

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.12>

ПРОИЗВОДСТВО ПШЕНИЦЫ В МАЛИ: ПРОБЛЕМА И КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ

Обзор

Диаките С.^{1,*}, Гиндо С.С.², Пакина Е.Н.³, Тчуда Л.⁴, Цымбалова В.А.⁵, Калабашкина Е.В.⁶, Диарра У.⁷, Алдайбе А.⁸, Амини А.⁹, Бехзад А.¹⁰

¹ ORCID : 0000-0003-1462-1329;

³ ORCID : 0000-0001-6493-6121;

⁵ ORCID : 0000-0001-8946-5485;

⁶ ORCID : 0000-0001-7952-1842;

¹⁰ ORCID : 0000-0003-0454-9941;

^{1, 3, 4, 8, 9, 10} Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Российская Федерация

² Региональный центр агрономических исследований в Гао, Бамако, Мали

^{5, 6} Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», Москва, Российская Федерация

⁷ Университет наук, техники и технологий Бамако, Бамако, Мали

* Корреспондирующий автор (1042215234[at]rudn.ru)

Аннотация

Статья посвящена проблемам и перспективным путям улучшения производства пшеницы в Мали. Пшеница является вторым по значимости сельскохозяйственным продуктом в Мали для обеспечения продовольственной безопасности с точки зрения количества и калорийности потребляемых продуктов. Однако потенциальные площади Мали составляют более 400 тыс. га, но годовое потребление пшеницы в стране превышает 365 тыс. т, из которых только около 90% импортируют. В результате увеличивающийся разрыв между местным производством и спросом привел к возникновению дефицита в объеме около 320 тыс. т, что отягощает экономику страны более чем на 130 млн. долл. в год. Развитие этого сектора сдерживается целым рядом факторов, среди которых увеличение спроса на продовольствие, демографический рост, эмиграция, урбанизация, изменчивость и изменение климата, проблемы орошения земель, слабое развитие механизации сельского хозяйства, недостаток качественного посевного материала, высокие цены на средства производства для сельского хозяйства, отсутствие субсидий, высокая засоренность посева, массовое поражение различными фитопатогенными организмами, недостаток сельской инфраструктуры и др. Существующая система производства может быть жизнеспособной только при условии ее радикального изменения: качественное семеноводство, введение новых российских высокопродуктивных сортов с повышенной устойчивостью к патогенам, разработка технологий возделывания, адаптированных для этих сортов пшеницы, улучшение системы орошения, поддержка организации средств производства и оборудования. Правительства Мали и партнеры должны увеличить свою поддержку мелким производителям, предложив им возможность развития отношений с развитием сотрудничества между национальными селекционерами и российскими ведущими селекционными центрами, такими как Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко, Федеральный Исследовательский Центр «Немчиновка», Омский АНЦ, Самарский НИИСХ, Северо-Кавказский ФНАЦ, Донский НИИСХ и др., способными предоставить техническую поддержку и другую помощь по всей цепочке производства зерна пшеницы.

Ключевые слова: пшеница, производство, орошение, импорт и технологии.

WHEAT PRODUCTION IN MALI: PROBLEM AND COMPLEX SOLUTIONS

Review article

Diakite S.^{1,*}, Gindo S.S.², Pakina E.N.³, Tchuda L.⁴, Tsymbalova V.A.⁵, Kalabashkina E.V.⁶, Diarra O.⁷, Aldaibe A.⁸, Amini A.⁹, Behzad A.¹⁰

¹ ORCID : 0000-0003-1462-1329;

³ ORCID : 0000-0001-6493-6121;

⁵ ORCID : 0000-0001-8946-5485;

⁶ ORCID : 0000-0001-7952-1842;

¹⁰ ORCID : 0000-0003-0454-9941;

^{1, 3, 4, 8, 9, 10} Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation

² Regional Agricultural Research Center of Gao, Bamako, Mali

^{5, 6} Federal Research Center "Nemchinovka", Moscow, Russian Federation

⁷ University of Sciences, Techniques and Technologies of Bamako, Bamako, Mali

* Corresponding author (1042215234[at]rudn.ru)

Abstract

The article is dedicated to the problems and promising ways to improve wheat production in Mali. Wheat is the second most important agricultural product in Mali for food security in terms of quantity and caloric intake. However, Mali has a potential area of more than 400,000 hectares, but the country's annual wheat consumption exceeds 365,000 tonnes, of which only about 90% is imported. As a result, the widening gap between local production and demand has created a deficit of about 320,000 tonnes, burdening the country's economy with more than US\$130 million per year. The development of this sector is

constrained by a number of factors, including increasing demand for food, demographic growth, emigration, urbanization, climate variability and change, land irrigation problems, poor development of agricultural mechanization, lack of quality seed, high prices of agricultural inputs, lack of subsidies, high weed infestation of crops, massive infestation by various phytopathogens, lack of rural infrastructure, etc., which has been a major constraint to the development of this sector. The existing production system can only be viable if it is radically changed: quality seed production, introduction of new Russian high-yielding varieties with increased resistance to pathogens, development of cultivation technologies adapted to these wheat varieties, improvement of the irrigation system, and support for the organization of inputs and equipment. The governments of Mali and partners should increase their support to small producers by offering them the opportunity to develop relationships with the development of cooperation between national breeders and Russian leading breeding centres, such as P.P. Lukyanenko National Grain Centre, Federal Research Centre "Nemchinovka", Omsk ANC, Samara SRIA, North Caucasian FSAC, Don SRIA, etc., which are able to provide technical support and other assistance along the entire wheat grain production chain.

Keywords: wheat, production, irrigation, imports and technology.

Введение

Пшеница является вторым по значимости сельскохозяйственным продуктом Мали для обеспечения продовольственной безопасности с точки зрения количества и калорийности потребляемых продуктов. В Мали пшеница была завезена в район Тимбукту в XV веке марокканскими завоевателями Альморавидами. Выращивание основано на традиционных технологиях с использованием местных сортов с низкой урожайностью (Рис. 1).

Уровень потребления пшеницы в стране (10% в год) растет быстрее, чем риса (7,5% в год), что обусловлено урбанизацией и изменением привычек питания. Ежегодное потребление пшеницы в стране превышает 365 тыс. т, из которых только около 80% импортируют. В результате увеличивающийся разрыв между местным производством и спросом привел к дефициту около 320 тыс. т, связанному в основном с импортом различного происхождения, в частности из Европы, России и Южной Америки, который ежегодно составляет более 130 млн долл. в иностранной валюте [1]. Однако посевные площади и урожайность распространенных сортов очень низкие (в среднем 1-3 т/га). Развитие этого сектора сдерживают несколько факторов, в том числе фактическое отсутствие механизации сельского хозяйства, субсидирование европейской и американской пшеницы и отсутствие инфраструктуры на существующих производственных площадках, что значительно увеличивает затраты на транспортировку средств производства и зерна [1], [2], [3], [4].

Однако Мали обладает потенциалом более 400 тыс. га и может увеличить национальное производство в ближайшие несколько лет не только за счет увеличения площадей, но и за счет предоставления производителям инновационных технологий производства. Потенциально доступные земли для выращивания пшеницы оцениваются в 45 000 га в регионе Тимбукту [1]. Наиболее предпочтительными районами для выращивания пшеницы являются район Гундам для выращивания в условиях паводка и, прежде всего, район Дире для орошаемого земледелия, которое обеспечивает основной объем производства. Регион Кайес и северная зона Офис дю Нигер (зона Курумари) также обладают значительными водными ресурсами и благоприятными агроклиматическими условиями для выращивания пшеницы. К районам с высоким производственным потенциалом относятся Дире, Ниафунке и Гундам [1], [3].

Ожидается, что Африка будет иметь самый высокий прирост населения и в настоящее время имеет большие проблемы с продовольственной безопасностью. В странах Африки сосредоточено 3,4-3,5% от мирового производства зерна пшеницы, становится ясно, что Африка не реализует свой собственный потенциал, чтобы прокормить население зерном. Страны Восточной Африки импортируют около 84% потребляемой ими пшеницы из России в основном. С 2016 года Россия является ведущим мировым экспортером. Согласно отчету ЮНКТАД от марта 2022 года, более чем в 20 африканских странах доля российской пшеницы составляла не менее 30% [5]. Наиболее зависимыми от российского импорта странами Африки являются Бенин (100%), Судан (около 70%), Руанда (более 60%), Танзания (более 60%) и Мадагаскар (более 60%) [5]. Такой рекордный объем экспорта обусловлен, в том числе, не увеличением площадей, а «благоприятными погодными условиями» и внедрением передовых технологий в процесс возделывания.

В настоящее время установлено, что единственным выходом для Африки, и, в частности, для Мали, является интенсификация сельскохозяйственного производства за счет более широкого и эффективного использования удобрений в сочетании с внедрением высокоурожайных сортов и улучшением управления системами земледелия [1], [4]. Таким образом, Мали может преобразовать отрасль и повысить доходы участников цепочки производства пшеницы, чтобы достичь большей самообеспеченности пшеницей путем замещения импорта внутренним производством. Данная статья посвящена проблемам и перспективным путям улучшения производства пшеницы в Мали.



Рисунок 1 - Трансляционная ирригационная система на исследовательской станции
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.12.1>

Системы производства пшеницы в Мали

В Мали сосуществуют четыре системы производства пшеницы: издольщина, предоставление услуг, групповая и кооперативная система.

2.1. Издольщина

Этот тип распространен в деревнях, где есть крупные землевладельцы или «Амиры». Система заключается в выделении участков земли издольщикам. Землевладелец обеспечивает этих фермеров водой и, при необходимости, удобрениями. Фермер предоставляет рабочую силу. Во время сбора урожая продукция делится между землевладельцем и фермером-арендатором. Как правило, это происходит по принципу 50/50. Когда землевладелец предоставляет удобрения, их стоимость вычитается из объема производства (возмещение производится в зерновых культурах).

2.2. Производство с услугами

Производство «с услугами» отличается от издольщины тем, что вода и сельскохозяйственные материалы поставляются не землевладельцем, а поставщиком услуг, владеющим мотопомпой. Поставщик услуг договаривается о своих услугах с группой фермеров. Эти услуги обычно заключаются в предоставлении оросительной воды и удобрений в кредит. Оплата за эти услуги обычно производится по тем же правилам, что и при долевого обработке земли, то есть стоимость удобрений вычитается, а продукция делится поровну между поставщиком услуг и фермером.

2.3. Групповая система производства

В отличие от двух вышеописанных типов производства, групповая система основана на принципе коллективного владения средствами производства организациями производителей. Эта система была в основном разработана в рамках проекта поддержки маркетинга зерновых культур в Мали. В данном случае она приобретает мотопомпу в кредит, который обязуется выплачивать пятью ежегодными платежами. Годовая стоимость этого кредита, предоставленного сберегательно-кредитным союзом Ньесигисо. При покупке мотопомпы организации-производители получают субсидию в размере 5 миллионов франков КФА от проекта поддержки маркетинга зерновых в Мали. Эта сумма составляет 55% стоимости приобретения мотопомпы. В обмен на эту субсидию организации-производители обязаны выплатить гарантию в размере 2,7 млн франков КФА. Эта гарантия, заблокированная на 5 лет, депонируется в сберегательно-кредитном союзе Ньесигисо. Проценты по нему начисляются по ставке 4% в год. В кредит также приобретаются материалы, необходимые для работы мотопомпы (дизель и масло), а также удобрения. Этот краткосрочный кредит, предоставленный Ньесигисо, также имеет процентную ставку в размере 12,5%. Он погашается, когда пшеница поступает на рынок. Ежегодные платежи по кредиту на покупку мотопомпы также погашаются по мере реализации пшеницы. Эти выплаты обычно производятся зерновыми.

2.4. Кооперативное производство (на примере сельскохозяйственного кооператива Дире)

Сельскохозяйственный кооператив Дире насчитывает 550 активных членов. Освоенная площадь составляет 400 га, из которых 275 га отведено под выращивание риса и 125 га – под выращивание пшеницы. В этом кооперативе используется смешанная ирригационная система: винт Архимеда и насос с приводом от электродвигателя. Расходы по прокачке и обслуживанию периметра несут активные члены кооператива в виде ежегодной платы за «воду». Размер этого взноса определяется ежегодно на основе затрат на прокачку и обслуживание установок.

2.5. Тенденции в производстве и потреблении зерна пшеницы

Основу экономики Мали составляет сельскохозяйственный сектор. В этом секторе занято около 75% трудоспособного населения, он обеспечивает 43% валового внутреннего продукта (и 30% экспортных поступлений). Уровень потребления пшеницы в стране (10% в год) растет быстрее, чем риса (7,5% в год), что обусловлено урбанизацией и изменением привычек питания. Ежегодное потребление пшеницы в настоящее время превышает 365 тыс. т, из которых только около 12% производится на месте [6]. Импорт пшеницы в Мали увеличился со 175 тыс. т в 2010 году до 357 тыс. т в 2020 году (табл. 1) [7], [8]. Основными странами-экспортерами являются Россия, США, Канада, Украина, Франция и Австралия. За последние два десятилетия в России наблюдается значительный рост производства зерна пшеницы, что позволяет не только обеспечивать потребности внутреннего рынка, но и направлять зерно на экспорт. Следовательно, тенденция в сторону повышения урожайности не случайна, она носит устойчивый характер и отмечается на протяжении ряда лет. По данным ФАО в 2020 году на долю России приходилось около 11% мирового производства и 19% мирового экспорта пшеницы [9]. Среднегодовой объем рынка пшеницы за последние 5 лет (2017-2021 гг.), по данным АБ-Центр, достиг 43 122,0 тыс. тонн, а самообеспеченность составила 183,0%. По сравнению, в 2012-2016 годах показатели составляли 37 781,7 тыс. тонн и 150,7% соответственно (zol.ru/n/35f4b). На сегодняшний день на глобальном уровне годовое потребление пшеницы на человека составляет около 70 кг [10]. Это означает, что, экспортируя около 30-40 миллионов тонн пшеницы в год, Россия обеспечивает потребление пшеницы примерно 450-600 миллионами человек во всем мире. А также, среднее годовое потребление пшеницы на душу населения на континенте Африки составляет около 50 кг, а импортируется около 50-55 млн тонн, из которых 30% (15-16,5 млн тонн) поступает из России. При этом Россия обеспечивает потребление пшеницы около 300 миллионами человек в странах Африки в год.

Таблица 1 - Площадь, производство и импорт пшеницы в Мали в 2010-2020 гг

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.12.2>

Год	Площадь (га)	Импорт пшеницы в тоннах	Стоимость импорта в КФА	Импорт пшеничной муки (тонн)	Стоимость импортной муки в КФА	Стоимость пшеницы и муки в КФА
2010	3935	175 000	18 691 400 000	33012	9 373 000 000	28 064 400 000
2011	9844	150 000	17 715 750 000	20138	7 657 650 000	25 373 400 000
2012	9947	199 000	25 698 400 000	24110	8 931 650 000	34 630 050 000
2013	6900	286 000	38 755 600 000	30308	11 997 700 000	50 753 300 000
2014	10281	233 000	30 091 100 000	21557	8 374 600 000	38 465 700 000
2015	9075	338 000	47 563 750 000	25101	8 446 100 000	56 009 850 000
2016	4496	334 000	45 947 850 000	33453	10 126 350 000	56 074 200 000
2017	4496	375 000	52 947 050 000	36153	10 782 850 000	63 729 900 000
2018	8240	330 000	52 029 900 000	39455	12 408 500 000	64 438 400 000
2019	4262	362 000	53 790 750 000	37137	11 266 450 000	65 057 200 000
2020	7000	357 121	60 851 050 000	27701	8 774 350 000	69 625 400 000

Сорта пшеницы в Мали

В настоящее время основными сортами мягкой яровой пшеницы, адаптированными и выращиваемыми производителями, являются местные или зарубежные экотипы, выведенные несколько десятилетий назад. К ним относятся: Тетра, Иния66 и т.д. (Мали), Хинди Томсон (Египет), Бискри бутиль (Алжир), Алкама Берри (Марокко), Сиете серрос, Фьюри, Джили1, Джили2, Саку и т.д. (Мексика), Флоренция Аврора (Тунис). С 2016 года выведены новые сорта мягкой пшеницы Дире 12, Дире15 и Дире 16 (Мексика), 211-НОРМАН, 209-КАТИЛА-17/ ДИК2/8/ ЕЕ'S/7 (Либамский международный центр сельскохозяйственных исследований в засушливых районах) и КАУЗЫ/ФЛОРКВА-1/ГУМРИЯ-3, ХУБАРА-5/АНГИ-1, РЕЙНА 28 и другие (Нигер) с урожайностью от 2 до 5 т/га в настоящее время проходят испытания для внедрения фермерами в регионах Тимбукту, Гао и Офис-дю-Нигер [1], [2], [3], [4]. Эти новые сорта показали свою хорошую адаптивность в северных регионах Мали (Рис. 2). Сорт Дире 12 имеет содержание белка 11,10%, Дире 15-10,30% и Дире 16-12,10%. У сорта КАУЗ / ФЛОРКВА-1 / ГУМРИЯ-3 содержание белка составляет 13,5%, а у сортов ХУБАРА-5/АНГИ-1 и РЕЙНА 28 - 12,5% [3].

Хотя твердая пшеница более устойчива к засухе, чем мягкая, ее производство в Мали очень низкое, что является одной из причин зависимости этой страны от импорта.

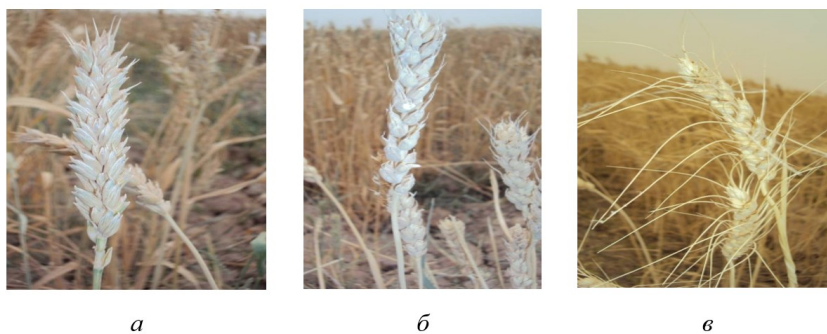


Рисунок 2 - Сорта пшеницы в Мали:
 а - Бонко Моулга; б - Флоренция; в - Дире 16
 DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.12.3>

Проблемы и перспективные пути повышения производства пшеницы в Мали

В настоящее время основными проблемами развития пшеничного сектора в Мали являются следующие задачи: увеличение спроса на продовольствие, демографический рост, эмиграция, урбанизация, изменчивость и изменение климата, проблемы орошения земель, слабое развитие механизации сельского хозяйства, недостаток качественного посевного материала, высокие цены на средства производства для сельского хозяйства, отсутствие субсидий, высокая засоренность посева, массовое поражение различными фитопатогенными организмами.

4.1. Проблемы орошения земель

Эта проблема связана с мелкомасштабным орошаемым земледелием и низким качеством сооружений (незабетонированные рассеивающие бассейны; длинные и извилистые магистральные каналы, глубина и форма которых не соответствуют техническим стандартам и сделаны из трамбованной земли; вторичные и третичные каналы, построенные на не выровненном грунте), что приводит к значительным потерям воды и ее неравномерному распределению по участкам (одни участки тонут, а другие не получают достаточного количества воды). Для снижения этой проблемы можно использовать такие технологии, как наземное орошение и капельное орошение. Обе эти технологии основаны на частом внесении небольшого количества воды как можно ближе к корням растений. Одно из главных преимуществ водосберегающих технологий заключается в том, что они повышают урожайность и снижают засоленность [11]. Исследования показали, что подмембранное капельное орошение повышает урожайность пшеницы на 14,6-19,6%, продуктивность воды для растений – на 27,3-29,6%, а продуктивность оросительной воды – на 37,1-42,0% [12], [13]. При более высоком уровне орошения (100-120%) капельное орошение значительно повышает урожайность культур на 28,92%, 14,55%, 8,03%, 2,32% и 5,17% по сравнению с поливом наводнением, пограничным орошением, поливом по бороздам, дождеванием и микродождеванием соответственно [13]. Необходимо развивать потенциал хранения воды путем строительства плотин и инфраструктуры для обучения кадров и работников в сельских районах. В настоящее время стоимость энергии часто является препятствием для успешного осуществления мелкомасштабных ирригационных проектов. Однако необходимо развивать инновационные, устойчивые и возобновляемые источники энергии, чтобы увеличить энергоснабжение и снизить стоимость энергии для потребителей. Развитие технологий дистанционного зондирования и моделирования сельскохозяйственных культур для точного определения содержания воды в почве и составления графика полива может сократить избыточное орошение и потребление энергии в крупных ирригационных системах [14].

Мали имеет три типа климата: пустынный климат Сахары на севере, полупустынный климат Сахеля в центре, с сезоном дождей с июня по сентябрь (с количеством осадков от 100 до 600 миллиметров в год), и, наконец, тропический климат саванны на юге, с сезоном дождей, который более интенсивный и немного длиннее, до такой степени, что количество осадков превышает 600 мм, причем большая часть осадков выпадает в период с мая по октябрь. Было бы очень перспективно внедрить иностранные сорта в южной части Мали.

4.2. Слабое развитие механизации сельского хозяйства

На этом фоне текущему процессу механизации в секторе пшеницы в Мали препятствует неблагоприятная социально-экономическая среда, характеризующаяся низким уровнем инвестиций в сектор (политика, оборудование, обучение, развитие и инфраструктура и т.д.), трудностями с доступом к оборудованию, запасным частям и финансированию, а также высокой стоимостью сельскохозяйственной техники. Данная проблема связана с отсутствием технических знаний и навыков у участников процесса (техников, квалифицированных кадров, трактористов, механиков, кузнецов и т. д.). В период с 2016 по 2018 год в Мали было импортировано более 1 500 тракторов и других оборудований (водяные насосы, культиваторы, молотилки и луцильники), а в это время количество людей, прошедших обучение механизации в рамках регулярных или финансируемых проектов, было равно нулю [15]. Меры по поддержке процесса механизации сельского хозяйства должны осуществляться в рамках сотрудничества между правительственными, организациями производителей пшеницы, частным сектором, научно-исследовательскими и учебными структурами, необходимо укреплять национальные системы подготовки и обучения технических специалистов и менеджеров, а также прикладные исследования в области механизации сельского хозяйства в сотрудничестве с частным сектором и крупнейшими мировыми производителями пшеницы, в частности Россией, сбор и распространение информации о механизации сельского хозяйства и поддержка создания средств обмена, экспертизы и обмена опытом между всеми участниками сектора пшеницы на национальном и субрегиональном уровнях; создание конкурентного рынка сельскохозяйственной техники и принятие последовательной налоговой политики, обеспечивающей стимулы, а также определение норм и стандартов для сельскохозяйственной техники с учетом почвенно-климатических условий и экономических возможностей и мониторинг и улучшение доступа к сельскохозяйственным кредитам для финансирования сельскохозяйственной техники.

4.3. Недостаток качественного посевного материала

Основным сдерживающим фактором в контроле семян пшеницы является недостаток качественных и количественных человеческих ресурсов (специалисты, вышедшие на пенсию, не заменяются). В Мали большинство фермеров используют семена из собственных запасов, что снижает урожайность. Другим ограничением является слабая интеграция участников размножения, которые работают изолированно, что затрудняет управление производством сертифицированных семян. Слабые инвестиции и недостаток учебных центров по селекции сортов пшеницы. Маркетинг и распространение сертифицированных семян пшеницы затруднены слабым применением рыночных правил и присутствием неформальных игроков, основная цель которых – захват государственных доходов. Эта задача требует многопланового подхода, начиная с создания центров селекции пшеницы и размножения их семян, обучения фермеров по вопросам контроля качества и управления (улучшение условий хранения семян), и заканчивая развитием сотрудничества между национальными селекционерами и российскими ведущими селекционными

центрами, такими как Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко, Федеральный Исследовательский Центр «Немчиновка», Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаев, Омский АНЦ, Самарский НИИСХ, Северо-Кавказский ФНАЦ, Донский НИИСХ и др. и др.

4.4. Высокая засоренность посева, массовое поражение различными фитопатогенными организмами

На культуре пшеницы в Мали наиболее распространенными сорными растениями являются представители семейства Сурегасеае и Рортуласеае, фитопатогенными грибковыми заболеваниями – ржавчины, фузариоз и вредители – термиты и тли. Потери, вызванные этими биотическими факторами, в сочетании с низкими технологиями выращивания и неблагоприятными климатическими условиями, могут достигать более 60% от объема производства. Необходимо создавать исследовательские центры по защите растений для разработки, интегрированной метод защиты, сочетающих различные формы биологической, культурной и химической борьбы для эффективного и экономичного сокращения популяций этих вредных организмов с учетом экологической обстановки.

Заключение

Мали обладает огромным потенциалом для развития производства пшеницы. Почти 450 тыс. га пригодны для орошаемого выращивания пшеницы. Однако производство пшеницы все еще остается низким по сравнению с национальным спросом. Остается открытым вопрос о том, возможно ли преодолеть все эти ограничения в краткосрочной или среднесрочной перспективе, чтобы удовлетворить национальные потребности в пшенице. Существующая система производства может быть улучшена только за счет глубокого совершенствования системы выращивания, транспортировки, сохранения, переработки и продажи пшеницы на рынке. Для Мали одним из путей повышения производства пшеницы является использование передовых технологий, способных повысить производительность труда и капитала. В условиях быстрого демографического роста внедрение инноваций имеет решающее значение для сельского хозяйства, которое остается основным видом деятельности жителей развивающихся стран. Усилия должны быть направлены на улучшение условий доступа к технологическим инновациям, поскольку, как было показано, технологические изменения в сельском хозяйстве необходимы для сокращения бедности и стимулирования экономического роста, особенно в развивающихся странах.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Буктыбаева А.Б., Баишев Университет, Актобе Казахстан
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.12.4>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Buktibaeva A.B., Baishev University, Aktobe Kazakhstan
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.42.12.4>

Список литературы / References

1. Dabo H. Contribution à l'identification des nouvelles variétés performantes de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) adaptées aux conditions agro climatiques de la zone Office du Niger, Mali / H. Dabo, O. Goita, S.S. Guindo et al. // *Afrique Science*. — 2016. — Vol. 12. — № 25. — P. 143-156.
2. Babana A.H. Characterization of Rock Phosphate-solubilizing Microorganisms Isolated from Wheat (*Triticum aestivum* L.) Rhizosphere in Mali / A.H. Babana, A.H. Dicko, K. Maïga [et al.] // *Journal of Microbiology and Microbial Research*. — 2013. — Vol. 1. — № 1. — P. 1-6.
3. Dabo H. Caractérisation de la valeur boulangère et de la qualité technologique des grains des variétés de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) adaptées aux conditions agro climatiques de la zone office du Niger (région de Ségou), Mali / H. Dabo, O. Goita, D. Timbely [et al.] // *Afrique Science*. — 2017. — Vol. 13. — № 2. — P. 213-222.
4. Babana A.H. Effect of Tilemsi Phosphate Rock-solubilizing Microorganisms on Phosphorus Uptake and Yield of Field-grown Wheat (*Triticum aestivum* L.) in Mali / A.H. Babana, H. Antoun // *Plant Soil*. — 2006. — Vol. 287. — P. 51-58. — DOI: [10.1007/s11104-006-9060-0](https://doi.org/10.1007/s11104-006-9060-0)
5. US Department of Agriculture. Import volume of wheat in Africa from 2017/2018 to 2021/2022 (in 1,000 metric tons) [Graph] 77 In Statista, 2022. — URL: <https://www.statista.com/statistics/1294141/import-volume-of-wheat-in-africa/> (accessed: 09.02.2022).
6. Guindo S.S. Variabilite spatiale des caracteristiques physiques et chimiques des sols des perimetresirrigues villageois de riz et de ble de la commune de dire au Mali / S.S. Guindo, S.S. Sacko, A.S. Maïga [et al.] // *Revue Malienne de Science et de Technologie*. — 2019. — Vol. 22. — P. 18-30.
7. FAO. World Food and Agriculture — Statistical Yearbook 2022. — Rome, 2022. — URL: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc2211en> (accessed: 25.10.2023).
8. Wiggins S. Food Prices in Mali and Sudan. Changes, Causes, Consequences and Responses / S. Wiggins, M. Allen, B. Barry [et al.] — London: SPARC, 2023. — URL: <https://www.sparc-knowledge.org/sites/default/files/documents/resources/food-prices-in-mali-and-sudan.pdf> (accessed: 25.11.2023).
9. FAO. Crop Prospects and Food Situation — Quarterly Global Report No. 2, July 2021. — Rome, 2021. — URL: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb5603en> (accessed: 25.10.2023).
10. Erenstein O. Global Trends in Wheat Production, Consumption and Trade / O. Erenstein, M. Jaleta, K.A. Mottaleb [et al.] // *Wheat Improvement* / M.P. Reynolds, H.J. Braun. — 2022. — DOI: [10.1007/978-3-030-90673-3_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-90673-3_4)
11. Birhanu B.Z. Solar-based Irrigation Systems as a Game Changer to Improve Agricultural Practices in Sub-Saharan Africa: A case study from Mali / B.Z. Birhanu, K. Sanogo, S.S. Traore [et al.] // *Front. Sustain. Food Syst*. — 2023. — Vol. 7. — P. 1085335. — DOI: [10.3389/fsufs.2023.1085335](https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1085335)

12. Li X. Influence of Mulch Drip Irrigation on Wheat Root Distribution Characteristics / X. Li, D. Tian, K. Guo [et al.] // *Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engin.* — 2016. — Vol. 34. — № 6. — P. 545-552. — DOI: 10.3969/j.issn.1674-8530.15.0171
13. Yang P. Review on Drip Irrigation: Impact on Crop Yield, Quality, and Water Productivity in China / P. Yang, L. Wu, M. Cheng [et al.] // *Water.* — 2023. — Vol. 15. — № 9. — P. 1733. — DOI: 10.3390/w15091733
14. Mabhaudhi T. Prospects for Improving Irrigated Agriculture in Southern Africa: Linking Water, Energy and Food / T. Mabhaudhi, S. Mpandeli, L. Nhamo [et al.] // *Water.* — 2018. — Vol. 10. — №12. — P. 1881. — DOI: 10.3390/w10121881
15. Daum T. Agricultural Mechanization in Africa: Myths, Realities and an Emerging Research Agenda / T. Daum, R. Birner // *Global Food Security.* — 2020. — Vol. 26. — P. 100393. — DOI: 10.1016/j.gfs.2020.100393

Список литературы на английском языке / References in English

1. Dabo H. Contribution à l'identification des nouvelles variétés performantes de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) adaptées aux conditions agro climatiques de la zone Office du Niger, Mali [Contribution to the Identification of New High-Performance Varieties of Common Wheat (*Triticum aestivum* L.) Adapted to the Agroclimatic Conditions of the Office du Niger Zone, Mali] / H. Dabo, O. Goita, S.S. Guindo [et al.] // *Afrique Science [Africa Science].* — 2016. — Vol. 12. — № 25. — P. 143-156. [in French]
2. Babana A.H. Characterization of Rock Phosphate-solubilizing Microorganisms Isolated from Wheat (*Triticum aestivum* L.) Rhizosphere in Mali / A.H. Babana, A.H. Dicko, K. Maïga [et al.] // *Journal of Microbiology and Microbial Research.* — 2013. — Vol. 1. — № 1. — P. 1-6.
3. Dabo H. Caractérisation de la valeur boulangère et de la qualité technologique des grains des variétés de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) adaptées aux conditions agro climatiques de la zone office du Niger (région de Ségou), Mali [Characterization of the Baking Value and Technological Quality of Soft Wheat Varieties (*Triticum aestivum* L.) Adapted to the Agroclimatic Conditions of the Office du Niger Zone (Ségou Region), Mali] / H. Dabo, O. Goita, D. Timbely [et al.] // *Afrique Science [Africa Science].* — 2017. — Vol. 13. — № 2. — P. 213-222. [in French]
4. Babana A.H. Effect of Tilemsi Phosphate Rock-solubilizing Microorganisms on Phosphorus Uptake and Yield of Field-grown Wheat (*Triticum aestivum* L.) in Mali / A.H. Babana, H. Antoun // *Plant Soil.* — 2006. — Vol. 287. — P. 51-58. — DOI: 10.1007/s11104-006-9060-0
5. US Department of Agriculture. Import volume of wheat in Africa from 2017/2018 to 2021/2022 (in 1,000 metric tons) [Graph] 77 In Statista, 2022. — URL: <https://www.statista.com/statistics/1294141/import-volume-of-wheat-in-africa/> (accessed: 09.02.2022).
6. Guindo S.S. Variabilité spatiale des caractéristiques physiques et chimiques des sols des perimetres irrigués villageois de riz et de ble de la commune de Dire au Mali [Spatial Variability of Soil Physical and Chemical Characteristics of Village Rice and Wheat Fields in the Commune of Dire, Mali] / S.S. Guindo, S.S. Sacko, A.S. Maïga [et al.] // *Revue Malienne de Science et de Technologie [Journal of Malian Science and Technology].* — 2019. — Vol. 22. — P. 18-30. [in French]
7. FAO. World Food and Agriculture — Statistical Yearbook 2022. — Rome, 2022. — URL: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc2211en> (accessed: 25.10.2023).
8. Wiggins S. Food Prices in Mali and Sudan. Changes, Causes, Consequences and Responses / S. Wiggins, M. Allen, B. Barry [et al.] — London: SPARC, 2023. — URL: <https://www.sparc-knowledge.org/sites/default/files/documents/resources/food-prices-in-mali-and-sudan.pdf> (accessed: 25.11.2023).
9. FAO. Crop Prospects and Food Situation — Quarterly Global Report No. 2, July 2021. — Rome, 2021. — URL: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb5603en> (accessed: 25.10.2023).
10. Erenstein O. Global Trends in Wheat Production, Consumption and Trade / O. Erenstein, M. Jaleta, K.A. Mottaleb [et al.] // *Wheat Improvement* / M.P. Reynolds, H.J. Braun. — 2022. — DOI: 10.1007/978-3-030-90673-3_4
11. Birhanu B.Z. Solar-based Irrigation Systems as a Game Changer to Improve Agricultural Practices in Sub-Sahara Africa: A case study from Mali / B.Z. Birhanu, K. Sanogo, S.S. Traore [et al.] // *Front. Sustain. Food Syst.* — 2023. — Vol. 7. — P. 1085335. — DOI: 10.3389/fsufs.2023.1085335
12. Li X. Influence of Mulch Drip Irrigation on Wheat Root Distribution Characteristics / X. Li, D. Tian, K. Guo [et al.] // *Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engin.* — 2016. — Vol. 34. — № 6. — P. 545-552. — DOI: 10.3969/j.issn.1674-8530.15.0171
13. Yang P. Review on Drip Irrigation: Impact on Crop Yield, Quality, and Water Productivity in China / P. Yang, L. Wu, M. Cheng [et al.] // *Water.* — 2023. — Vol. 15. — № 9. — P. 1733. — DOI: 10.3390/w15091733
14. Mabhaudhi T. Prospects for Improving Irrigated Agriculture in Southern Africa: Linking Water, Energy and Food / T. Mabhaudhi, S. Mpandeli, L. Nhamo [et al.] // *Water.* — 2018. — Vol. 10. — №12. — P. 1881. — DOI: 10.3390/w10121881
15. Daum T. Agricultural Mechanization in Africa: Myths, Realities and an Emerging Research Agenda / T. Daum, R. Birner // *Global Food Security.* — 2020. — Vol. 26. — P. 100393. — DOI: 10.1016/j.gfs.2020.100393