	101,0	102,6
объем	99,5	98,0	100,6	106,6	101,1	108,0	102,8	102,9

Продолжение таблицы 9.2

Показатели зерна пшеницы	Вариант гидротермической обработки								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Зерно со средней клей- ковиной:									101,1
длина	102,0	96,2	100,0	100,5	104,6	96,7	100,3		
ширина	103,5	104,2	104,6	106,2	105,4	101,9	102,7		105,8
толщина	101,2	101,2	100,4	104,3	102,8	104,5	102,8		102,4
объем									115,2
Зерно с крепкой клей- ковиной:	106,6	104,6	110,4	112,8	113,6	108,1	103,9		109,7
длина	101,4	101,6	106,9	106,0	107,7	107,7	109,3		
ширина	103,2	108,5	107,8	108,5	106,0	106,3	109,9		110,6
толщина	101,1	98,5	103,5	101,1	98,8	102,5	104,2		103,5
объем	106,4	111,0	117,1	114,2	113,0	112,7	117,6		120,3

В таблице 9.3 приведены размеры зерна и семян наиболее распространенных культурных и сорных растений.

По данные ширина зерен мягкой пшеницы обычно больше толщины (в среднем 2,81 и 2,51 мм), поэтому просеивание мягкой пшеницы через сита с продолговатыми отверстиями происходит по толщине зерна, т.е. по его наименьшему линейному размеру.

Таблица 9.3 - Размеры зерна и семян наиболее распространенных культурных и сорных растений

Название растений	Размеры зерен и семян, мм		
	длина	ширина	толщина
Зерновые и бобовые			
Пшеница	4,2-8,6	1,6-4,0	1,5-3,8
Рожь	5,0-10,0	1,4-3,6	1,2-3,5
Кукуруза	5,5-13,5	5,0-11,5	2,5-8,0
Ячмень	7,0-14,6	2,0 [^] 5,0	1,4-4,5
Овес	8,0-16,6	1,4-4,0	1,2-3,6
Рис	5,0-12,0	2,5-4,3	1,2-2,8
Просо	1,8-3,2	1,2-3,0	1,0-2,2
Чумиза	1,3-2,5	1,3-2,3	0,9-1,8
Гречиха (Богатырь)	4,4-8,0	3,0-5,2	2,0-4,2
Горох	4,0-10,0	3,7-10,0	3,5-10,0
Чечевица	4,0-8,8	4,0-8,0	2,0-3,3
Фасоль	7,2-18,5	4,7-11,0	2,7-10,0
Соя	5,0-10,5	4,5-8,0	4,0-7,0
Масличные			
Подсолнечник	7,5-15,0	3,5-8,6	1,7-6,0
Клещевина	10,0-16,5	6,5-11,5	4,6-8,4
Рыжик	1,5-2,5	0,8-1,5	0,6-1,3-
Сорняки			
Вика плоская	4,0-8,8	3,2-7,0	2,0-4,2
Василек синий	3,2-5,3	1,3-2,8	0,9-1,5
Вьюнок полевой	3,0-4,1	1,4-3,4	1,1-2,8

Продолжение таблицы 9.3

Название растений	Размеры зерен и семян, мм		
	длина	ширина	толщина
Горчак розовый	2,0-3,5	1,4-2,5	0,7-1,4
Гречиха вьюнковая	2,2-4,2	1,7-3,2	1,1-2,5
Гречиха татарская	4,0-5,6	2,2-3,6	2,2-3,6
Куколь	2,8-4,4	2,0-3,8	1,6-3,0-
Северный овсюг (полетай, летун)	15,0-25,0	1,4-3,2	1,2-3,0
Овсюг длинноплодный	20,0-25,0	2,0-2,5	1,8-4,0
Овсюг толстоплодный	14,0-19,0	2,5-3,0	2,5-3,0
Пырей ползучий	6,8-12,0	1,4-3,5	0,8-2,0
Спорынья	2,0-8,5	1,0-2,0	0,8-1,8

Ширина и толщина зерен твердой пшеницы примерно одинаковы, и она просеивается как по толщине, так и по ширине.

Длина зерен твердой пшеницы больше, чем мягкой (в среднем 6,65 и 6,23 мм), что обуславливает меньшую эффективность удаления овсюга из твердой пшеницы при одинаковых размерах ячей триера.

Отношение длины к ширине и длины к толщине в среднем для зерна твердой пшеницы одинаковое (2,42:1 и 2,46:1), а для зерен мягкой пшеницы различно (2,11:1 и 2,5:1). Отношение ширины к толщине для зерна твердой пшеницы равно 1,01:1 и мягкой - 1,15:1. Зерно твердой пшеницы отличается более выгодным соотношением линейных размеров, что улучшает условия его переработки.

Из трех размеров (длина, ширина и толщина) толщина в наибольшей степени характеризует мукомольные свойства зерна.

Установлена высокая коррелятивная связь между толщиной зерна мягкой пшеницы и содержанием в ней эндосперма.

Зерно после оплодотворения семязачатка сначала разрастается в длину, а затем в поперечном направлении, в первую очередь - в стороны щечек. Разрастание в толщину происходит позже, и, следовательно, степень выполненности зерна сказывается прежде всего на толщине.

10 Крупность и выравненность зерна

10.1 Основные положения

Выравненностью называется степень однородности отдельных зерен, составляющих зерновую массу, по влажности, размерам, химическому составу, цвету и по другим показателям. Наибольшее значение имеют выравненность по влажности вследствие особой роли влаги при хранении и переработке и по крупности.

В практической работе обычно имеют дело с выравненностью по размерам. Выравненность нельзя путать с крупностью. Это разные понятия. Зерно может быть выравненным и одновременно мелким, крупным и вместе с тем невыравненным. При переработке однородного зерна по размерам (выравненного) снижаются потери и повышается качество вырабатываемых продуктов. Выравненность имеет особенно большое значение при переработке зерна в крупу.

Выравненное зерно облегчает регулирование режима его переработки. Выравненные по размерам семена дают дружные всходы, растения развиваются равномерно и, следовательно, зерно созревает одновременно, что облегчает и ускоряет уборку урожая, а также повышает качество зерна нового урожая.

В исследовательской работе выравненность определяют непосред-

ственным измерением линейных размеров отдельных зерен из навески с последующей математической обработкой.

Для практических целей достаточно просеять навеску зерна (обычно 100 г) через набор сит с определенными размерами отверстий.

Выравненность выражают двумя способами: массой (процентами) наибольшего остатка на сите или наибольшей суммарной массой остатков на двух смежных ситах (наиболее часто).

В партии зерна одновременно с определением засоренности, содержания мелких зерен определяют крупность и выравниваемость зерна. Практически наиболее часто приходится иметь дело с выравниваемостью зерновой массы по размерам зерен, т.е. по крупности. Крупность и выравниваемость зерна определяют следующими методами:

- 1) непосредственным измерением линейных размеров зерен (длины, ширины, толщины);
- 2) сравнение массы 1000 зерен средних и массы 1000 зерен крупных;
- 3) просеиванием навески через набор сит;

Наиболее часто для определения выравниваемости и крупности зерна используется метод просеивания навесок через набор сит.

10.2 Методы определения крупности и выравниваемости зерна

Крупность и выравниваемость определяют одновременно просеиванием исследуемой навески выделенной вручную или на делителе из среднего образца зерна предварительно очищенной от крупной примеси получаемой сходом с сита с круглыми отверстиями диаметром 6 мм.

Для пшеницы ржи и зерна крупяных культур навеску 100 г просеивают в течение трех минут через набор сит с продолговатыми отверстиями, размер которых приведен в таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Размер отверстий сит, мм

Пшеница	Рожь	Овес	Ячмень	Гречиха	Просо
2,5×20	2,2×20		2,8×20	3,0×20	
2,2×20	2,0×20		2,5×20	2,0×20	1,7×20
2,0×20	1,8×20	2,2×20	2,2×20		1,6×20
1,7×20	1,4×20	1,8×20			1,4×20
					1,2×20

Просеивание ведут, вручную совершая продольно-возвратные движения в направлении длины отверстий сит в течение трех минут при 10-12 движений минуту или с помощью механического рассевка.

По окончании просеивания из остатков на ситах отбирают сорную и зерновую примесь с каждого сита согласно стандарту на соответствующую культуру, а также примесь посторонних культур и битые зерна, относимые к основному зерну.

Остатки чистого зерна с каждого сита и мелкое зерно из прохода нижнего сита взвешивают в отдельности и выражают в процентах к навеске чистого целого зерне данной культуры.

Выравненность зерна характеризуют:

- 1) массой наибольшего остатка на сите;
- 2) наибольшей суммарной массой остатков на двух смежных ситах.

В том и другом случае выравненность выражают в процентах, указывают также размеры отверстий сит, с которых взято оставшееся на них зерно. По сумме зерен оставшихся на двух соседних сортировочных ситах принято делить зерно по выравненности на три группы (таблица 10.2)

Таблица 10.2 – Показатели выравненности зерна

Выравненность	Наибольшая суммарная масса на двух соседних ситах, % к навеске целого зерна данной культуры (без примесей)
Высокая	Свыше 80
Средняя	От 70 до 80
Низкая	Ниже 70

Крупность зерна при просеивании навески выражают:

- 1) процентным содержанием мелких зерен;
- 2) определением группы зерна в зависимости от его крупности согласно данным (таблица 10.3).

Таблица 10.3 - Классификация зерна пшеницы, ржи, ячменя и овса по крупности

Культура	Группа зерна по крупности			
	Первая	Вторая	Третья	Четвертая
	Зерно крупное	Зерно выше средней крупности	Зерно средней крупности	Зерно мелкое
Пшеница и овес крупяной	Остаток на сите 2,5×20 не менее 60 %	Остаток на сите 2,5×20 мм не менее 30 % и вместе с тем сумма остатков на ситах 2,5×20 мм не менее 70 %	Сумма остатков на ситах 2,5×20 и 2,2×20 мм не менее 70 %	Сумма остатков на ситах 2,5×20 и 2,2×20 мм не менее 70 %

Продолжение таблицы 10.3

Культура	Группа зерна по крупности			
	Первая	Вторая	Третья	Четвертая
	Зерно крупное	Зерно выше средней крупности	Зерно средней крупности	Зерно мелкое
Рожь	Сумма остатков на ситах 2,2×20 и 2,0×20 не менее 60 %	Сумма остатков на ситах 1,8×20 мм и выше не менее 70 %	Остаток на ситах 1,8×20 мм и выше не менее 30 %	Сумма остатков на ситах 1,8×20 и выше менее 30 %
Ячмень крупяной	Сумма остатков на ситах 2,8×20 и 2,5×20 не менее 60 %	Сумма остатков на ситах 2,8×20 и 2,5×20 мм не менее 30 % и одновременно сумма остатков на ситах 2,5×20 и 2,2×20 мм не менее 70 %	Сумма остатков на ситах 2,5×20 и 2,2×20 мм не менее 70 %	Сумма остатков на ситах 2,5×20 и 2,2×20 мм не менее 70 %

11 Влажность зерновой массы

11.1 Основные положения

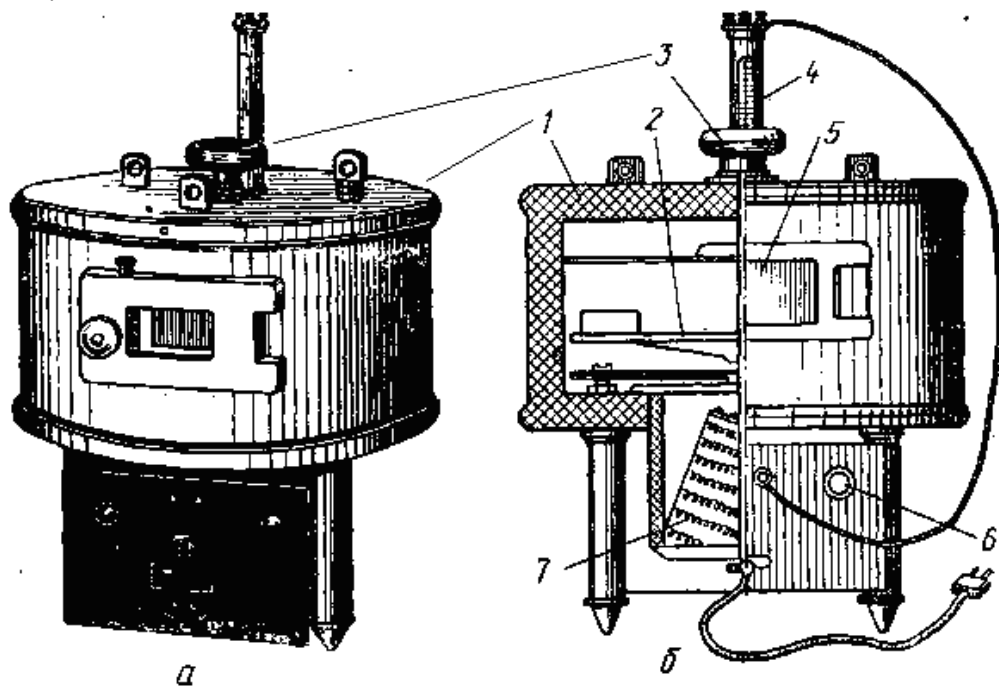
Влажностью зерна называется количество содержащейся в нем гигроскопической воды (свободной и частично-связанной), выраженное в процентах к массе зерна вместе с примесями. Для определения влажности зерна в лабораториях применяют основной стандартный метод, заключающийся в высушивании навесок размолотого зерна в электрических сушильных шкафах СЭШ-1, СЭШ-3М, СЭШ-3ЭМ и электровлагомерах различных типов. Принцип работы электровлагомеров основан на зависимости электрофизических свойств и поведения зерна в электромагнитном поле, от его влажности. Электровлагомеры быстро определяют влажность зерна, но менее точно, чем основной стандартный метод.

11.2 Электрические сушильные шкафы

Электрический сушильный шкаф СЭШ-1 представляет собой сушильную камеру (рисунок 11.1) с электрическим подогревом и автоматическим регулированием температуры при помощи контактного термометра (рисунок 11.2а). Он имеет сверху четыре клеммы. От трех из них проведены в ртутный капилляр на разной высоте тонкие медные проволочки. Термометр позволяет устанавливать шкаф на высушивание навесок при температурах 105 °С, 130 °С и 160 °С. Шкаф нагревается до тех пор, пока ртуть в термометре не соединится с концом проволочки, впаянной в капилляр. При соединении ртути с проволочкой включается реле, вследствие чего ток из сети выключается, и сушильный шкаф начинает остывать.

Ртуть в термометре опускается, что приводит к размыканию цепи кон-

тактного термометра и реле, линия вновь замыкается и шкаф нагревается.



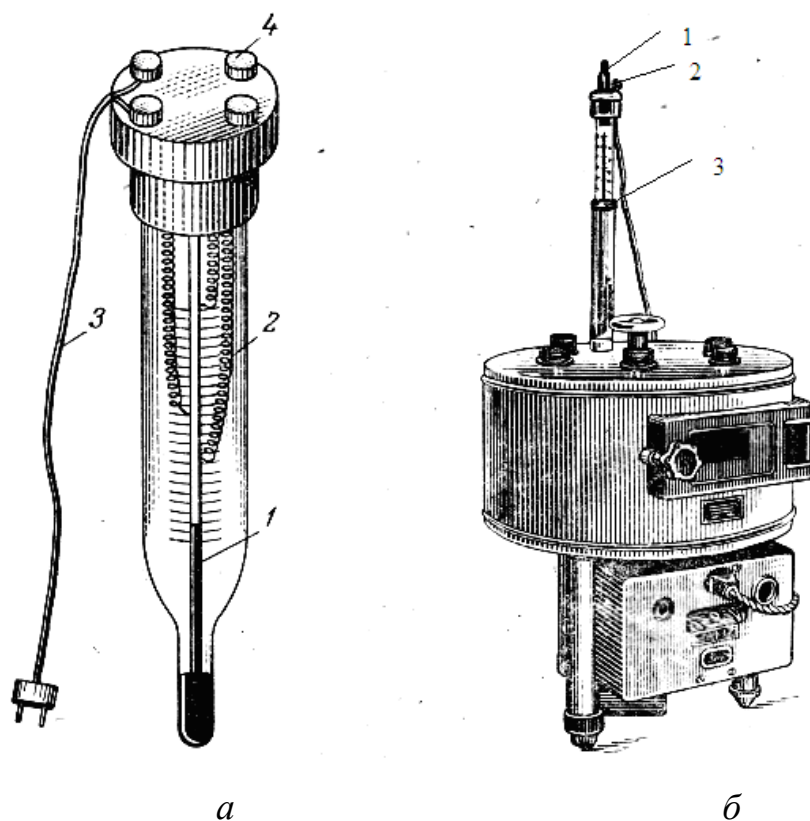
а - общий вид, *б* - разрез; 1 - корпус; 2 - поворотный стол; 3 - штурвал, 4 - контактный термометр; 5 - дверка; 6 - сигнальная лампа; 7 - электроподогреватель.

Рисунок 11.1 - Сушильный электрический шкаф СЭШ-1

Таким образом, осуществляется автоматическое регулирование температуры в шкафу. Отклонение от заданной температуры должно быть не более ± 2 °С.

Электрический сушильный шкаф СЭШ-3М в отличие от сушильного шкафа СЭШ-1 имеет вращающийся стол (рисунок 11.2б). Гнезда стола приспособлены к быстрой замене обыкновенных буюсов, в которых высушивается размолотое зерно или продукты его переработки, сетчатыми буюсами для пред-

варительного подсушивания целого зерна влажностью выше 17 %. Интенсивный обмен воздуха в шкафу осуществляет вентилятор, установленный под сушильной камерой.



1 - капилляр;
2 – проводник;
3 – электрошнур;
4 – клемма

1- магнитная скоба;
2- винт;
3- овальная гайка

Рисунок 11.2 - Контактный термометр к сушильному шкафу СЭШ-1 (а) и сушильный электрический шкаф СЭШ-3М (б)

Контактный термометр устанавливают на нужную температуру, вращая магнитную скобу на верхней части термометра и наблюдая за положением

овальной гайки на шкале термометра. Затем укрепляют магнитную скобу с помощью винта. На панели шкафа расположены выключатели нагревателей и гнезда контактного термометра.

Электрический сушильный шкаф СЭШ-3ЭМ отличается от выше приведенных тем, что процесс сушки осуществляется в автоматическом режиме. На лицевой панели шкафа расположены: кнопки управления, индикаторы основной и дополнительный (рисунок 11.3).



Рисунок 11.3 – Блок управления СЭШ-3ЭМ

Кнопки управления:

- 1 - кнопкой «Т°С» задается температура 105 °С / 130 °С;
- 2 - кнопкой «Мин» задается время высушивания пробы от 1 до 60 минут;
- 3 - кнопкой «Пуск» запускается процесс автоматического высушивания пробы зерна.

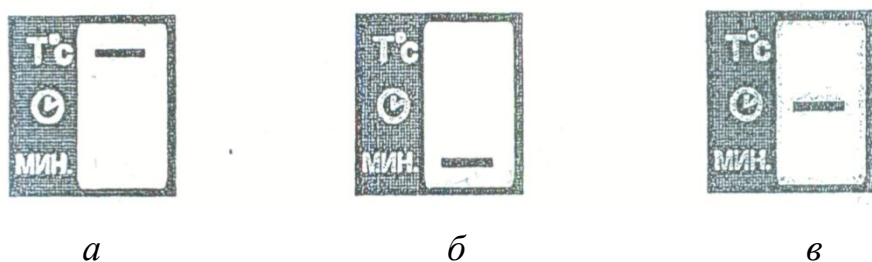
Индикаторы:

На основной индикатор выводятся значения температуры от 1 °С до 150 °С, если температура превышает 150 °С на индикаторе выводится ∞, если

температура менее 1 °С на индикатор выводится 00 . С помощью кнопок «Т °С», «Мин» можно вывести на индикатор установку температуры (105 °С / 130 °С) и времени (от 1 до 60 мин.).

Включается СЭШ-3ЭМ и на основном индикаторе высвечивается текущая температура внутри сушильной камеры. Сушильный шкаф начнет нагреваться до заданной температуры (105 °С / 130 °С).

Для просмотра и задания температуры используется кнопка «Т °С». При ее нажатии на дополнительном индикаторе высвечивается горизонтальная черта, подтверждающая нажатие кнопки, а на основном индикаторе значение установки температуры (рисунок 11.4а).



а – после нажатия кнопки «Т°С»; *б* – после нажатия кнопки «Мин»
в – после нажатия кнопки «Пуск»

Рисунок 11.4 – Индикатор дополнительный СЭШ-3ЭМ

Удерживая кнопку «Т °С» в нажатом состоянии более 7 с., значение установки температуры начнет меняться (105 °С /130 °С). При отпускании кнопки на индикатор возвращается значение текущей температуры. Установка сохраняется в энергозависимой памяти.

Для просмотра и задания времени экспозиции высушивания пробы используется кнопка «Мин». Порядок работы аналогичен кнопки «Т °С», отличия только в том, что при нажатом состоянии кнопки «Мин» на дополнительном

индикаторе высвечивается другая горизонтальная черта (рисунок 11.4б).

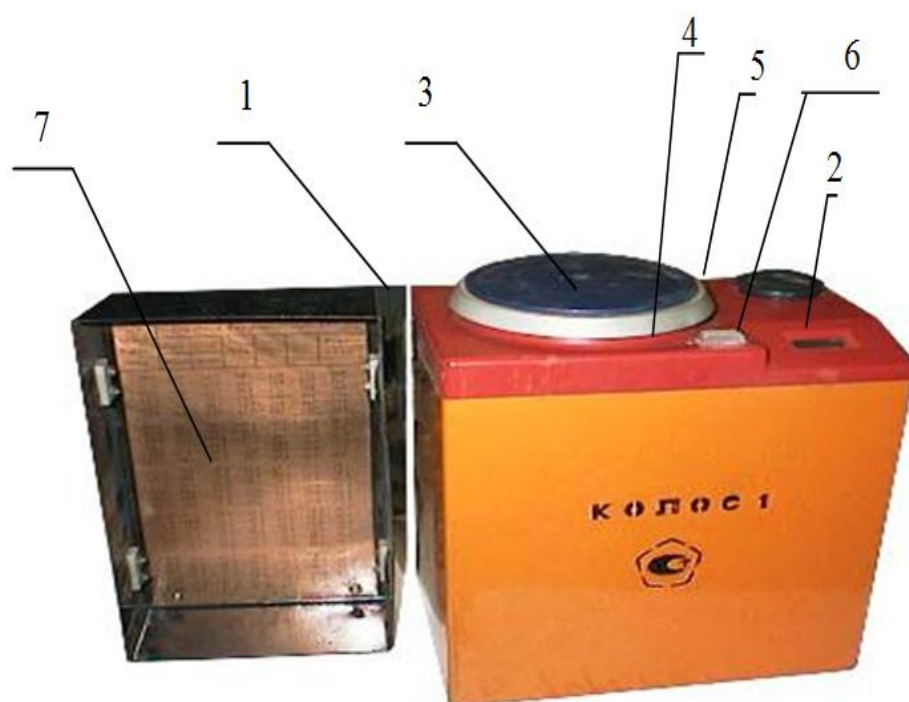
Для автоматизации процесса сушки пробы зерна необходимо прогреть сушильный шкаф до заданной температуры (105 °С / 130 °С), нажать кнопку «Пуск», на дополнительном индикаторе высветится горизонтальная черта (рисунок 11.4в) – знак того, что программа автоматической сушки пробы зерна запущена. Сушильный шкаф начнет разогреваться до определенной температуры (если задана температура 105 °С, шкаф разогревается до 110 °С, если задана температура 130 °С, разогрев идет до 140 °С). При достижении 110 °С / 140 °С раздается звуковой сигнал, оператор должен начать загрузку буюкс с подготовленной пробой. Температура в сушильном шкафу начнет опускаться до температуры (105 °С / 130 °С). В момент установления заданной температуры, запускается заданный отсчет времени, горизонтальная черта начинает мигать (рисунок 11.4в), начинает мигать. Когда запущена программа автоматической сушки, изменить установку температуры и времени нельзя, их можно только просмотреть, с помощью кнопок «Т, °С», «Мин», причем нажав на последнюю, на основной индикатор выводится остаток времени до конца сушки. По истечении времени высушивания пробы, выключается нагреватель и включается звуковая сигнализация, на индикаторе высветится “Fn” (Финиш). Буюксы с пробой необходимо извлечь из шкафа.

Для сброса программы автоматической сушки необходимо выключить кнопкой «СЕТЬ» сушильный шкаф, дождавшись, когда индикаторы погаснут, повторно включить его.

В процессе автоматической сушки контролируется процесс регулирования температуры, т.е., если в течение 15 минут температура в сушильном шкафу не достигнет заданной, процесс сушки останавливается: выключается основной нагреватель, включается звуковая сигнализация на индикаторе выводится знак ошибки “Er”.

11.3 Электронно-цифровые влагомеры

Электронно-цифровой влагомер «Колос-1» (рисунок 11.5) состоит из преобразователя цифрового с бункером 1 (датчиком емкостным), который является подвижной частью весового устройства. Бункер под действием массы засыпаемого из стакана 3 зерна двигается вниз, замыкает контакты и включает электропитание влагомера.



1 – бункер (датчик ёмкостной); 2 – панель цифрового преобразователя;
3 - стакан; 4 – стопор; 5 – резьбовая крышка; 6 – окно цифрового индикатора;
7 – крышка с градуировочной таблицей.

Рисунок 11.5 - Влагомер «Колос-1»

Бункер выполнен в виде двух цилиндрических концентрических электродов, закрепленных на основании из диэлектрика. Центральный электрод в

верхней части имеет конусную насадку для равномерного распределения зерна по бункеру.

На панели преобразователя цифрового имеются: стопор 4, который обеспечивает стопорение подвижной части весового устройства в верхнем положении. Стопорение обеспечивается передвижением стопора в направлении белой точки на панели преобразователя цифрового; окно 6 цифрового индикатора; полость для установки батареи, полость закрыта резьбовой крышкой 5.

Для удобства переноски, влагомер снабжен ремнем и крышкой. Ремень укреплен на кожухе влагомера. Крышку 7 устанавливают на панели преобразователя цифрового без крепления её к панели или кожуху. На крышке имеется градуировочная таблица для перевода показаний влагомера в абсолютные проценты влажности культур.

Диапазон измерения влажности от 8 % до 35 %, дискретность отсчета 0,1 %. Индикация результатов измерения в цифровой форме в относительных единицах. Перевод в значения влажности в процентах осуществляется по градуировочной таблице, прилагаемой к влагомеру.

Предел допускаемой основной погрешности при доверительной вероятности 0,95 не превышает

- в диапазоне от 8 % до 18 % $\pm 1,5$ % - ± 1 ед. счета;
- в диапазоне от 18 % до 35 % ± 2 % - ± 1 ед. счета.

Масса контролируемого продукта, определяемая по встроенному во влагомер автоматическому весовому устройству от 200 до 204 г. Электропитание влагомера осуществляется от батареи «Крона ВЦ».

В данном влагомере используется диэлькометрический метод измерения влажности нормируемого количества контролируемого зерна с цифровым отсчетом измеренной величины.

Сущность метода заключается в отдельном преобразовании диэлектрической проницаемости влажного зерна в частоту и активной проводимости – в

амплитуду выходного сигнала. Диэлектрическая проницаемость зерна определяется в основном его влажностью, а активная проводимость зависит от сорта, района и условий произрастания культуры. Кроме этого, на диэлектрические характеристики измеряемого продукта влияет температура. Поэтому многопараметровое преобразование позволяет учесть температуру и специфику измеряемого зерна и автоматически скорректировать результаты измерений.

Электронно-цифровой Влагомер Wile 65 (рисунок 11.6) предназначен для экспресс-измерения влажности зерновых, зернобобовых и масличных культур, а также продуктов их переработки. Влагомер Wile 65 используется в полевых условиях, при уборке, хранении и переработке зерна, при послеуборочной обработке и сушке зерна, на токах, при размещении зерна в хранилищах, а также на предприятиях, где необходим экспресс-анализ влажности зерна.



Рисунок 11.6 – Влагомер Wile 65

Влагомер может также использоваться для измерения температуры зерна и других сельскохозяйственных материалов с помощью дополнительного температурного зонда Wile 651 длиной 100 см.

Влагомер представляет собой микропроцессорный электронный прибор, обеспечивающий непосредственный вывод процентного содержания влаги на электронный цифровой дисплей.

Влагомер Wile 65 оснащен следующими функциями:

- автоматическая компенсация разности температур влагомера и окружающей среды;
- возможность автоматического усреднения до 99 результатов измерений;
- возможность внесения поправки (смещения градуировки) для каждой шкалы с учетом результата, полученного стандартизованным методом;
- дополнительная функция измерения температуры материалов.

Конструктивно влагомер выполнен в виде портативного моноблока со встроенным датчиком. Датчик представляет собой измерительный цилиндр с закручивающейся крышкой. На передней панели расположены электронный цифровой дисплей, кнопка включения устройства ON/OFF и кнопка выбора команд Menu.

Влагомер Wile 65 предназначен для измерения влажности цельных зерен и семян, а также для измерения их температуры. Принцип действия влагомера основан на диэлькометрическом методе измерения влажности, а именно - на корреляционной зависимости диэлектрической проницаемости материала от содержания в нем влаги. При взаимодействии с анализируемым материалом емкостный преобразователь вырабатывает сигнал пропорциональный диэлектрической проницаемости, который регистрируется измерительным блоком и преобразуется в значение влажности. Содержание влаги в измеряемой массе

отображается на дисплее в процентах веса. Погрешность прибора составляет 0,5 % или ниже (при стандартном качестве зерна).

12 Содержание и качество клейковины

Клейковина - это высокогидратированная растягивающаяся (резиноподобная) масса, отмываемая водой из мелко размолотого зерна. Клейковина в основном состоит из набухших белков (от 70 % до 80 % на сухое вещество), крахмала (около 20 %) и небольшого количества других веществ (жира, клетчатки и др.). В состав белков клейковины входят главным образом глиадин и глютенин в соотношении, близком 1:1.

Сырая клейковина нормального зерна содержит от 170 % до 210 % воды по отношению к сухому веществу в зависимости от сорта и состояния.

Клейковина содержится в зерне пшеницы, некоторых сортов ячменя, в семенах некоторых дикорастущих злаков (пырей удлинённый, пырей нежный, эгилопс оттопыренный, колосняк сибирский и др.). Особо стоит вопрос о клейковине ржи. Обычными способами выделить клейковину из ржаной муки не удается, поэтому наличие ее долгое время было спорным.

Наличие клейковины и возможность ее выделения из ржи при известных условиях можно считать доказанным. Причины же, препятствующие образованию ржаной клейковины в обычных условиях тестоведения, как и механизм получения ее в виде сильногидратированного белкового студня, остаются невыясненными и требуют дополнительных исследований.

От количества и качества клейковины в значительной мере зависит качество хлеба и макарон.

Количество клейковины связано с количеством белковых веществ. Коэффициент корреляции между содержанием белковых веществ и количеством

сырой клейковины в большинстве случаев близок к 1, т.е. связь эта очень высокая.

Под качеством клейковины понимают совокупность ее физических свойств: растяжимость, упругость, эластичность, вязкость, связность, способность сохранять физические свойства во времени. Для получения хлеба высокого качества важно, чтобы клейковина отличалась хорошими физико-механическими свойствами: была упругой, не крошащейся и не слабой (сильно растягивающейся).

На количество и качество клейковины оказывают сильное влияние неблагоприятные условия созревания в колосе и при хранении: заморозки, прорастание, повреждение вредителями в поле (клоп-черепашка), самосогревание.

В процессе «созревания» пшеничной муки при хранении в результате гидролитического расщепления жиров накапливаются ненасыщенные жирные кислоты, которые укрепляют клейковину. Повышенные температуры также оказывают укрепляющее действие на клейковину, растяжимость ее уменьшается, она становится более упругой, и это может улучшить качество слабой клейковины. Слишком высокая температура (при неправильной сушке) денатурирует белки, у клейковины резко ухудшается качество, она становится крошащейся, и могут наблюдаться случаи, когда она совсем не отмывается.

Предложено много приборов, механизмирующих, ускоряющих отмывание клейковины. Все приборы основаны на принципе постепенного отмывания клейковины из шарика теста, но при помощи различных механизмов. Клейковину окончательно отмывают вручную.

Стандартным способом является отмывание клейковины вручную из куска теста, полученного из 25 г или более (30, 35, 40 г) размолотого зерна (шрота) и соответственно 14, 17, 20 или 22 мл воды.

Качество сырой клейковины оценивают упругими свойствами (по величине деформации образца клейковины путем измерения линейного перемещения пуансона). Их определяют на приборе ИДК-1.

Клейковину по качеству относят к одной из трех групп в зависимости от показаний прибора в условных единицах (таблица 12.1).

Таблица 12.1 – Группы качества клейковины

Показания прибора ИДК-1 в единицах шкалы прибора	Группа качества	Характеристика клейковины
От 0 до 15	III	Неудовлетворительная крепкая
От 20 до 40	II	Удовлетворительная крепкая
От 45 до 75	I	Хорошая
От 80 до 100	II	Удовлетворительная слабая
От 105 до 120	III	Неудовлетворительная слабая

Существует много методов и приборов для оценки физико-механических свойств отмытой клейковины, не вошедших в стандарт, но интересных с точки зрения поисков методов определения качества клейковины. Некоторые из них находят применение при научно-исследовательской работе. Простейший из них заключается в измерении расплываемости шарика клейковины массой 5 г за 60 мин по среднему диаметру (в мм) расплывшегося шарика.

Широкое распространение получил метод определения удельной растяжимости клейковины (УРК) - длины, на которую растягивается в среднем за 1 мин кусочек клейковины массой 2,5 г под действием груза 5 г в воде, нагретой до температуры 30 °С.

Для определения растяжимости клейковины был разработан прибор ПРК-3. Прибор состоит из двух зажимов - подвижного и неподвижного, между которыми закрепляется навеска клейковины; ходового винта; переключателей и

шкалы. В момент обрыва клейковины подвижной зажим останавливается. Стрелка на шкале указывает длину, при которой произошел разрыв растягиваемой клейковины.

Для определения качества клейковины также применяется приспособленный для этого автоматизированный пенетрометр. В пенетрометре 5 г клейковины под действием груза массой 3 кг в течение 20 мин подпрессовываются (гомогенизируются), система погружения фиксируется в достигнутом положении при помощи электронного реле времени.

Физические свойства клейковины оценивают по глубине погружения эбонитового цилиндра со сферическим закругленным нижним концом, выражаемой в единицах шкалы прибора.

Качество клейковины оценивают косвенными методами: методом брожения шарика теста, по способности набухать в слабых растворах органических кислот, методом седиментационной пробы по Зелени и другими методами.

По методу брожения шарика качество клейковины оценивают в минутах, в течение которых шарик бродящего в воде теста не распадается, сохраняя свою первоначальную форму. При дрожжевом брожении тесто с хорошей упругой клейковиной набухает, но длительное время сохраняет свою форму и не распадается в силу хорошей газодерживающей способности. При сохранении формы шарика из теста в течение свыше 60 мин клейковина оценивается как отличная, от 40 до 60 мин - хорошая, от 25 до 40 мин - удовлетворительная, ниже 25 мин - плохая.

Оценка качества клейковины по способности к набуханию в слабом растворе молочной кислоты широко применяется за рубежом. Отношением конечного объема 1 г клейковины к первоначальному определяют число набухания: клейковина хорошего физического состояния сильно набухает и увеличивается в объеме, слабого - растворяется.

Для оценки качества клейковины большое значение имеет соотношение массы сырой и сухой клейковины. Сухую клейковину получают высушиванием. Разница между массой сырой и сухой клейковины, выраженная в процентах, составляет ее водопоглотительную (гидратационную) способность.

Водопоглотительная способность клейковины в некоторой степени влияет на физические свойства клейковинного студня.

13 Пленчатость и лужистость зерновых культур

Пленчатостью называется процентное содержание в зерне цветковых оболочек (ячмень, просо, рис, овес), плодовых (гречиха) или семенных оболочек (клещевина). При характеристике семян масличных культур (подсолнечника, сафлора) пленчатость заменяется лужистостью.

Содержание оболочек характеризует ценность зерна для переработки. Чем больше содержание оболочек, тем относительно меньше в нем питательных веществ. Наличие оболочек усложняет и удорожает переработку пленчатых культур. От плотности и массы оболочек зависит выход крупы. Величина пленчатости изменяется по культурам. Она неодинаковая у различных сортов одной и той же культуры, а в пределах сорта колеблется по районам произрастания и годам.

Пленчатость и лужистость определяют снятием с зерен пленок, т.е. шелушением зерен на шелушителях или вручную с последующим взвешиванием пленок и вычислением их содержания в исследуемой навеске в процентах.

Согласно ГОСТ 10843-76 оболочки с зерен риса и проса отделяют на шелушителях ГДФ, ЛУР-1М, ЛШ-1или вручную; оболочки с зерен гречихи снимают вручную; оболочки с зерен овса – вручную выдавливанием ядра.

Список использованных источников

1. Казаков, Е.Д. Зерноведение с основами растениеводства / Е.Д. Казаков - Москва: Колос, 1983. – 352 с.
2. Казаков, Е.Д. Методы оценки качества зерна / Е.Д. Казаков - Москва: Колос, 1987. - 215 с.
3. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005. - 512 с.
4. Казаков, Е.Д. Основные сведения о зерне / Е.Д. Казаков – Москва: «Зерновой союз», 1997. – 144 с.
5. Челнокова, Е.Я. Зерноведение: учебное пособие / Е.Я. Челнокова, Е.В. Волошин – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2007. – 93 с.
6. Фомина, О.Н. Зерно. Контроль качества и безопасности по международным стандартам = GRAIN. Quality and safety inspection according to International Standards / О.Н. Фомина, А.М. Левин, А.В. Нарсеев. - Москва: ВНИИ-стандарт, 2001. – 368 с.
7. Гордеев, А.В. Россия – зерновая держава: учеб. для вузов / А.В. Гордеев, В.А. Бутковский. - 1-е изд. - Москва: Пищепромиздат, 2003. - 508 с.