

МОСКОВСКАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ имени К. А. ТИМИРЯЗЕВА

На правах рукописи

ТРАОРЕ СИДИКИ

УДК 631.1 : 631.563/534/

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
И ОСОБЕННОСТИ ХРАНЕНИЯ СОРГО
В УСЛОВИЯХ ГВИНЕЙСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Специальность 06.01.09 — растениеводство и
05.18.03 — первичная обработка, хранение зерна
и другой продукции растениеводства

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Библиотека
СамСХИ
ИНВ. №

1-1319

МОСКВА 1990

Работа выполнена на кафедре хранения и технологии сельскохозяйственных продуктов Московской ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева, на кафедре хранения зерна и стандартизации ВЗИПП и в центральной лаборатории оценки качества испытываемых культур (ЦЛОКИК) Госагропрома СССР.

Научные руководители — профессор, к. т. н. **Б. Е. Мельник** и доцент, к. т. н. **Е. П. Попова**.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор **В. Ф. Годенков**, заведующий кафедрой хранения зерна и зернопродуктов института повышения квалификации Минхлебпродукт РСФСР и доцент кафедры сельского хозяйства зарубежных стран, кандидат сельскохозяйственных наук **А. Б. Батенчук**.

Ведущее предприятие — НПО «Подмосковье».

Защита диссертации состоится *29. июня*

1990 г. в *17* часов на заседании специализированного совета К-120.35.07 в Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева.

Адрес: 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49. Ученый совет ТСХА.

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНБ ТСХА.

Автореферат разослан «*18 июня*» 1990 г.

Ученый секретарь
специализированного совета —
кандидат сельскохозяйственных
наук, доцент

Скоблина

В. И. Скоблина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. В Гвинейской Республике центральной задачей государственной политики является решение продовольственной проблемы.

Почвенно-климатические условия страны благоприятствуют интенсивному развитию сельского хозяйства. В сельском хозяйстве занято около 80% населения. Страна ежегодно импортирует до 60 тыс. т риса и другие продукты питания.

В сухих районах Гвинеи сорго - основная зерновая культура. Однако до настоящего времени почти совсем не были изучены технологические свойства и особенности хранения зерна сорго Гвинеи.

Примитивные способы возделывания, обработки и условия хранения зерна, отсутствие нормативно-технической документации на качество зерна и продукции приводят к огромным потерям. Так, потери зерна в африканских странах составляют до 30% (FAO). Поэтому изучение этих вопросов носит актуальный характер.

Технологические свойства зерна и особенности его хранения с достаточной полнотой изучены П.П.Вавиловым, Е.Д.Казаковым, Н.П.Козьминой, Е.П.Козьминой, Л.А.Трисвятским, Е.Н.Мишустиним, Л.Н.Титенко, В.Е.Мельником, E.N Roberts и др.

Вопросы микроструктуры зерна освещены в работах Е.П.Поповой, J.S. Wall, R. J. Collins и др.

Цель и задачи исследования. Данная диссертация посвящена изучению технологических свойств и особенностей хранения сорго Гвинейской Республики, вопросов нормирования качества зерна. Товароведческая и технологическая характеристика сорго Гвинеи изучена путем сравнения с качеством зерна сорго советских сортов.

В задачи исследования входило изучение наиболее распространенных сортов сорго Гвинейской Республики и СССР. Были иссле-

дованы: качество зерна сорго, нормирование качества зерна сорго, особенности переработки зерна сорго в крупу, кулинарная оценка крупы, химический состав зерна сорго и крупы, особенности микро-структуры зерна сорго, физические свойства зерновой массы, посевные свойства зерна сорго, интенсивность дыхания и критическая влажность зерна сорго, микрофлора зерновой массы.

Условия и объекты исследования. Диссертационная работа выполнена в 1987-1990 гг. на кафедре хранения и технологии сельскохозяйственных продуктов ТСХА, на кафедре хранения зерна и стандартизации ВЗИП, а также в центральной лаборатории оценки качества испытываемых культур (ЦЛЮСЛК) Госагропрома СССР. В работе имеются сведения о почвенно-климатических условиях Гвинейской Республики, состоянии сельского хозяйства Гвинеи, технологической характеристике и особенностях хранения зерна сорго.

Для исследований были взяты 5 сортов сорго Гвинеи: Бембири Ба, Бембири Гбе, Бембири Улен, Бембири Мисин, Нионин Фин, а также 5 советских сортов: Хаэине 33, Ростовское 3, Сахарное 32, Гибрид Придонской и ССГ.

Методы исследования. Исследования проводились в соответствии с действующей в СССР нормативно-технической документацией.

Технологические свойства зерна сорго характеризовались показателями стекловидности, крупности, выравненности, пленчатости, цвета и выхода крупы.

Отбор и составление проб проводили по ГОСТ 13586.3-83. Влажность определяли по ГОСТ 13586.5-85, содержание сорной и зерновой примесей - по ГОСТ 13586.2-81, натуру - по ГОСТ 10840-64, крупность и выравненность - по ГОСТ 13586.3-82, массу 1000 зерен - по ГОСТ 10842-76, стекловидность - по ГОСТ 10987-76, всхожесть - по ГОСТ 12038-84, энергию прорастания - по ГОСТ

12038-84, содержание белка в зерне - по ГОСТ 10846-74, содержание крахмала - по ГОСТ 10845-76, зольность - по ГОСТ 10847-74.

Для определения выхода крупы применяли голлендр "Сатаки" (Япония). Микроструктура зерна определена с помощью сканирующего электронного микроскопа марки "840A" (Япония).

Степень шлифования крупы контролировали методом окрашивания. Кулинарные достоинства крупы оценивали по вкусу, цвету и структуре продукта после варки, учитывали коэффициент развариваемости. При проведении кулинарной оценки крупы, вкус каши оценивали по пятибальной шкале. Набухаемость крупы определяли по поглощению воды.

Плотность зерна, сыпучесть и скважистость зерновой массы - по методу Стародубцевой А.И.

Равновесную влажность определяли путем выдерживания навесок зерна 5 г в эксикаторе над серной кислотой различной концентрации.

Интенсивность дыхания и критическую влажность зерна определяли на хроматографе Газохром-3101.

Естественную убыль массы сухого вещества подсчитывали расчетным методом.

Микрофлору определяли на питательной среде в чашках Петри.

Научная новизна. Впервые проведено комплексное изучение зерна сорго сортов Гвинеи. Получены данные о технологических свойствах и химическом составе зерна основных гвинейских и советских сортов сорго, определены выход и качество крупы, дана кулинарная оценка крупы. Изучена микроструктура зерна и состав микрофлоры зерновой массы.

Исследованы физические свойства зерновой массы: скважистость, сыпучесть, обеспеченность зерновой массы воздухом.

Установлены критическая и равновесная влажности зерна сорго на основании изучения интенсивности дыхания при разных уровнях влажности.

Разработаны нормативно-техническая документация на типы и классы зернового продовольственного сорго Гвинеи, даны практические рекомендации.

Практическая значимость. На основе полученных результатов даны сведения о технологических свойствах зерна, физических свойствах зерновой массы, о критической и равновесной влажности, видовом и количественном составе микрофлоры, а также рекомендации по нормированию качества зерна сорго Гвинеи, направленные на сокращение потерь зерна при хранении.

Обобщение работы. Основные методические положения и результаты работы обсуждены и одобрены на заседаниях кафедры хранения и технологии сельскохозяйственных продуктов ГСЛА и ВЗИП в 1987, 1988 и 1989 гг. и доложены на научных конференциях во ВЗИП в 1987, 1988 и 1989 гг. Подготовлены и сланы в печать две статьи по теме диссертации (1989 г.).

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 193 стр. машинописного текста, в т.ч. 33 таблицы и 47 рисунков. Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов и предложений производству, списка литературы, включающего 239 наименований, в т.ч. 91 - иностранных.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Климатические условия Гвинейской Республики и их
влияние на хранение сорго

Гвинея расположена в области влажных лесов и саванн. Климат экваториальный, муссонный, жаркий, с разделением года на дождливый и сухой сезоны. На большей территории страны сезон дож-

дей длится 6-8 месяцев и более, количество осадков 4341-1693 мм в год. Высокая температура равномерно распределяется в течение всего года в пределах от 20,6 до 29,0°С.

Относительная влажность воздуха изменяется в пределах 25,6-98,56%, что влияет на сохранность зерна сорго.

Характеристика качества зерна сорго. Исследуемое зерно сорго было сухим - исходная влажность зерна гвинейских сортов Ю,7-11,5%, а советских 12,0-13,0% (табл. 1). Более крупное зерно гвинейского сорго, причем зерно сортов Бембири Гбе и Бембири Мисин наиболее выравнено.

Из советских сортов наиболее выравнено зерно у сортов Сахарное 32, Гибрид Придонской и ССГ.

С показателем крупности согласуются и данные массы 1000 зерен. Все исследованные сорта, за исключением ССГ, являются голозерными. Наилучшие гвинейские сорта по содержанию ядра: Бембири Улен, Бембири Ба, Нионин Фин. Из советских сортов наиболее высокое содержание ядра у сортов Сахарное 32, Лазине 33 и ССГ. У сорта ССГ содержание цветковой оболочки составляет 14,7%.

Гвинейские сорта имеют высокую натурную массу - 819-784 г/л. Из советских сортов сорго - наивысшую натурную массу имеют сорта Гибрид Придонской и Лазине 33.

У гвинейских сортов стекловидность зерна высокая - 94-82%, за исключением сорта Бембири Гбе, имеющего низкую стекловидность - 18%. Из советских сортов только сорт Лазине 33 имеет высокую стекловидность - 93%. У сорта Ростовское 3-стекловидность - 74%, а у остальных трех сортов - 65%.

Следовательно, технологические свойства зерна гвинейских сортов сорго по исследуемым показателям более высокие, чем у советских сортов, что можно объяснить климатическими условиями

Таблица 4

Технологические свойства зерна сорго

С о р т	Влажно-круп-ность, %		Вырав-ненно-ность, ммх		Масса: 1000 зерен, г	Напура, г/т	Щелоча: Соер-ность, % хх		Стекло: Время: видно-обработ-ность, %: ки, мин		Выход: крупы, %
	II,0	4,2	64	31,5			804	3,9	96,1	86	
Бембири Ба	11,5	3,4	83	22,0	784	7,0	93,0	18	5,8	61,9	
Бембири Гбе	10,9	4,0	60	30,5	809	3,4	96,6	92	5,2	60,4	
Бембири Улен	11,3	3,6	66	26,7	793	3,8	96,2	94	6,6	67,0	
Бембири Фин	10,7	3,0	99	16,6	819	7,5	92,5	82	7,5	62,2	
Бембири Мисин	12,1	3,8	55	20,7	777	5,0	95,0	93	4,0	52,4	
Хезине ЗЗ	12,9	3,8	64	24,1	759	7,8	92,2	74	4,2	58,6	
Ростовское З	12,0	3,0	94	16,7	725	3,4	96,6	65	6,0	43,9	
Сахарное З2	12,9	3,0	89	10,4	791	5,1	94,9	65	3,6	44,5	
Гибрид Придон-ской	13,0	3,0	86	17,7	709	4,8	95,2	65	6,6	47,6	

х) Крупность определена на ситах с продолговатыми отверстиями: 4,2x20 мм и т.д.

хх) Щелочатость - содержание плодовой оболочки, %.

Гвинеи и многовековой народной селекцией зернового сорго.

Засоренность зерна. Неравномерность созревания сорго в метелках, различные агротехнические способы уборки зерна приводят к формированию неоднородной зерновой массы.

В Гвинейской Республике 85-90% урожая сорго убирают и обмолачивают вручную на утрамбованных земляных площадках. Поэтому в партиях зерна всегда содержится повышенное количество гальки.

Исследованные образцы прошли первичную очистку зерна, поэтому засоренность образцов зерна была в пределах базисных кондиций (менее 2%), за исключением сортов Сахарное 32 и ССГ (табл. 2).

Таблица 2
Засоренность партий зерна сорго, %

С о р т	Основ- ное зерно	Зерно- вая примесь	Галька	Сорная примесь			всего
				цветко- вая	органи- ческая	испор- ченные	
Бембири Ба	98,76	0,82	0,20	0,13	0,22	0,07	1,24
Бембири Гбе	98,38	0,30	0,23	0,14	0,28	0,67	1,62
Бембири Улен	98,56	0,04	0,81	0,18	0,24	0,17	1,44
Нюнин Фин	99,50	-	0,31	0,07	0,20	-	0,58
Бембири Мисин	99,40	0,42	0,06	0,09	0,16	0,23	0,96
Лазине 53	99,74	-	-	0,05	0,04	0,17	0,26
Ростовское 3	99,27	-	-	0,70	0,03	-	0,73
Сахарное 32	97,55	-	-	2,40	0,05	-	2,45
Гибрид Придо- нской	99,66	-	-	0,30	0,04	-	0,34
ССГ	95,24	-	-	4,70	0,06	-	2,76

У гвинейских сортов сорго содержание испорченных зерен незначительно - 0,0-0,67%.

Линический состав зерна сорго и мушкет. Биологическая цен-

ность зерна сорго зависит от особенностей химического состава (табл.3).

В зерне гвинейского сорго содержание белка колеблется в пределах 8,4-12,8%. Максимальное количество белка содержит зерно сорта Нионин Фин, минимальное - в зерне сорта Бембири Мисин. В зерне советских сортов содержание белка 10,4-12,2%. По белку наиболее перспективны сорта сорго Нионин Фин и Бембири Улен, Ростовское 3, Сахарное 32 и Лазине 33.

В сорговой группе Гвинеи содержание белка 9,2-7,7%, относительные потери белка при шлифовании - 23-32%, а у советских сортов - 7,5-26%.

По содержанию крахмала выделяются гвинейские сорта Бембири Мисин, Бембири Ба, а из советских - Ростовское 3 и Гибрид Придонской.

Показатели зольности зерна одинаковы для зерна гвинейских и советских сортов сорго - 1,39-1,98% и 1,42-1,98% соответственно. Абсолютное ее снижение в крупе сортов Гвинеи составило 0,74-1,0% и для сортов СССР - 0,75-0,95%, а относительное снижение 52-64% и 51-58% соответственно.

Особенности микроструктуры зерна сорго. При определении технологических свойств сорго Гвинеи, изучения микроструктуры зерна представляет исключительный интерес, поскольку эти сведения в литературе полностью отсутствуют.

Для исследования зерно проращивали в лабораторных условиях при температуре 22°C и отбирали пробы проросшего зерна к концу 5, 10 и 14-х суток прорастания. Микроструктуру зерна сорго изучали на продольных срезах (через зародыш).

Выявлено строение паренхимных клеток плодовой оболочки сорго, алейного слоя, стекловидного и мучнистого эндосперма,

Таблица 3

Химический состав зерна и крупы сорго

С о р т	Белок, $\sqrt{x_6, 25}$		Крахмал		Минеральные вещества					
	Влажно- сть, %	% на сухую массу	% на сухую массу	% на сухую массу	% на сухую массу	% на сухую массу				
	зерно	крупы	зерно	крупы	зерно	крупы				
	относи- тельное сниже- ние, %	относи- тельное увели- чение, %	относи- тельное сниже- ние, %	относи- тельное увели- чение, %	относи- тельное сниже- ние, %	относи- тельное увели- чение, %				
Бембири Ба	11,0	10,0	7,7	23,0	74,8	90,7	21,1	1,39	0,65	53,2
Бембири Ге	11,5	11,0	9,2	16,0	70,9	88,2	24,4	1,83	0,86	53,0
Бембири Улен	10,9	11,6	8,7	25,0	70,6	88,7	25,6	1,91	0,92	52,0
Нюнин Фин	11,3	12,8	8,6	32,8	72,5	91,3	25,9	1,57	0,72	54,0
Мембири Мисин	10,7	8,4	8,0	4,8	75,9	90,3	19,0	1,98	0,70	64,6
Лазине 33	12,1	11,1	8,2	26,0	70,9	90,5	27,6	1,98	0,89	55,0
Ростовское 3	12,9	12,2	10,4	14,7	76,0	87,6	15,2	1,82	0,75	58,8
Сахарное 32	12,0	12,2	10,8	11,5	65,3	87,4	34,0	1,42	0,65	54,2
Гибрид Прилон- ской	12,9	10,4	9,6	7,7	77,5	87,5	13,0	1,47	0,72	51,0
ССГ	13,0	10,6	10,0	5,7	64,9	87,7	35,2	1,80	0,84	53,3

всасывающ^{его} слоя питка зародыша, нормального, проросшего и заплесневевшего зерна. Показаны особенности строения белковой матрицы и крахмальных зерен, что имеет большое теоретическое и практическое значение.

Особенности переработки зерна сорго в крупу. Для своего питания население Гвинеи перерабатывает зерно сорго на 80-85% вручную с помощью перевальной ступы.

Нами для получения крупы был использован лабораторный голландер фирмы "Сатаки". Время обработки зерна сорго колебалось в пределах 3,6-7,5 мин (табл. 1).

Зерно сорго сорта Нионин Фин дает максимальный выход крупы. Зерно всех гвинейских сортов сорго дает более высокий выход крупы, чем советские сорта. Это объясняется климатическими условиями и тем, что до сих пор селекция сорго в СССР была направлена на получение кормовых сортов сорго.

Кулинарная оценка крупы из зерна сорго. Сорговая крупа представляет собой эндосперм, почти полностью освобожденный от плодовой и семенной оболочек и частично - от зародыша и алероидного слоя (табл. 4).

Крупа из зерна сорта Бембири Ба имеет минимальное количество белка 7,7%, максимальное количество крахмала - 96,7% и высокий показатель набухаемости крупы - 337,6 мл. Сорта Нионин Фин и Бембири Мисин имеют высокие показатели набухаемости - 347,1 и 314,7 мл соответственно. У советских сортов показатели набухаемости крупы ниже и составляют 239,6-227,0 мл.

Минимальный коэффициент развариваемости сорта Бембири Гбе, у остальных сортов высокий коэффициент развариваемости - 6,3-6,7. Каша у всех сортов рассыпчатой консистенции.

Из гвинейских сортов для производства сорговой крупы с

Таблица 4

Кулинарная оценка крупы из зерна сорго

Сорт	Выход крупы, %			Крахмал, %			Водопоглощение, мл			Коэффициент развариваемости			Цвет каши	Вкус: каша, белл
	крупы	мука	отходы	крупы	мука	отходы	крупы	мука	отходы	крупы	мука	отходы		
Бембири Ба	59,8	7,7	96,7	337,6	6,4	рассыпчатая	5	кремовый	5	каша, белл				
Бембири Гбе	61,9	9,2	88,2	264,5	4,5	"	4,5	белый с синими вкраплениями	4,5	каша, белл				
Бембири Улен	60,4	8,7	88,7	270,2	6,7	"	5	кремовый	5	каша, белл				
Нионин Фин	67,0	8,6	91,3	347,1	6,3	"	4	белый с кремовым оттенком	4	каша, белл				
Бембири Мисин	62,2	8,4	90,3	314,7	6,5	"	3,5	белый с лиловым оттенком и темными вкраплениями	3,5	каша, белл				
Хазине 33	52,4	8,2	90,5	230,1	6,5	"	4,5	кремовый	4,5	каша, белл				
Ростовский 3	58,6	10,4	87,6	231,6	6,6	"	4	кремовый с фиолетовым оттенком	4	каша, белл				
Сахарное 32	48,9	10,8	87,4	239,6	6,3	"	4	кремовый с лиловым оттенком и темными вкраплениями	4	каша, белл				
Гибрид Циплонской	44,5	9,6	87,5	238,7	6,5	"	3,5	кремовый с лиловым оттенком и темными вкраплениями	3,5	каша, белл				
СГТ	47,6	10,0	87,7	227,0	6,6	"	3	светло-коричневый	3	каша, белл				

высоким выходом и отличными или хорошими кулинарными свойствами можно рекомендовать сорта Бембири Ба, Бембири Улен, Бембири Гбе и Нионин Фин, а сорт Бембири Мисин следует использовать для кормовых целей.

Советские сорта-Лазине 33, Ростовское 3 и Сахарное 32, дают крупу с хорошими кулинарными свойствами и средний выход крупы. Сорта Гибрид Придонской и ССГ лучше использовать на кормовые цели.

Некоторые физические свойства зерновой массы сорго. Были исследованы сыпучесть, скважистость, равновесная влажность, плотность и обеспеченность воздухом зерна сорго (табл. 5).

Таблица 5

Физические свойства зерновой массы

С о р т	Влаж- ность, %	Угол ест- ествен- ного от- коса, град.	Скважис- тосность, %	Натура, г/л	Плотность зе- ра, г/см ³	Обеспече- нность во- здухом, см ³ /г
Бембири Ба	11,0	35	36	804	1,32	0,40
Бембири Гбе	11,5	31	38	784	1,31	0,46
Бембири Улен	10,9	34	39	809	1,32	0,47
Нионин Фин	11,3	33	32	793	1,32	0,36
Бембири Мисин	10,7	33	37	819	1,31	0,44
Лазине 33	12,1	32	37	777	1,26	0,44
Ростовский 3	12,9	33	39	759	1,25	0,48
Сахарное 32	12,0	34	41	725	1,25	0,52
Гибрид Придон- ской	12,9	31	36	791	1,28	0,42
ССГ	12,0	32	39	709	1,19	0,52

Угол естественного откоса составил для гвинейских сортов 31-35° и для советских - 31-34°, то есть, практически, был одинаковым.

По сравнению с другими культурами зерновая масса сорго имеет среднюю сыпучесть 31-35⁰, в то время, как сыпучесть проса составляет 20-27⁰, пшеницы 23-38 и овса 31-54⁰.

Скважистость варьировала в пределах 32-41%. Все гвинейские сорта имеют более высокую натуру, более низкую скважистость и обеспеченность воздухом, чем советские сорта сорго, что влияет на интенсивность дыхания зерна и микроорганизмов, а также на режимы активного вентилирования.

Посевные свойства зерна. Всхожесть сорго гвинейских сортов на апрель 1987 г. составила 86-98%, в марте 1989 г. - 71-96%, а в декабре - 65-96% (табл. 6).

Таблица 6

Посевные свойства семян сорго

С о р т	Всхожесть, %				Энергия прорастания, %			
	апрель 1987 г.	апрель 1989 г.	март 1989 г.	сентябрь 1987 г.	апрель 1987 г.	март 1989 г.	декабрь 1989 г.	сентябрь 1987 г.
Бембири Ба	86	84	83	3	83	81	81	2
Бембири Гбе	97	91	90	7	93	91	90	3
Бембири Улен	98	96	96	2	97	95	95	2
Нионин Фин	94	93	92	2	91	90	90	1
Бембири Мисин	96	71	65	31	95	64	63	32
Хазина 33	90	89	88	2	89	86	85	4
Ростовский 3	22	19	16	6	18	16	9	9
Сахарное 32	75	69	67	8	70	66	62	12
Гибрид Дридом- ской	92	87	86	6	91	86	85	6
ССГ	94	91	86	8	85	75	74	11

За 32 месяца хранения в лабораторных условиях в сухом состоянии зерно четырех сортов снизило свою всхожесть на 2-7%, а мелкозерный сорт Бембири Мисин - на 31%.

Энергия прорастания за этот же срок у зерна сорго четырех сортов снизилась на 1-3%. Исключение составило зерно сорта Бембири Мисин, у которого энергия прорастания снизилась за этот период на 32%.

Значительное снижение всхожести у этого сорта - на 31% и энергии прорастания на 32% можно, видимо, объяснить условиями созревания, уборки и обмолота.

Советские сорта сорго имели на апрель 1987 г. всхожесть 22-94%, а на декабрь 1989 г. - 16-88%, энергию прорастания соответственно 18-91 и 9-85%.

С низкими всхожестью (22-16%) и энергией прорастания (18-9%) выделяется сорт сорго Ростовское 3, что можно объяснить, видимо, неправильной послеуборочной обработкой зерна или неправильными режимами сушки зерна.

В целом, для советских сортов снижение всхожести зерна сорго за 32 месяца хранения составило 2-8%, а снижение энергии прорастания 4-12%, то есть снижение (за исключением сорта Бембири Мисин) было у советских сортов намного больше, чем для гвинейских.

Равновесная влажность зерна. Гигроскопичность зерна сорго во всех вариантах опыта была практически одинаковой (табл. 7) Так, например, при $cf = 20\%$ равновесная влажность зерна составила 7,0-7,5%, при $cf = 70\%$ - 15,3-15,6% и при $cf = 100\%$ - 22,0-23,0%.

Равновесная влажность зерна сорго 15,3-15,6% при $cf = 70\%$ является достаточно высокой и, видимо, является характерной осо-

Таблица 7

Разнообразие животного мира (в % на одну массу)

Сорт	Относительная видность воздуха, %									
	30	40	50	60	70	80	90	100		
Бамбири Бв	7,3	9,0	10,2	11,5	12,3	15,5	16,1	19,0	23,0	
Бамбири Гве	7,5	8,8	10,4	11,3	12,5	15,6	16,1	19,0	22,9	
Бамбири Узен	7,3	8,9	10,2	11,3	12,3	15,5	16,1	19,0	22,0	
Нюнин Бн	7,3	8,7	10,1	11,5	12,2	15,5	16,0	19,0	22,7	
Бамбири Мсин	7,2	9,0	10,5	11,3	12,2	15,4	16,0	19,0	22,0	
Хазине ЗЗ	7,5	8,8	9,8	11,3	12,2	15,5	16,1	19,0	22,3	
Ростовский З	7,2	8,8	9,9	11,3	12,2	15,6	16,0	19,1	23,0	
Сахарное ЗС	7,0	8,8	10,0	11,2	12,2	15,4	16,0	19,0	23,0	
Гибрид Идонский	7,1	8,7	9,9	11,2	12,3	15,3	16,0	19,0	23,0	
ССС	7,2	8,5	10,0	11,3	12,3	15,5	16,1	19,1	23,0	

бенность панной культуры.

Из советских сортов наименее гигроскопичен сорт Лазине 33, имеющий при $\varphi = 100\%$ равновесную влажность 22,3%, в то время как у других советских сортов она равна 23,0%.

Зерно сорго нельзя хранить при $\varphi = 70\%$ и требуется более низкая относительная влажность воздуха для сохранения зерна без потерь.

Интенсивность дыхания и критическая влажность зерна сорго.

Изучение изменения интенсивности дыхания и определение критической влажности зерна различных сортов сорго Гвинеи и СССР позволяет выявить предел влажности, выше которого активизируется все физиологические процессы зерновой массы, приводящие к большим потерям массы зерна и снижению его качества (табл. 3).

Графическое изображение изменения в зависимости от влажности интенсивности дыхания зерна сорго (при температуре 20-22°C) различных сортов позволяет констатировать, что критическая влажность зерна всех сортов сорго находится в пределах 12,5-14,0%, что согласуется с литературными данными.

При влажности выше критической, интенсивность дыхания зерна значительно возрастает и при влажности зерна 17,2% и 19,0%, возможна быстрая порча зерна, его плесневение и самосогревание. Потери количества и качества зерна становятся совершенно неоправданными и недопустимыми. Хранение зерна в сухом состоянии при влажности менее 14,0% обеспечивает хорошую сохранность зерна и минимальные потери массы в пределах норм естественной убыли.

Микрофлора зерна сорго. В исследуемых нами сортах идентифицированы бактерии *Erwinia herbicola* в количестве 456-810 тыс. на 1 г зерна, причем в гвинейских сортах немного больше (640-810 тыс./1 г), чем в советских сортах (456-740 тыс. на 1 г).

Таблица 8
Интенсивность дыхания зерна сорго (мг CO₂ на 100 г зерна сухого вещества за 1 сутки)

Сорта	Влажность зерна, %							
	10-12	12, 1-13, 0	13, 1-14, 7	14, 8-16, 4	16, 5-18, 0	18, 1-20, 0		
Вембири Ба	0,002	0,066	0,170	0,581	1,202	2,706		
Вембири Гбе	0,002	0,062	0,190	0,452	1,406	2,811		
Вембири Улен	0,001	0,052	0,174	0,490	1,603	2,880		
Нюнин Фин	0,001	0,071	0,168	0,576	1,801	2,919		
Вембири Мисин	0,001	0,053	0,171	0,723	2,000	2,920		
Хазине 33	0,001	0,056	0,164	0,784	1,820	2,921		
Ростовское 3	0,001	0,061	0,201	0,958	2,150	2,979		
Сахарное 32	0,002	0,039	0,146	0,450	1,501	2,703		
Гибрид Придонской	0,001	0,056	0,163	0,598	1,710	2,580		
ССГ	0,001	0,072	0,195	0,920	2,104	2,931		

Библиотека
СамСХИ
ИНВ. № 0-13318

В гвинейских и советских сортах зерна сорго идентифицированы и полевые грибы и грибы хранения (табл. 9).

Таблица 9

Поверхностная грибная микрофлора зерна сорго, тыс./1 г

С о р т	Г р и б ы										
	всего	полевые					всего	хранения			
		<i>Asp.</i>	<i>Alta.</i>	<i>Fus.</i>	<i>St.</i>	<i>Ud.</i>		<i>Asp.</i>	<i>Alta.</i>	<i>Fus.</i>	<i>Ud.</i>
Бембири Ба	17	10	6	4	0	7	3	1	2	1	
Бембири Гбе	14	8	5	3	0	6	2	1	3	0	
Бембири Улен	18	11	9	2	0	7	1	1	4	1	
Нюнин Фин	20	15	12	2	1	5	2	0	3	0	
Бембири Мисин	18	12	7	3	2	6	2	1	3	0	
Хазине 33	11	7	6	1	0	4	3	0	1	0	
Ростовский 3	14	8	7	1	0	6	2	1	3	1	
Сахарное 32	13	7	5	1	1	6	3	0	2	1	
Гибрид Придонской	12	7	6	1	0	5	1	1	2	1	
ССГ	15	11	8	2	1	4	1	2	1	0	

Общее количество грибной микрофлоры в зерновой массе составляет 11-20 тыс. на 1 г зерна, причем в сортах гвинейского сорго ее общее количество немного больше - 14-20 тыс. на 1 г зерна. Грибы хранения в тех и других образцах находятся примерно в одинаковом количестве: в зерне гвинейских сортов - 5-7 и в зерне советских сортов - 4-6 тыс. на 1 г зерна. Значительно большие различия наблюдаются по количественному составу полевых грибов: в зерне гвинейских сортов он составляет 8-15 тыс. на 1 г зерна, а в зерне советских сортов - 7-11 тыс. на 1 г зерна. Наблюдаются также различия и в видовом составе. Так, высокое содержание *Alternaria* наблюдается в сортах Нюнин Фин, Бемби-

ри Улен и ССГ.

Наибольшее число плесеней хранения обнаружено в зерне сортов Бембири Ба и Бембири Улен, минимальное - в зерне сортов Нионин Фин, Гибрид Припонской и ССГ, содержащем цветковые оболочки.

Имеющиеся различия по количественному и качественному составу микрофлоры зерна сорго гвинейских и советских сортов можно объяснить условиями возделывания и климатическими особенностями Гвинейской Республики и СССР.

В ы в о д ы

Во многих районах Африки сорго является основной хлебной культурой, так как сорго неприхотливая и засухоустойчивая культура, используемая в пищу в крахмалопаточной и спиртовой промышленности, на корм скоту.

Сорго Африки изучали многие ученые, однако технологические свойства и особенности хранения сорго в условиях Гвинейской Республики почти совсем не были изучены.

В задачи нашего исследования входило изучение пяти сортов сорго Гвинеи - Бембири Ба, Бембири Гбе, Бембири Улен, Нионин Фин, Бембири мисин, а для сравнения пяти советских сортов - Лазине 33, Ростовское 3, Сахарное 32, гибрид Припонской, ССГ.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Технологические свойства зерна гвинейского сорго более высокие, чем советских сортов, что объясняется климатическими условиями. Зерно более крупное, высококлеточное (819-784 г/л), высокостекловидное (за исключением Бембири Гбе). Выход ядра у всех сортов высокий. Все сорта, за исключением ССГ, являются голозерными. Исследование микроструктуры плодовой оболочки позволило выявить в зерне сорго паренхимный слой. Особенностью партий зерна гвинейского сорго является наличие во всех сортах

гальки.

2. По содержанию белка лучшие сорта: Нионин Фин, Ростовское 3 и Сахарное 32. В крупе содержание белка снижается на 32-4,8% в зерне гвинейских сортов и на 26-5,7% в зерне советских сортов.

3. Содержание крахмала в зерне высокое: 75,9% - у сорта Бембири Мисин, у остальных гвинейских сортов - 74,8-70,6%; у советских сортов Гибрид Придонской - 77,5%, Ростовское 3 - 76,0% у остальных - 70,9-64,9%. Относительное увеличение крахмала в крупе составило 35,2-13,0%.

4. Зольность зерна сорго гвинейских сортов - 1,98-1,39%, советских - 1,98-1,42%. В крупе относительное снижение зольности составило соответственно 64,6-52,0% и 58,8-51,0%.

5. Из зерна всех сортов гвинейского сорго получен высокий выход крупы 67,0-59,8%, у советских сортов - 58,6-44,5%. Лучшие советские сорта - Ростовское 3 (выход крупы 58,6%) и Хазине 33 (52,4%).

6. В Гвинее для производства сорговой крупы можно рекомендовать все гвинейские сорта, кроме Бембири Мисин, а из советских сортов - Хазине 33, Ростовское 3 и Сахарное 32.

7. При хранении зерна сорго в условиях влажного тропического климата возможно прорастание и плесневение зерна. На сканирующем электронном микроскопе исследование микроструктуры зерна сорго Гвинее проведено нами впервые. Показаны особенности микроструктуры поверхности зерна, плодовой и семенной оболочек, алейного слоя, стекловидного и мучнистого эндосперма, всасывающего слоя нормального и проросшего зерна.

8. Исследованы физические свойства зерновой массы сорго: сыпучесть гвинейских и советских сортов сорго практически одинакова - 31-35° и 31-34° соответственно; скважистость исследуемых

проб зерна сорго варьировала в пределах 32-41%, в т.ч. у гвинейских сортов сорго - 32-39%, у советских - 36-41%, т.е. скважность советских сортов на 1-4% выше; гигроскопичность зерна во всех вариантах опыта была практически одинакова. При относительной влажности воздуха (ϕ) 20% равновесная влажность зерна составила 7,0-7,5%, при ϕ = 70% - 15,3-15,6% и при ϕ = 100% - 22,0-23,0%. Следовательно, зерно сорго нужно хранить при равновесной влажности менее 70%.

9. Всхожесть сорго гвинейских сортов после 4-х месяцев хранения в лабораторных условиях составила 98-86%, после 36 мес. хранения - 96-65%. У мелкозернового сорта Бембири Мисин всхожесть снизилась на 31%, а у остальных - на 2-7%. Энергия прорастания у сорта Бембири Мисин снизилась на 32%, у остальных - на 1-3%. Советские сорта после 8 мес. хранения имели всхожесть 94-22%, а через 36 мес. хранения - 88-16%; энергия прорастания составила соответственно 91-18% и 85-9%.

10. Установлена величина критической влажности зерна сорго 12,5-14,0%. При влажности зерна выше критической в интервале от 14,0 до 15,5% интенсивность дыхания резко возрастает. Дальнейшее повышение влажности повышает интенсивность дыхания и приводит к быстрой порче зерна. Потери массы зерна при влажности 13,1-14,7% составляют 0,053-0,071%, что соответствует нормам естественной убыли. Во влажном и сыром зерне потери массы зерна за счет дыхания значительно выше нормы естественной убыли.

В целом, существенных различий зерна сорго как объекта хранения между гвинейскими и советскими сортами не выявлено.

11. Исследование микрофлоры зерна сорго показало, что общее количество бактерий *Erwinia herbicola* в зерне гвинейских сортов составило 640-810 тыс./1 г, у советских сортов - 476-740 тыс./1 г зерна.

Во всех пробах имеются полевые грибы и хрибы хранения. Их общее количество 11-20 тыс./1 г, причем в зерне гвинейских сортов больше полевых грибов (8-15 тыс./1 г), чем в зерне советских сортов (7-11 тыс./1 г), в то время как грибы хранения содержатся примерно в одинаковом количестве 5-7 тыс./1 г и 4-6 тыс./1 г. соответственно. Наиболее высокое содержание *Alternaria* - в сортах Нюнин Фин, Бембири Улен и ССГ.

Имеющиеся различия по количественному и качественному составу микрофлоры зерна гвинейских и советских сортов сорго можно объяснить условиями возделывания и климатическими особенностями Гвинейской Республики и СССР.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

I. С ростом промышленности и населения крупных городов Конакри, Канкан, Киндия, Зерекоре, Лабе и др., появляется потребность хранения крупных партий зерна в городах. Для этих целей необходима стандартизация качества зерна сорго, т.к. стандарты являются основой правильных ценовых расчетов на зерно, являются средством повышения качества зерна и снижения потерь.

В этих целях, на основании анализа стандартов СССР, США, Колумбии, Чехословакии и качества зерна сорго Гвинейской Республики, нами разработан проект стандарта на зерновое (продовольственное) сорго страны.

а) Классификация продовольственного зерна сорго на типы по окраске

Тип I	Тип II	Тип III
Белое сорго - все разновидности белого зернового сорго.	Коричневое сорго - все разновидности коричневого зернового сорго.	Смешанное сорго - все смеси зернового сорго, относящиеся к I и II типам.
Цветные пятна на белом фоне зерна полусухими	Сорта: Бембири Улен, Каннин Кенде, Кенде и др.	

 I : II : III

Сорта Бембири Ба, Бембири
 Гбе, Бембири Мисин, Нюнин
 Ын, Бессикре и пр.

Допустимое содержание в первых двух типах зерен сорго дру-
 гого цвета - не более 10%.

Зерновое сорго с белым перикарпным слоем и последующими
 слоями коричневого цвета не может быть отнесено к I типу белого
 сорго. Такое зерно относят ко II типу - коричневое сорго.

В посевах часто используют зерно различной окраски - III
 тип - смешанное сорго. Эти семена берут из самых лучших метелок
 или от лучших партий зерна, независимо от цвета зерна.

б) Деление зернового продовольственного сорго на классы.

Зерно каждого типа должно делиться на классы

Номер класса	Влажно-Натура		Примесь сорной травы		Примесь, не более		Запах	Загрязне- ность живы- ми полгоно- сиками и др. насеко- мыми, экз. на 1 кг зерна
	содержание, %	не менее, г/л	содержание, %	не более, %	в т.ч.:	всего		
1	13,0	800	2	2	0,5	норм.	не допуска- ется	
2	14,0	760	5	3	1,5	"	I-5 вкл.	
3	18,0	700	15	8	2,0	"	свыше 5 до 10 вкл.	
4	класс по образцу						допускаю- тся пос- торонние запахи	свыше 10

Если зерно не соответствует одному из указанных показате-
 лей класса, то оно переводится в последующий класс или считае-
 тся "классом по образцу" (4 класс).

Состав сорной и зерновой примеси предполагается классифи-
 цировать по советскому стандарту на сорго (ГОСТ 8759-74).

К посторонним запахам относятся кислый, солодовый, запах плесени, крутолярный (ароматный эфирный запах), бензина и пр.

2. Широ внедрять в производство лучшие сорта продовольственного сорго: Бембири Ба, Бембири Улен, Нионин Фин, Бембири Гбе.

Сорт мелкозернового сорго Бембири Мисин, имеющего низкую массу 1000 зерен (16,6 г), низкое содержание белка (8,4%), плохое качество крупы (3,5 балла) и низкую кулинарную оценку, рекомендовать использовать на кормовые цели (в птицеводстве).

3. Во всех зонах страны следует добиваться быстрого высушивания свежубранного зерна сорго до сухого состояния средствами натуральных и полунатуральных хозяйств, а на крупных фермах — с помощью зерносушилок.

4. Усилить борьбу с вредителями с применением в хранилищах профилактических и местных средств (зола, пелла и пр.), а также химических веществ (бромистый метил, карбофос и т.д.).

5. На крупных сельскохозяйственных фермах и в городах внедрять промышленные типы очистки, сушки, охлаждения, активного вентилирования зерна, строить кирпичные механизированные склады, внедрять хранение без доступа воздуха, применение холодильных установок.

6. Учитывая, что Гвинейская Республика не располагает даже элементарными хранилищами, необходимо начать реконструкцию старых и строительство новых хранилищ.

7. В Гвинейской Республике необходимо постепенное внедрение в практику хранения сорго стандартов международной организации (ISO), применение которых предусматривает сокращение потерь зерна при хранении за счет правильной организации режимов и способов хранения, технологических приемов при подготовке зерна к хранению в сухом охлажденном состоянии, требования к самим хра-

нилицам. Особенно важно применение в Гвинейской Республике стандартов 6322/1, 6322/2, 6322/3 (№8) и др., являющихся основой для организации хранения зерна.

Список опубликованных работ:

1. Траоре Сидики, В.Е.Мельник, Е.П.Попова. Изменение микроструктуры Гвинейского зерна сорго при прорастании.- Рукопись депонирована во ЦНИИТЭИ хлебопродуктов 16.07.90, №II-34-ХБ-90.
2. Траоре Сидики, Е.П.Попова. Хранение и обработка зерна сорго и других культур в Гвинее. Рукопись депонирована в ЦНИИТЭИ хлебопродуктов 16.07.90, №II-33-ХБ-90.