

УДК 631(092): 635.646

UDC 631(092): 635.646

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (биологические науки)

4.1.2. Plant breeding, seed production and biotechnology (biological sciences)

**ВОПРОСЫ ГЕНЕТИКО-СЕЛЕКЦИОННОГО ИЗУЧЕНИЯ И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ БАНАНА**

**ISSUES OF GENETIC AND BREEDING STUDYING AND MULTIFUNCTIONAL CONSUMPTION OF BANANA**

Цаценко Наталья Андреевна  
Ph.D.  
Научный сотрудник, участник программы постдок НИУ ВШЭ  
SPIN-код: 5028-8748, AuthorID: 811364  
<https://orcid.org/0000-0002-4258-1865>  
E-mail: nat-tsatsenko32@yandex.ru  
*Национальный Исследовательский Университет Высшая Школа Экономики, НИУ ВШЭ, Россия, Москва, 109028, Покровский б-р, д. 11*

Tsatsenko Natalia Andreevna  
Ph.D. in Economics, research fellow, postdoc HSE University  
RSCI SPIN-code: 5028-8748, AuthorID: 811364  
<https://orcid.org/0000-0002-4258-1865>  
e-mail: nat-tsatsenko32@yandex.ru  
*HSE University, Moscow, 109028, Pokrovsky Bulvar 11, Russia*

Цаценко Людмила Владимировна  
д-р. биол. наук, профессор, кафедра генетики, селекции и семеноводства  
SPIN-код: 2120-6510, AuthorID: 94468  
<https://orcid.org/0000-0003-1022-1942>  
Scopus Author ID: 55952841000  
lvt-lemna@yandex.ru  
*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Россия, Краснодар 350044, Калинина 13*

Tsatsenko Luidmila Vladimirovna,  
Dr.Sci.Biol., professor,  
Chair of genetic, plant breeding and seeds  
RSCI SPIN-code: 2120-6510, AuthorID: 94468  
<https://orcid.org/0000-0003-1022-1942>  
Scopus Author ID: 55952841000  
lvt-lemna@yandex.ru  
*"Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", Krasnodar 350044, Kalinina 13, Russia*

Какунзе Ален Шарль  
Доктор философии, Ph.D. в области селекции, семеноводства и биотехнологии растений, преподаватель  
SPIN-код: 7907-1372, AuthorID: 1030608  
<https://orcid.org/0009-0003-6424-0847>  
e-mail: akakunze@gmail.com  
*Высшая школа образования Университета Бурунди, Бужумбура, Бурунди, Африка*

Kakunze Alain Charles  
Ph.D in varietal selection, seed production and plant biotechnology, Lecturer at the Ecole Normale Supérieure du Burundi  
RSCI SPIN-code: 7907-1372, AuthorID: 1030608  
<https://orcid.org/0009-0003-6424-0847>  
e-mail: akakunze@gmail.com  
*Burundi Higher Institute of Education Natural Sciences Department Bujumbura, Burundi, Africa*

Мбониханкуйе Сиррил  
Аспирант Бурундийского университета в области овощей и фруктов  
Заведующий программой семеноводства  
<https://orcid.org/0009-0005-3833-174X>  
e-mail: mbonicyril2004@gmail.com  
*ISABU (Бурундийский институт агрономических наук), Бурунди, Африка*

Mbonihankuye Cyrille  
PhD Student at University of Burundi in Fruit and Vegetable  
Head of seed production program at  
e-mail: mbonicyril2004@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0005-3833-174X>  
*ISABU (Burundi Institute of Agronomic Sciences) Bujumbura, Burundi, Africa*

В статье рассматриваются вопросы распространения растения банана по миру, причины адаптации, вопросы потребления. Показаны две группы стран: страны производители и страны потребители. В задачу нашей работы входило рассмотреть феномен полиплоидии в эволюции данного растения, многофункциональное потребление, в том числе на примере страновых кейсов Восточной Африки. В работе рассмотрено три блока вопросов:

The article deals with the spread of the banana plant around the world, reasons for adaptation, and consumption issues. Two groups of countries are shown: producer countries and consumer countries. The objective of our work was to examine the phenomenon of polyploidy in the evolution of a given plant, multifunctional consumption, including country cases in East Africa. The study considers three blocks of questions: distribution of bananas,

распространение бананов, плантаинов и кухонных бананов по регионам мира; вопросы полиплоидии для растения банана; многообразие потребления плода банана. Полученные новые знания о многофункциональном использовании культуры банана даст новые перспективы к технологиям переработки, развитию инновационных продуктов питания, что будет способствовать устойчивому развитию стран-потребителей и производителей этого растения

Ключевые слова: БАНАН, ДЕСЕРТНЫЙ И КУЛИНАРНЫЙ, ПЛАНТАЙН, МНОГОЦЕЛЕВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, ПОЛИПЛОИДИЯ, ПОТРЕБЛЕНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО, МЕСТНЫЕ РЫНКИ, ВОСТОЧНАЯ АФРИКА

plantains and kitchen bananas in the regions of the world; issues of polyploidy for banana plant; diversity of banana fruit consumption. The obtained new knowledge about the multifunctional use of banana culture will give new perspectives to processing technologies, development of innovative food products, which will contribute to the sustainable development of consumer and producer countries of this plant

Keywords: BANANA, DESSERT AND CULINARY, PLANTAIN, MULTIPURPOSE USE, POLYPLOIDY, CONSUMPTION, PRODUCTION, LOCAL MARKETS, EAST AFRICA

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-200-018>

## Введение

Банан (*Musa spp.*) является ключевой продовольственной культурой, которая широко потребляется во всем мире и занимает важное место в рационе миллионов человек на планете. Бананы – это четвертая по значимости культура в мире после риса, пшеницы и кукурузы, которая выращиваются в тропических и субтропических регионах на пяти континентах [Gibert et al., 2009]. Согласно данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО), ежегодный валовой сбор свежих бананов в мире значительно увеличился с 67 млн. тонн в 2000 г. до 135 млн. тонн в 2022 г. благодаря новым технологиям возделывания и созданию новых устойчивых сортов [FAOSTAT, 2024].

Важно отметить, в классификации ФАО по производству и урожайности культур выделяют две группы бананов: (а) бананы (*bananas*) и (б) плантаины и кухонные бананы (*plantains and cooking bananas*). Бананы или десертные бананы, как часто они называются в научной литературе, характеризуются более мягкой мякотью и сладким вкусом, и употребляются в сыром и неприготовленном виде [Aurore, Parfait, Fahrasmane, 2009]. В то время как плантаины и кухонные бананы, содержащие высокое количество крахмала, проходят тепловую обработку

<http://ej.kubagro.ru/2024/06/pdf/18.pdf>

перед употреблением в пищу [Heslop-Harrison, Schwarzacher, 2007]. Производство плантайнов и кухонного банана ориентировано в большинстве случаев на внутренние рынки стран производителей [Heslop-Harrison, Schwarzacher, 2007]. В дополнение отметим, что в научной литературе можно встретить разную терминологию. Например, в статье Соколовой Ж. Е. и соавторов (2020) применяется термин «банановая продукция», включающий свежие и сушеные бананы, и плантаны. У Жуковского П.М. (1964) плантайн называется «подорожник» или кухонный банан. В работе Байнум Х. и Байнум У. (2022) plantain переводиться как плантайн.

С точки зрения использования и потребления, банан – это основной продукт питания, пригодный для пищи в свежем или приготовленном виде. Они представляют собой важную часть базового питания для населения в странах-производителях. По данным Perrier et al. (2019), в Азии и в Африке потребление бананов на одного человека может достигать до 400 кг в год.

Цель данной статьи состоит в исследовании феномена полиплоидии в эволюции данного растения, включая сравнение качества древних и современных форм плода банана; рассмотрении многофункционального потребления банана; выявление перспектив возделывание самого растения на примере Восточной Африки.

Для достижения цели авторами были решены три задачи. На первом этапе изучен вопрос распространения бананов, плантайнов и кухонных бананов по регионам мира. На втором этапе рассмотрен феномен полиплоидии для растения банана, что дал переход на другой уровень плоидности растению, возможности и перспективы использования. На третьем этапе дано комплексное представление о многофункциональном использовании плода банана на основе научной литературы и страновых кейсов Восточной Африки.

***Современное распространение бананов, плантайнов и кухонных бананов по регионам мир. Категории систем производств.***

Регион Юго-Восточной Азии является родиной происхождения банана, которое датируется 8 тыс. лет до н. э. [Simmonds,1962]. В настоящее время Бананы получили широкое распространение в мире, в различных источниках количество стран колеблется от 100 до 140. В одной из недавних статей в журнале *Scientia Horticulturae*, указывается 135 стран производителей бананов [Maseko et al., 2024]. Потребление бананов в мире делится на две большие группы: страны производители и страны, которые потребляют, но не производят [Цаценко, Цаценко, Какунзе, 2024]. В большинстве случаев вторая группа стран потребляют десертные сорта бананов в свежем виде [Байнум Х., Байнум У., 2022]. Наш интерес больше сконцентрирован на первой группе стран, так как в данном случае бананы имеют многофункциональное потребление и различные подходы к переработке и хранению на уровне домохозяйств.

Как показано в таблице 1, к ведущим макрорегионам по производству бананов относятся Азия (70 млн. тонн или 51,8% от мирового производства), Америка (32,1 млн. тонн или 23,8%) и Африка (30,8 млн. тонн 22,8%) в 2022 г. Производство бананов в Азии представлено четырьмя региона: Южная Азия, Юго-Восточная Азия, Восточная Азия и Ближний Восток. Например, в Южной Азии, включая Индию, Шри-Ланки, Пакистан, Бангладеш, было собрано 36 млн. тонн или 26,7% от мирового производства. Производство бананов в Африки, охватывает весь континент, но наибольший валовой сбор приходился на Восточную Африку (включая Кению, Танзанию, Уганду, Бурунди, Руанду) и составил 11,6 млн. тонн или 8,6% от мирового производства. Более 30 млн. тонн бананов было собрано Южной Америке (включая Бразилию, Эквадор, Колумбию, Парагвай, и т.д.) и Центральной Америке (включая Косту Рику, Гватемалу, и т.д.), что составляет более 22% от мирового валового сбора.

Если посмотреть на площади возделывания в мире более детально, то следует выделить три ключевых региона – это Южная Азия (1069,3 тыс. га или 18,0% от мировой площади возделывания бананов), Восточная Африка (1052,8 тыс. га или 17,7%), и Южная Америка (976,9 тыс. га или 16,4 %).

Таблица 1 – Производство бананов, плантайнов и кухонных бананов по регионам мира за 2022 г.

Регионы	Бананы				Плантайны и кухонные бананы			
	Площадь возделывания (тыс. га)	Доля от мировой площади возделывания (%)	Валовой сбор (млн. тонн)	Доля от мирового валового сбора (%)	Площадь возделывания (тыс. га)	Доля от мировой площади возделывания (%)	Валовой сбор (млн. тонн)	Доля от мирового валового сбора (%)
<i>Африка, в т. ч.</i>	2317,2	39,0	30,8	22,8	5601,4	83,2	30,1	68,1
Восточная Африка	1052,8	17,7	11,6	8,6	2794,1	41,5	12,4	28,0
Центральная Африка	494,3	8,3	6,6	4,9	1694,7	25,2	10,2	23,0
Южная Африка	11,1	0,2	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Западная Африка	663,7	11,2	9,7	7,2	1112,5	16,5	7,6	17,1
Северная Африка	95,4	1,6	2,5	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Америка, в т. ч.</i>	1351,3	22,7	32,1	23,8	723,3	10,7	7,9	18,0
Северная Америка	0,3	0,01	0,004	0,003	0,0	0,0	0,0	0,0
Центральная Америка	241,1	4,1	11,0	8,1	69,4	1,0	1,1	2,4
Карибский бассейн	133,0	2,2	2,1	1,6	162,1	2,4	2,3	5,1
Южная Америка	976,9	16,4	19,0	14,0	491,9	7,3	4,6	10,5
<i>Азия, в т. ч.</i>	2156,1	36,3	70,0	51,8	407,8	6,1	6,1	13,8
Ближний Восток	33,7	0,6	1,5	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Южная Азия	1069,3	18,0	36,0	26,7	59,5	0,9	1,7	3,9
Юго-Восточная Азия	696,3	11,7	20,3	15,0	348,2	5,2	4,4	10,0
Восточная Азия	356,8	6,0	12,1	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Океания и Австралия</i>	94,5	1,6	1,6	1,2	1,3	0,0	0,0	0,0
<i>Европа</i>	21,1	0,4	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Всего</b>	<b>5940,2</b>	<b>100,0</b>	<b>135,1</b>	<b>100,0</b>	<b>6733,8</b>	<b>100,0</b>	<b>44,2</b>	<b>100,0</b>

Источник: составлено на основе данных ФАОСТАТ (FAOSTAT, 2024).

Итак, мировой валовой сбор бананов в мире составил 135,1 млн. тонн и площадь возделывания – 5940,2 тыс. га. Для сравнения, мировой валовой сбор плантайнов и кухонных бананов составил 44,2 млн. тонн и площадь возделывания – 6733,8 тыс. га. (см. таблицу 1).

Рассмотрев регионы возделывания банана, плантайна и кухонного банана, следует упомянуть, что производство бананов обычно подразделяется на две группы или категории. Первая группа представлена небольшими фермерами, которые составляют большинство и производят бананы и плантайны как для собственного потребления, так и для внутреннего рынка. Вторая группа – это альянс фермеров и компаний, владеющие крупными плантациями, которые поставляют бананы как на внутренний, так и на международный рынок [Madalla et al., 2023; Marimo et al., 2020]. В работе Karamura et al. (1998) дается более широкая классификация производственной банановой системы в регионе Восточная Африка: садово-огородные системы; системы натурального хозяйства; коммерческие плантации. Различия между категориями заключаются в методах управления сельскохозяйственными культурами, а именно: в используемом посадочном материале, в методах борьбы с вредителями, в применяемых системах возделывания.

Успешному распространению бананов в Африке способствовали эколого-географические условия тропиков. Например, в климатической зоне Восточной Африки выделяют три наиболее благоприятных и пригодных района для производства бананов как Эфиопское нагорье, зона Великих озер и возвышенности Малави [Perrier et al., 2019].

В целом, выращивание бананов, плантайнов и кухонных бананов являются важной частью социально-экономической жизни местных хозяйств, так как данная культура является основным продуктом питания, она также – важный источник дохода для местных фермеров [Dotto, Matem, Ndakidemi, 2018].

### ***Феномен полиплоидии на примере растения банана***

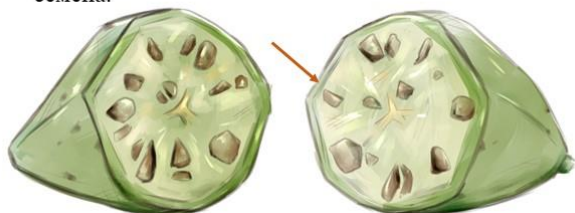
При возделывании бананов, как указал Simmonds (1962), учитываются пять базовых характеристик: продуктивность, урожайность, устойчивость к болезням, отсутствие семян в мякоти, качество плодов. Первые четыре

характеристики связывают с плоидным уровнем культуры банана, а именно переход к триплоидии. Переход с диплоидного на триплоидный уровень дал растению банана новые возможности (рисунок 1). Дикие формы или предковые имеют темные семена в плодах, небольшое количество крахмала, трудно-отделяемую кожуру и небольшой плод, что не делает их ценными в качестве агрономически значимых культур, что проиллюстрировано на рисунке 1. Несмотря на то, что банан является древним растением и имеет необычный триплоидный генетический статус с партенокарпией, а процесс одомашнивания проходил в значительной степени путем сбора отдельных сортов со спонтанными мутациями в дикой природе [Simmonds, 1962].

#### ДИКИЙ БАНАН 7000-10000 ДО Н.Э.

Центром происхождения считается регион юго-восточной Азии. Предполагается, что растение появилось более чем 8000 лет до н. э. между Индонезией и Малазией

Дикие формы, *Musa acuminata* и *Musa balbisiana*, у которых крупные, твердые семена.



#### СОВРЕМЕННЫЙ БАНАН, 2024

Выращивается в 135 странах, ежегодный объем производства оценивается более чем в 102 миллиона тонн свежих фруктов. Современный банан имеет удобную форму и легко очищаемую кожуру. По сравнению со своим предком, этот фрукт имеет гораздо меньше семян, лучше на вкус и насыщен питательными веществами.

Съедобные растения *Musa* классифицируются по различным геномным группам: AA, AB, BB, AAA. У триплоидов и тетраплоидов геном имеет следующую конструкцию: AAA, AAB, AAAA, AAAB, ABVB, AAVB, AABV.

Бессемянные и партенокарпические плоды

Кожура легко отделяется

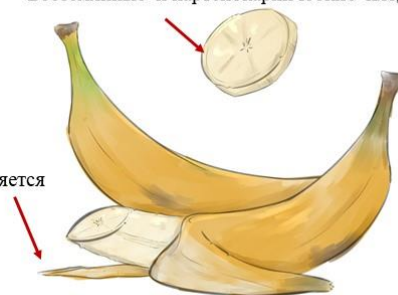


Рисунок 1 – Сравнение древних и современных форм банана, преимущества селекции

Источник: составлено авторами на основе работ Heslop-Harrison, Schwarzacher (2007) и Maseko et al. (2024).

С 1940-х годов началось изучение полиплоидных рядов у банана. Показано, что прародителями культурных форм являются дикие виды

*Musa acuminata* и *Musa balbisiana*. Гаплоидное число  $n=11$ . Используя геномные символы (А и В) и учитывая ploидность, род *Musa* можно классифицировать как:

⇒ АА (диплоид), ААА (триплоид) и АААА (тетраплоид).

⇒ ВВ (диплоид), ВВВ (триплоид) и ВВВВ (тетраплоид).

Также были выявлены следующие гибриды между этими видами:

АВ – ‘Apple’ яблочный банан.

ААВ – плантейн, сорт ‘Silk Fig’.

АВВ – кулинарный банан сорт ‘Blugoe’.

Современная ботаническая классификация, основанная на агро-морфологических различиях, помогает нам различать сорта десертных бананов (АА, ААА, ААВ), кулинарных бананов (ААА, ААВ, АВВ) и бананов для приготовления, и плантайнов (ААВ) [Gibert et al., 2009].

Феномен полиплоидии для банана предполагает, что это растение размножается преимущественно партенокарпически, без полового процесса, без прохождения мейоза. Полиплоиды у банана могут возникать за счет формирования нередуцированных гамет,  $2n$ , происходит сбой одного из двух делений мейоза. Феномен полиплоидии именно у банана заключается в том, что ploидные формы могли возникнуть на ранних этапах эволюции, когда растение размножалось половым путем. Возможно, процесс мутирования генома шел интенсивно, результаты закрепились на триплоидном уровне и этот уровень ploидности оказался благоприятным для растения банана [Heslop-Harrison, Schwarzacher, 2007]. Дальнейшая работа может осуществляться по нескольким сценариям, один из которых заключается в следующем: в отсутствие структурированной сегрегационной популяции выделение генов, их характеристика и функциональная геномика могут быть осуществлены с помощью коллекции мутаций – мутационной сетки, что представляет собой альтернативную стратегию для стерильных сортов.



Заниматься селекцией бананов начали в 20-х годах прошлого столетия. Помимо поиска интересных мутаций, в работе применяли радиационный мутагенез, который позволил значительно увеличить спектр исходного материала для отбора. Традиционные методы селекции для банана затруднены, т.к. триплоиды стерильны, если завязывают семена, то очень мало. В этой связи приходится искать новые, инновационные методы, которые стали применяться в последнее время. В качестве примера можно рассмотреть селекционные программы по дальнейшему скрещиванию для получения триплоидных форм, редактирование генома [Perrier et al., 2019].

### ***Многофункциональное использование плода банана в пище и его полезные свойства***

Плоды банана характеризуются высокой питательной ценностью, что предполагает положительное влияние на здоровье человека при включение его постоянный рацион питания. В научной литературе особое внимание уделяется исследованию полезных свойств банановой мякоти и продуктов питания, приготовленные из нее [Mohapatra et al., 2021; Mostafa, 2021; Kumari, Gaur, Tiwari, 2023; Singh, Kaushik, Gosewade, 2018].

Банановая мякоть – богатый источник необходимых фитонутриентов, включая фенольные соединения и витамины (В3, В6, В12, С и Е) и минералами, такими как фосфор, натрий, калий, кальций, магний, железо, медь, цинк и марганец. Банановая мякоть богата каротиноидами, флавоноидами, аминными соединениями и пищевыми волокнами [Singh, Kaushik, Gosewade, 2018].

Бананы являются одними из самых недорогих и потребляемых фруктов в мире, содержащие много полезных веществ (рисунок 2).

**СОВРЕМЕННЫЙ БАНАН, 2024**

- мякоть банан состоит на 75 % из воды;
  - является одной из самых калорийных (90 ккал/100 г) среди немасляных свежих фруктов;
  - в 100 г свежей мякоти содержится около 20 г углеводов;
  - клетчатка составляет 2 г на 100 г свежего веса;
  - количество калия в спелом банане находится в диапазоне 4.10–5.55 мг на 100 г сухой массы.
  - крахмал в зеленых в зеленых плодах преобразуется в сахара (сахарозу, глюкозу, фруктозу и в очень небольших количествах мальтозу и рамнозу), процентное содержание которых возрастает от 1 или 2% до почти 20% к концу созревания.
- Общее содержание растворимых твердых веществ в банане увеличивается по мере созревания плодов.



Рисунок 2 – Характеристика плода банан

*Источник: составлен авторами по работам Aurore, Parfait, Fahrasmene, 2009; Gibert et al. 2009; Dembedza et.al., 2022.*

Использование в рационе питания бананов и их потребление на душу населения в день разнится в разных странах мира. Например, потребление бананов в свежем виде в некоторых африканских странах составляет от 4 до 4,5 кг, в Западной Европе и США обычно – 25 г в день. В Уганде потребление на душу населения является самым высоким в мире и составляет до 700 г. в день на человека [Marimo et al. 2020; Karamura et al., 1998].

Интересно отметить, что в мире насчитывается около 1200 сортов бананов. Сорт Кавендиш (*Musa Cavendishii*) оказался лучше приспособлен для международной торговли по сравнению с другими сортами, благодаря своей устойчивости к физическим воздействиям во время транспортировки. Распространенными сортами бананов в Восточной Африке являются прежде всего восточноафриканские высокогорные

бананы (*East African Highland Bananas (Musa AAA)* или *EAHB*) [Akankwasa et al. 2021; Karamura et al.,1998]. На рисунке 3 проиллюстрировано многообразие бананов, продаваемых на местных рынках в Бурундии. Например, зеленые бананы предназначены для приготовления еды и используются как один ингредиентов в местных кулинарных блюдах.

В настоящее время растет интерес к пониманию многофункционального использования плодов бананов в приготовлении продуктов питания в мире, в том числе в странах Восточной Африки. В работе Karamura, Karamura, Tinzaara (2012) вводится категория из четырех группы использования плодов банана в рамках приготовления еды: 1) десертные бананы, 2) кулинарные или вареные бананы, 3) жаренные бананы, и 4) винные бананы. В работе Marimo et al. (2019) представлены результаты по классификации продуктов, приготовленные из банана на примере Уганды и Танзании. Обнаружено 32 продукта на основе вышеупомянутой классификации. Другим примером многофункционального использования банана в Восточной Африке может служить результаты представленные в работах Nzigamasabo, Muvunyi, Nabyambere (2022) и Nzigamasabo, Nimpagaritse (2009) о проблемах и возможностях совершенствования технологии приготовления бананового пива.

Отмечается, что Урварва (*Urwarwa*) – это традиционный пивоваренный напиток, производимый из сока, полученного из особых сортов бананов. Кроме того, урварва употребляется из бутылок, небольших тыкв. Если ферментация бананового сока проводится в контролируемых условиях, можно получить хорошее качество напитка. Процесс производства урварвы схож с процессом изготовления танзанийского мбеге (*Tanzanian Mbege*) [Nzigamasabo, Nimpagaritse, 2009].



Рисунок 3 – Продажа бананов разной спелости на местном рынке в городе Бужумбура, Бурунди, Африка 2024 г.

*Источник: фотографии сделаны Мбониханкуйе Сирилл  
(produced by Mbonihankuye Cyrille)*

Как показано на рисунке 4, применение бананов в пищевой промышленности в целом в мире может быть представлено большим многообразием использования как зеленого, так и спелого банана. Наиболее известная форма ежедневного употребления спелого банана в рационе – это десертные бананы, которые употребляют в сыром виде.

Согласно данным Aurore, Parfait, Fahrasmane (2009), десертные бананы опережает по потреблению виноград и апельсины. Особое внимание в современное время уделяется банановой муке, из которой приготавливают банановый хлеб на дрожжевой закваске. По сравнению с обычным хлебом из пшеничной муки, хлеб из банановой муки характеризуется рядом полезных свойств: низкое содержание углеводов, высокое содержание калия и клетчатки. Таким образом, спелые и зеленые бананы стали активно применяться в пищевой промышленности. Продукты переработки бананов можно сравнить с яблоками по количеству сортимента: сок, хлопья, пюре, мармелад, сорбет, мороженное, снеки, элементы диетического питания.

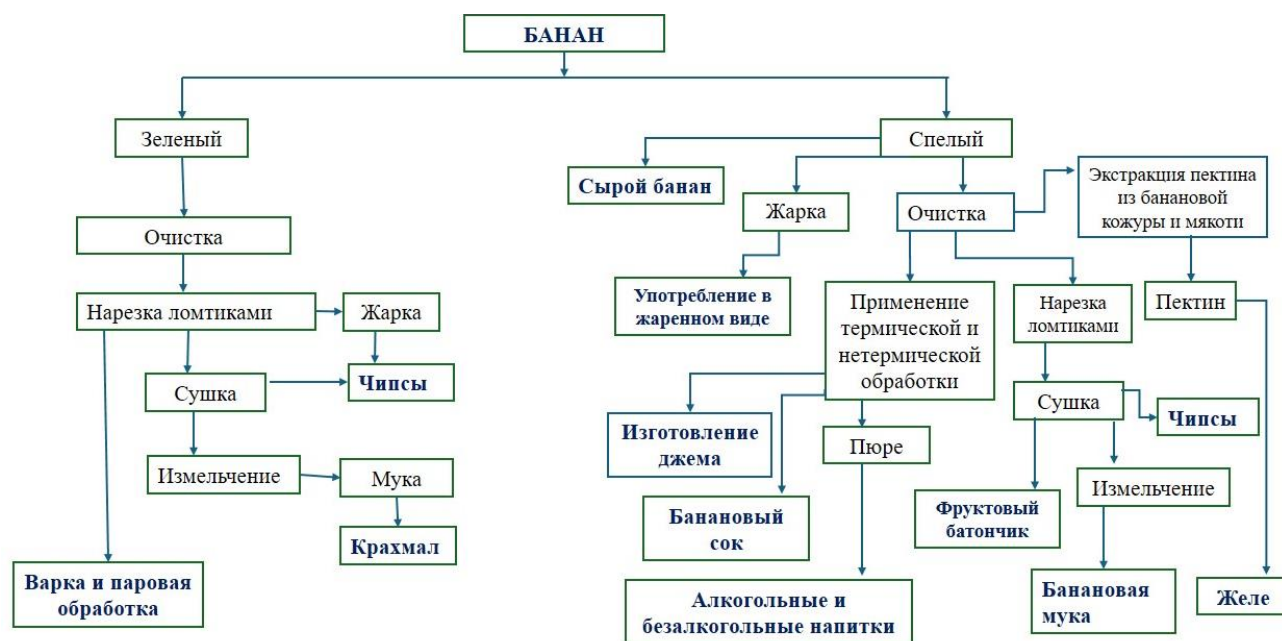


Рисунок 4 – Многофункциональное использование бананов

Источник: адаптировано авторами на основе статьи Mohapatra et al. (2011).

Продукты на основе бананов являются важным компонентом рациона и употребляются в широком ассортименте: свежими/сырыми, вареными, жареными, запеченными, в виде пюре, муки или ферментированными для получения сока, вина или пива.

### Заключение

Таким образом, семейство банановых (*Musa spp.*) отличается широким биоразнообразием, в нем выращивается множество штаммов и сортов. Они содержат гены определенных специфических желательных и полезных характеристик, которые могут быть учтены при создании целевых качественных сортов. На сегодняшний день классическая генетика и селекция растений находится еще в процессе развития. На протяжении длительного времени программы генетического усовершенствования данной культуры были в основном направлены на создание сортов, устойчивых к болезням и вредителям. Стратегии селекции были сосредоточены на следующих агрономических аспектах: урожайность, внешний вид, устойчивости к стрессам, сроки хранения, усвоении минеральных веществ и воды и механической прочности, т. е. преимущества с точки зрения продуктивности и устойчивости к вредителям. В настоящее время в селекционную практику включаются и новые показатели: масса грозди и плода, количество плодов и процентное соотношение мякоти и кожуры, содержание сухого вещества в плодах при различных условиях выращивания.

Проведенный анализ современной научной литературы позволил прийти к следующему заключению. Современное состояние проблемы характеризуется тем, что быстро развиваются геномные подходы в изучении трибы *Musa*, что служит основой для проведения целенаправленной селекции на заданные признаки. Понимание генетических основ позволяет создавать инновационные селекционные технологии, включающих половую гибридизацию, мутационную селекцию и направленную трансформацию. Вовлечение новых знаний о многофункциональном использовании культуры банана дает новые перспективы к технологиям переработки и развитию инновационных продуктов питания. Вышеотмеченные мероприятия будут способствовать

качественному улучшению рациона питания населения как странах-потребителей, так и в странах производителей этого растения.

**Список использованной литературы:**

1. Цаценко Н.А., Цаценко Л.В., Какунзе А.Ш., Мбониханкуйе С. Вопросы генетико- селекционного изучения и многофункционального потребления банана // DOI: 10.13140/RG.2.2.28081.80487, <https://www.researchgate.net/profile/Ludmila-Cacenko>

**References**

1. Cacenko N.A., Cacenko L.V., Kakunze A.Sh., Mbonihankuje S. Voprosy genetiko- selekcionnogo izuchenija i mnogofunkcional'nogo potreblenija banana // DOI: 10.13140/RG.2.2.28081.80487, <https://www.researchgate.net/profile/Ludmila-Cacenko>