

**Научно-техническая конференция учащихся
«Открытый мир. Старт в науку»**

**ОПЫТ ИНТРОДУКЦИИ КВИНОА (CHENOPodium QUINOA WILLD.) КАК
ПОЛЕВОЙ КУЛЬТУРЫ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ**

Выполнила: Толкачева Ангелина
Николаевна, 11 «К» ГБОУ «Школа № 1535»

Консультант: Кухаренкова О.В., кандидат с.-
х.н., доцент, доцент кафедры
растениеводства и луговых экосистем
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.
Тимирязева

Москва, 2023г.

Содержание

	Стр.
Введение	3
Глава 1. Обзор литературы по теме исследования	5
1.1. Питательный состав, функциональная активность и промышленное применение квиноа (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.)	5
1.2. Производство и значение квиноа в мире	8
1.3. Особенности морфологии и биологии, экологическая характеристика квиноа	9
Глава 2. Экспериментальная часть	10
2.1. Материалы и методы	10
2.2. Результаты исследования и их обсуждение	12
Выводы	21
Библиографический список	22

Введение

В XXI веке одним из перспективных видов новых сельскохозяйственных культур для получения различных продуктов питания, а также пищевых добавок функционального назначения является квиноа, или киноа (*Chenopodium quinoa* Willd.) – псевдозерновая культура семейства *Amaranthaceae* подсемейства *Chenopodioideae* [4]. В свете последних тенденций в сторону здорового питания, основное направление использования квиноа стала переработка зерна для получения крупы и муки. Зерно квиноа обладает высокой питательной ценностью и уникальным составом: высокое содержание белка (16% и более), в составе все важнейшие аминокислоты, относится к безглютеновым. Крупа квиноа богата полиненасыщенными жирными кислотами, витаминами и минеральными веществами, особенно кальцием, фосфором, железом и цинком [8, 11]. В настоящий момент ареал возделывания квиноа расширяется все больше. Квиноа возделывается в Соединенных Штатах, Канаде, Италии, Швеции, Индии, но наибольшие площади посева по-прежнему в Перу и Боливии [13]. Адаптационный потенциал растения позволяет выращивать квиноа в широком диапазоне агроэкологических условий. Это растение имеет высокую экологическую пластичность, устойчиво к действию абиотических стрессов (засуха, низкие температуры, засоление), практически не поражается болезнями [10, 14, 16].

Актуальность исследования. Для России квиноа новая сельскохозяйственная культура и пока не имеет широкого распространения, и можно сказать, что исследования с этим растением только в начале своего пути [13, 16]. Исследования направлены на расширение ассортимента возделывания ценных в пищевом отношении сельскохозяйственных культур (Аграрная Стратегия о биодиверсификации Евросоюза, 2020г.). В нашей стране Правительством РФ утверждена «Стратегия повышения качества пищевой продукции до 2030 года», в рамках которой планируется обеспечить полноценное питание, профилактику заболеваний, увеличение

продолжительности и повышение качества жизни населения за счет развития производства продукции с высоким пищевым качеством, в т.ч. производства инновационных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности [6]. Квиноа по всем своим параметрам соответствует данной стратегии и представляет большой интерес для изучения в нашей стране.

Цель исследования: интродукция новой для страны сельскохозяйственной культуры квиноа и оценка ее потенциальной продуктивности.

Задачи исследования:

1. Изучить возможность возделывания квиноа в условиях Нечерноземной зоны
2. Оценить устойчивость квиноа к действию абиотических и биотических факторов
3. Определить урожайность и качество зерна квиноа
4. Оценить посевные качества семян выращенного урожая, определить энергию прорастания и всхожесть семян
5. Рассчитать показатели экономической эффективности возделывания квиноа.

Гипотеза исследования. В настоящее время квиноа в основном экспортируется из Перу в Россию, однако стоимость зерна высока. Известно, что квиноа обладает высоким адаптивным потенциалом, позволяющим выращивать ее в широком диапазоне агроэкологических условий. Учитывая глобальные климатические изменения, проявление которых негативно сказывается на урожайности традиционных сельскохозяйственных культур, были предприняты попытки оценить возможность выращивания квиноа в России. В результате проекта был проведен анализ зарубежных сортов квиноа, изучены особенности их роста, развития и формирования урожая, структуры урожая и аминокислотного состава зерна, для оценки адаптивности культуры к агроэкологическим условиям Нечерноземной зоны Российской Федерации. Были определены наиболее продуктивные сорта для выращивания.

Глава 1. Обзор литературы по теме исследования

1.2. Питательный состав, функциональная активность и промышленное применение квиноа (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Радикальные изменения, происходящие в мировой экологии, оказывают огромное влияние на жизнь человека, особенно ограничивая поставки продовольствия, влияя на урожайность и качество сельскохозяйственных культур. Поэтому крайне важным в настоящее время является поиск альтернативных высоко питательных культур, способных адаптироваться к изменению климата [5,7].

В настоящее время квиноа выращивается в Южной Америке, Северной Америке, Азии и Европе. Перу является крупнейшим производителем и экспортером квиноа, а на Перу и Боливию вместе приходится 90% мирового производства, при этом глобальный прирост за последние несколько лет приблизился в общей сложности к 160 000 млн. тонн [3]. Разнообразные исследования показали, что квиноа обладает множеством биологически активных соединений, таких как белки, полисахариды, сапонины и флавоноиды, было установлено, что эти биологически активные соединения играют важную роль в укреплении здоровья, выступая в качестве антиоксидантов, гиполипидемического, противодиабетического, противовоспалительного и противоопухолевого действия [9, 12]. Кроме того, квиноа может рассматриваться как важное сырье для разработки в качестве функционального ингредиента и пищевой добавки для улучшения здоровья человека. ФАО объявила, что высокая питательная ценность и генетическое разнообразие квиноа могут способствовать продовольственной безопасности в 21 веке, тем самым определив квиноа как одно из перспективных растений для производства продуктов питания для человека.

Функциональные компоненты. Квиноа считается питательным зерном главным образом из-за высокого содержания белка и сбалансированного соотношения аминокислот, особенно лизина и аргинина [15]. Кроме того, семена

квиноа содержат низкую концентрацию глина (0,5–7 %), который подходит людям с целиакией [17]. Лунасин - это новый противораковый пептид, который широко содержится в сое и кукурузе, и он не давно был обнаружен в квиноа (в диапазоне от $1,01 \times 10^{-3}$ мг/г до $4,89 \times 10^{-3}$ мг/г). Квиноа богата лизином и может способствовать усвоению и транспортировке кальция в организме.

Биологически активные полисахариды. Крахмал - самый важный углевод, содержащийся в семенах квиноа. Содержание сырого крахмала составляет около 60 %, содержание пищевых волокон в квиноа колеблется от 7 до 9,7 %, главным образом в зародыше, а содержание растворимых пищевых волокон колеблется от 1,3 до 6,1 % [18]. Замена очищенных злаков на богатые клетчаткой безглютеновые цельнозерновые продукты, такие как квиноа, является эффективным способом устранения дефицита безглютеновой клетчатки в рационе людей с симптомами целиакии.

Сапонины. Сапонины квиноа представляют собой вторичные метаболиты, которые содержатся в отрубях и семенах, вызывают горький и вяжущий вкус квиноа. Содержание сапонинов уменьшается при обработке, при производстве крупы что уменьшает горечь квиноа [19]. Сапонины квиноа обладают биологической активностью (противовоспалительное, антибактериальное, антиоксидантное, нейропротекторное действие) [21].

Полифенолы и флавоноиды. В квиноа обнаружено 23 полифенольных соединений, главным образом ванилиновая кислота, феруловая кислота и их производные, кверцетин, кемпферол и их гликозиды. Основными флавоноидами, содержащимися в квиноа, являются флавонолы, включая гликозиды кверцетина и кемпферола. Кроме того, небольшое количество мирицетина и изорамнетина содержится в некоторых сортах.

В масле квиноа содержится высокая доля ненасыщенных жирных кислот, включающих олеиновую кислоту, линолевую кислоту и линоленовую кислоту. Содержание фитиновой кислоты в квиноа значительно выше, чем в чечевице, цельнозерновой крупе и фасоли. В квиноа значительно больше рибофлавина и фолиевой кислоты, чем в пшенице и рисе. Содержание калия, магния, фосфора,

железа и меди в квиноа выше, чем в пшенице. Кроме того, квиноа также содержит активные ингредиенты, такие как бетаин, фитиновая кислота, сквален и фитостеролы, которые обладают антибактериальными, противовирусными и противоаллергическими свойствами, которые помогают снизить риск сердечно-сосудистых заболеваний и диабета.

Биологическая активность. Благодаря своей высокой питательной ценности и безглютеновым свойствам квиноа полезна для чувствительных групп населения, таких как дети, пожилые люди и пациенты с диабетом, ожирением и целиакией. Квиноа и ее биологически активные соединения обладают целым рядом полезных для здоровья свойств. Они могут быть использованы в качестве антиоксидантов, а также в качестве противодиабетических, противоопухолевых, противовоспалительных, антигиполипидемических и гипотензивных средств.

Ожирение. Квиноа - это пищевая культура, обладающая хорошо известной активностью в борьбе с ожирением. Тем не менее, механизм эффекта против ожирения до сих пор не ясен, в основном его связывают с уменьшением размера адипоцитов и экспрессией нескольких генов, участвующих в накоплении липидов, включая липопротеинлипазу и фосфоенолпируваткарбоксикиназу.

Антигипертензивная активность. У крыс с гипертензией, которых кормили квиноа, наблюдалось значительное снижение кровяного давления через пять недель, что позволяет предположить, что квиноа обладает антигипертензивным эффектом [21]. Во время пищеварения в желудочно-кишечном тракте белок квиноа высвобождает много перспективных биоактивных пептидов, которые могут снижать кровяное давление, регулируя кишечную флору.

Антимикробная активность. Сапонины оболочек квиноа, проявляют сильную антибактериальную активность в отношении видов бактерий, вызывающих неприятный запах изо рта, чем исходные сапонины квиноа, и, таким образом, производные щелочи можно использовать для чистки полости рта [17, 19]. В другом примере комплексы, образованные крахмалом квиноа и

наночастицами золота, стабилизированы ионным силесквиоксаном, который может эффективно ингибировать золотистый стафилококк, и может использоваться в упаковке пищевых продуктов для эффективного продления срока годности за счет ингибирования золотистого стафилококка (Pagno et al., 2015).

1.2. Производство и значение квиноа в мире

Широкий интерес к квиноа появился в XXI веке, когда ученые подтвердили высокую пищевую ценность и полезные свойства квиноа, благодаря чему культура приобрела популярность в сфере здорового питания [4]. Квиноа используется не только в пищевой промышленности, имеются данные по использованию квиноа в медицинской и химической промышленности. Листья, стебли и зерно квиноа могут быть полезны при лечении ран, снятия опухолей, облегчения боли и дезинфекции мочевыводящих путей. В промышленных целях из квиноа изготавливается крахмал, который потенциально подходит для производства аэрозолей, целлюлозы, десертов, наполнителей для пластиков, тальков и т.д. В химической промышленности находят свое применение сапонины, содержащиеся в горьких сортах квиноа. Сапонины способны образовывать пену в водных растворах, что делает возможным их использование в производстве бытовой химии. Проведенные исследования в Боливии, также показали возможность использования сапонинов в качестве биопестицидов.

Производство квиноа в мире. По статистическим данным лидерами по производству квиноа в мире является Перу, Боливия, Эквадор. С каждым годом отмечается увеличение производства квиноа в мире. Так, например, на Эквадор в 2020 году приходилось около 4,9 тыс. тонн мирового объема производства квиноа, увеличившись с примерно 4,5 тыс. тонн в 2019 году [3]. Средняя мировая цена квиноа существенно увеличилась, в декабре 2019 года цена за килограмм квиноа составляла в среднем 3,58 долларов США. В 2020 году стоимость рынка квиноа в мире составила около 72 миллиардов долларов США. По оценкам, к 2026 году этот показатель достигнет более 149 миллиардов долларов США.

Ведущей страной-импортером квиноа в 2020 году стали Соединенные Штаты Америки. Импорт квиноа в США составил около 101 млн. долларов США.

1.3. Особенности морфологии и биологии, экологическая характеристика квиноа

В ранних публикациях (1839 год) квиноа упоминается как ценная продовольственная культура, которая была завезена из Франции, и возделывалась в северо-западных регионах России (Санкт-Петербург). Авторы обращают внимание, на то, что не смотря на высокую питательность зерна квиноа, она не нашла широкого распространения, в связи с тем, что население было не готово отказаться от привычных злаковых культур (пшеница, рожь, ячмень) употребляемых в пищу. Авторы рекомендовали возделывание квиноа в тех регионах, где возможны низкие урожаи злаковых озимых культур, в связи с неблагоприятными условиями в зимний период. [1].

Существенный вклад в изучение культур Нового Света, в том числе квиноа внес своими трудами Н.И. Вавилов в 20-х годах прошлого века. В результате планомерного сбора мировых коллекций культурных растений и дифференцированного ботанико-географического их изучения Н. И. Вавилов открыл новый мир культурных растений со всем его разнообразием, создал новое направление в науке о культурных растениях; разработал учение об исходном материале для советской селекции и основы интродукции растений для нашей страны. В своей статье «Великие земледельческие культуры доколумбовой Америки и их взаимоотношения» к культурам зернового направления Вавилов относит 2 вида квиноа [2].

Квиноа (*Chenopodium quinoa* Willd.) однолетнее растение, вид рода Марь (*Chenopodium*). Как представитель семейства амарантовые квиноа не является настоящим злаком, его относят к псевдозерновым (*Pseudocereal*). Квиноа – травянистое растение, высота которого варьирует в пределах от 0,6 м до 3,0 м, что зависит от типа и сорта растения, а также от внешних условий произрастания (климатических особенностей территории, плодородия почвы и т.д.) [12, 22].

Потенциальная урожайность квиноа может достигать 11-12 т/га, высокой урожайностью считается 6 т/га, средний показатель по урожайности в мире составляет 0,85-3,5 т/га [13]. Одни из первых научных исследований квиноа в России начались учеными РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева [4, 5, 8].

Глава 2. Экспериментальная часть

2.1. Материалы и методы

Исследования проводились на территории полевой опытной станции [55°50'29,73" Северной широты, 37°33'38,93" восточной долготы] РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва) в 2022 году. Почва опытного участка типичная для региона, дерново-слабоподзолистая, среднесуглинистая по гранулометрическому составу, на моренном суглинке. Объектами исследований были сортообразцы квиноа различного эколого-географического происхождения: Cherry Vanilla (США), Titicaca (Дания), Q5 (ОАЭ) (рисунок 1).



Cherry Vanilla



Titicaca



Q5

Рис. 1. Изучаемые сортообразцы квиноа на опытном поле

Почва опытного участка – дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая по гранулометрическому составу на моренном суглинке. Мощность пахотного горизонта 20-22 см, содержание гумуса (по Тюрину) 2,0-2,2%, подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) соответственно 230-250 мг P_2O_5 (V класс,

высокая обеспеченность) и 105-115 мг K_2O /кг почвы (III класс, средняя обеспеченность). Реакция почвы слабокислая – рН_{сол} 5,4-5,6.

Полевые исследования проводились в условиях мелкоделяночных опытов, заложенных методом организованных повторений, в 4-кратной повторности.

Сев квиноа был проведен в оптимальные сроки – в середине третьей декады мая. Семена высевали вручную (предшественник: многолетние бобово-злаковые травы). Способ посева – широкорядный, с междурядьями 45 см. Норма высева семян – 10-12 кг/га (2,5-3,0 млн. всхожих семян/га). Семена заделывали в почву на глубину 1,3-1,5 см. В период вегетации проводились наблюдения за ростом и развитием растений квиноа, учет урожая в фазу полной спелости зерна и определение основных элементов структуры урожая. Уборку урожая проводили вручную. Урожайные данные были статистически обработаны методом дисперсионного анализа с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2019. Определение массы 1000 семян выполняли с помощью счетчика семян SEED COUNT S 25+ (WINTERSTEIGER), который позволяет с точностью до 99,9% производить счет семян от 0,5 мм до 18 мм. Анализ зерна квиноа проведен методом БИК-анализа на приборе «SpectraStar-2400» (рисунок 2).



Рис. 2. Проведение БИК-анализа (слева) и кювета с образцом зерна (справа)

Метеорологические условия проведения опытов. Период вегетации квиноа был теплым и дождливым. Сумма активных температур за период

вегетации была на 274⁰С выше среднегодовой. Особенно теплыми были июль и август месяцы, когда среднесуточная температура воздуха превышала среднегодовую на 5,5 и 3,6⁰С соответственно. Количество осадков за период вегетации киноа было больше на 57 мм, но осадки распределялись неравномерно в пределах периода вегетации. Наибольшее количество осадков выпало в июне месяце – на 65 мм больше среднегодового. Количество осадков в мае и августе также значительно превышало климатическую норму. В июле количество выпавших осадков оказалось в 2,8 раза ниже нормы. Благоприятные условия тепло- и влагообеспеченности растений в июне месяце способствовали быстрому прохождению растениями киноа вегетативного периода. Формирование соцветия (метелки) и начало цветения киноа проходило в неблагоприятных метеорологических условиях – весь июль месяц стояла жаркая и сухая погода. Также начало налива зерна совпало с жаркой погодой и недостатком влаги в почве. Высокая среднесуточная температура воздуха и засуха оставили стебель растений киноа на 1/3-1/2 без листьев уже в фазу цветения. Практически весь период налива и созревания зерна стояла жаркая и сухая погода, которая ускорила период созревания зерна, что в результате привело к формированию низкой урожайности и образованию мелкого зерна.

2.2. Результаты исследования и их обсуждение

В течение вегетации мы проводили оценку роста растений, отмечали даты наступления фаз развития и их продолжительность (таблица 1, рисунки 3, 4, 5).

Таблица 1

Фенология роста и развития растений

Фенологическая фаза	Дата наступления фенофазы	Продолжительность периода, дней
Посев	25 мая	-
Фаза семядольных листьев	2 июня	8
Первая пара настоящих листьев	6 июня	4

4-6 настоящих листьев	11 июня	5
6-8 настоящих листьев	15 июня	4
Появление соцветия (соцветие окружено листьями, хорошо видно сверху)	1 июля	16
Начало цветения	26 июля	25
Полное цветение	8 августа	13
Молочная спелость зерна	26 августа	18
Восковая спелость зерна	17 сентября	22
Полная спелость зерна	29 сентября	12
Период вегетации	-	127

Нами были отмечены два основных периода развития растений: период активного роста (вегетативный) и период формирования соцветий и зерна (репродуктивный). Вегетативная фаза в 2022 году продолжалась 37 дней, репродуктивная – 90 дней. Период вегетации квиноа составил 127 дней.

Высота растений квиноа. Рост растений квиноа продолжается практически до окончания вегетации. В таблице 2 представлены данные по высоте растений в фазу молочной спелости зерна квиноа (конец августа).

Таблица 2

Высота растений квиноа, см

Сортообразец	Высота растений, см
Cherry Vanilla	94,1±7,1
Titicaca	97,9±6,0
Q5	98,4±4,9



Рис. 3. Фенологические фазы квиноа



Рис.4 Растения квиноа на опытном участке (вегетативный период)

Высота растений квиноа в фазе полного созревания зерна в экспериментальных условиях варьировалась в зависимости от сорта от 94,1 см (сорт Cherry Vanilla) до 98,4 см (Q5).



Рис. 5. Растения квиноа на опытном участке (репродуктивный период)

Урожайность и структура урожая квиноа. В наших исследованиях на урожайность квиноа существенное влияние оказывали метеорологические условия вегетационного периода и адаптивные характеристики сорта. Самая высокая урожайность квиноа составила 1,78 т/га сорт Q5, это было обеспечено во многом благодаря более крупным метелкам - с массой зерна 1,51 г/растение (таблица 3).

Таблица 3

Урожайность, т/га

Сортообразец	Урожайность, т/га
Cherry Vanilla	1,52
Titicaca	1,48
Q5	1,78
НСР₀₅	0,21

Урожайность сортообразца Cherry Vanilla составила 1,52 т/га, Titicaca – 1,48 т/га. К основным элементам структуры урожая сортов квиноа в представленных исследованиях, которые определяли его величину, следует отнести густоту стояния растений к уборке, а также массу зерна с одного растения. Масса зерна с одного растения, в свою очередь, зависит от количества (числа) зерен в метелке и их массы (таблица 4).

Таблица 4

Структура урожая квиноа

Сортообразец	Густота стояния растений к уборке, шт./м²	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна, г/растение	Число зерен в метелке, шт.
Cherry Vanilla	133	1,80	1,14	633
Titicaca	127	1,90	1,16	610
Q5	118	2,40	1,51	629



Рис.6. Учет урожая квиноа, 2022г.

В метеорологических условиях 2022 года растения квиноа сортообразцов Cherry Vanilla, Titicaca формировали мелкое зерно – масса 1000 зерен составляла 1,8-2,0 г, а их диаметр – от 1,0 до 1,5 мм. Самым крупным зерно было у сортообразца Q5– с массой 1000 зерен 2,4 г. Самыми тяжеловесными были метелки сорта Q5, за счет формирования более крупного зерна.

Качество зерна квиноа. Помимо урожайности, большое значение имеет качество зерна и его пищевая ценность, так как зерно – это источник высококачественного белка. Содержание белка в зерне квиноа значительно выше, чем в зерне основных зерновых культур (пшеницы, кукурузы, риса). Белок квиноа также известен высокой ценностью аминокислотного состава, прежде всего содержанием незаменимых аминокислот.

В таблице 5 представлена сравнительная оценка аминокислотного состава зерна различных сортов квиноа, выращенных в 2022 году.

Аминокислотный состав зерен квиноа

Аминокислота	Содержание аминокислот, г/100 г белка			
	Titicaca	Cherry Vanilla	Q5	Эталонный белок
Валин	3.96	3.84	3.24	5.00
Лейцин +изолейцин	9.20	8.72	8.84	11.00
Лизин	5.36	4.98	5.11	5.50
Метионин	1.09	0.85	1.11	3.50
Треонин	4.08	3.97	4.23	4.00
Фенилаланин	3.31	3.09	3.84	6.00

С точки зрения содержания в белке таких незаменимых аминокислот, как валин, лизин и треонин, белок в зернах квиноа был близок к контрольным показателям белка.

На рисунках 7,8 представлены результаты определения содержания органических и минеральных веществ в зерне квиноа.

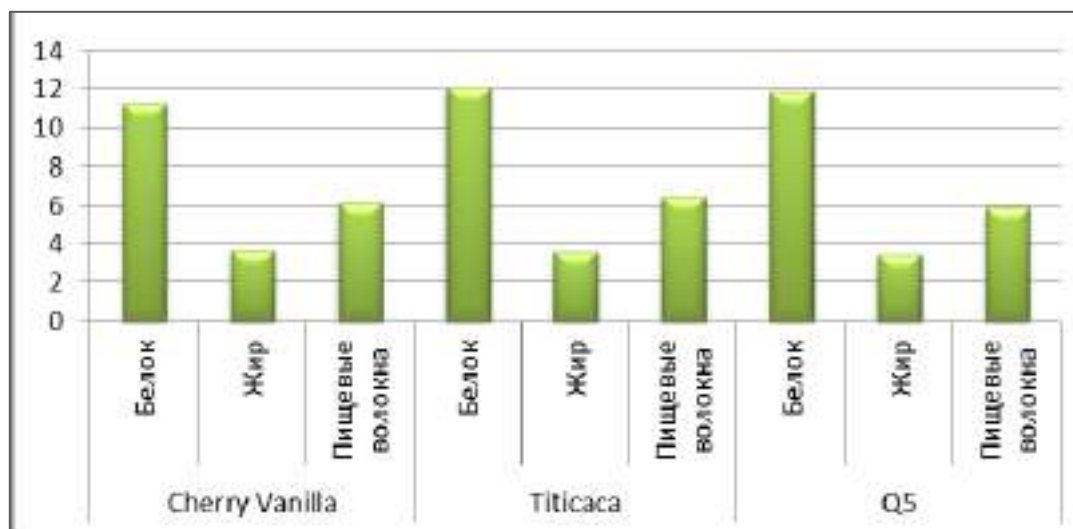


Рис. 7. Содержание органических веществ в зерне квиноа, %

Среди органических веществ в зерне квиноа было определено содержание белка, жира и пищевых волокон.

Содержание белка в зерне квиноа варьировалось в пределах 11-12%. Наибольшее содержание белка отмечается у сортообразца Titicaca – 12,1%. Содержание белка у сортообразца Q5 – 11,9%, Cherry Vanilla – 11,3%.

Содержание жира и пищевых волокон в зависимости от сортообразца сильно не различалось.

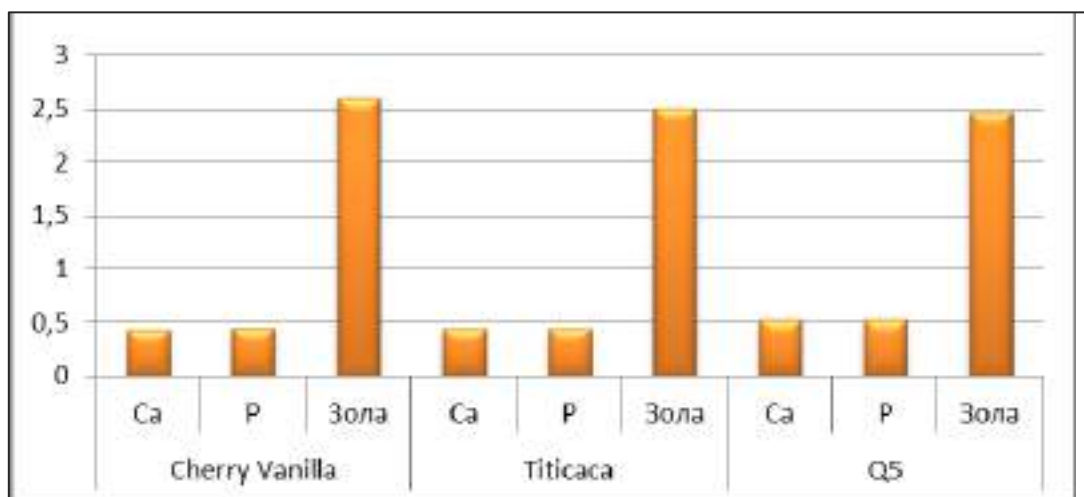


Рис. 8. Содержание минеральных веществ в зерне квиноа, %

Содержание золы в зерне квиноа свидетельствует о его богатстве минеральными веществами. Содержание в зерне таких минеральных веществ как кальций и фосфор практически не зависело от сортообразца. Наибольшим содержанием кальция и фосфора отличается сортообразец - Q5.

Оценка посевных качеств семян квиноа. Для получения высокой урожайности сельскохозяйственных культур очень важны показатели посевных качеств семян. Одним из таких показателей является лабораторная всхожесть и энергия прорастания, которые позволяют судить о качестве посевного материала. Для оценки посевных качеств семян квиноа в лабораторных условиях по сортам была определена энергия прорастания и лабораторная всхожесть (таблица 6). По ГОСТу Р 55294-2012 лабораторная всхожесть семян квиноа не должна быть ниже 75%. Определение энергии прорастания семян проводилось на 3 день после посева в чашку Петри, лабораторной всхожести – на 7 день.

Энергия прорастания и всхожесть семян квиноа

Сортообразец	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Cherry Vanilla	87,75	89,00
Titicaca	84,25	84,50
Q5	84,00	86,25

Все сортообразцы отличались высокими показателями посевных качеств – лабораторная всхожесть составила 86...89%, энергия прорастания 84...88%.

Расчет экономической эффективности возделывания квиноа.

Производство квиноа в России целесообразно осуществлять с целью обеспечения продукцией, как внутреннего рынка страны, так и осуществления экспорта. Такая деятельность предполагает постоянное соизмерение результатов и затрат с целью определения экономической эффективности и определения наиболее эффективного варианта действий. По нашим расчетам, фонд заработной платы с доплатами за продукцию, классность, и начислениями по социальному страхованию работников на возделывание 100 га квиноа составляет 207 247 руб.

Экономическая эффективность возделывания квиноа в условиях ЦРНЗ РФ:

$$E (\text{Cherry Vanilla}) = 45600 / 13\,540 * 100\% = 336,8\%$$

$$E (\text{Titicaca}) = 44400 / 13\,540 * 100\% = 327,9\%$$

$$E (Q5) = 53400 / 13\,540 * 100\% = 394,4\%$$

Таким образом, наибольшую прибыль от выращивания квиноа в условиях Центрального региона РФ можно получить, выращивая сорт Q5, прибыль составит 39,86 тыс.руб (с 1 га). Экономическая эффективность возделывания данного сорта 394,4%.

Выводы

Зерно квиноа богато питательными веществами: высокое содержание белка, незаменимые аминокислоты, витамины и минералы, особенно К, Р, Mg, Са, Na, Mn и Fe, не содержит глютена, что важно для пациентов с целиакией. В настоящее время население Российской Федерации составляет более 145 млн. человек, прогнозируемый рост населения предполагает не только увеличение производства продовольственного зерна, но и переход к экологически безопасному устойчивому сельскому хозяйству. Проведенные исследования показали, что выращивание квиноа в агроэкологических условиях Центрального региона Российской Федерации позволяет получать 1,5-1,8 т/га зерна с высоким содержанием белка (11-12%) и незаменимых аминокислот (в первую очередь валина, лизина и треонина). Для полного цикла развития растений квиноа сортов Cherry Vanilla, Titicaca и Q5, от посева до полной спелости зерна, потребовалось 4 месяца и сумма активных температур 2300⁰С. Высокая адаптивность и уникальный аминокислотный состав зерна квиноа позволяют рассматривать квиноа как культуру с высоким коммерческим потенциалом для России. В настоящее время квиноа в основном экспортируется из Перу в Россию, однако стоимость зерна высока. Квиноа обладает высоким адаптивным потенциалом, позволяющим выращивать ее в широком диапазоне агроэкологических условий. Учитывая глобальные климатические изменения, проявление которых негативно сказывается на урожайности традиционных сельскохозяйственных культур, квиноа должна занять достойно место на полях нашей Родины.

Библиографический список

1. Бэр, Карл Максимович. Предложение о разведении квиноа в северных областях Российской империи / [Соч.] Бэра. - СПб. : Тип. Имп. Акад. наук, 1839 - 24, [1] с.
2. Вавилов, Н.И., 1939 Великие земледельческие культуры доколумбовой Америки и их взаимоотношения. Изв. Гос. геогр. о-ва, 71(10), pp.1487-1515.
3. Куренкова Е.М., Кухаренкова О.В. Мировой рынок квиноа. В сборнике: Агробιοтехнология-2021. Сборник статей Международной научной конференции. Москва, 2021. С. 901-905.
4. Кухаренкова, О. В. Продуктивность новой для России крупяной культуры – квиноа (*Chenopodium quinoa*) в агроклиматических условиях Подмоскoвья / О. В. Кухаренкова, Е. М. Куренкова // Доклады ТСХА : Материалы международной научной конференции, Москва, 05–07 декабря 2017 года. Том Выпуск 290, Часть 3. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. – С. 96-99. – EDN XMPBKP.
5. Кухаренкова, О. В. Урожайность и структура урожая квиноа в зависимости от способа посева на дерново-подзолистой почве / О. В. Кухаренкова, Е. М. Куренкова // Доклады ТСХА, Москва, 03–05 декабря 2019 года. Том Выпуск 292, Часть IV. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020. – С. 20-23. – EDN EITTRD.
6. Распоряжение Правительства РФ от 29.06.2016 N 1364-р «Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года». - [Электронный ресурс]. - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200636/cb8d081e8968f6dba480048c4511db0025f1064b/ (дата обращения: 01.02.2022).
7. Технология выращивания квиноа. - [Электронный ресурс]. - URL: <https://farming.org.ua>.

8. Шитикова, А. В. Опыт интродукции квиноа (*Chenopodium quinoa* Willd.) как полевой культуры в Центральном регионе России / А. В. Шитикова, О. В. Кухаренкова // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия флоры : Материалы международной научной конференции, посвященной 90-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. В 2-х частях, Минск, 28 июня – 01 2022 года / Редколлегия: В.В. Титок [и др.]. Том Часть 1. – Минск: Белтаможсервис, 2022. – С. 288-291. – EDN ZCEFBL.
9. Щеколдина, Т.В. Изучение биологической ценности семян квиноа (*Chenopodium quinoa* Willd.) для создания специализированных продуктов питания / Т.В. Щеколдина, Е.А. Черниховец, А.Г. Христенко // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 90–97.
10. Quinoa. - [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.biologie-seite.de/Biologie/Quinoa> (дата обращения: 10.02.2022).
11. Angeli V. et al. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): An overview of the potentials of the “Golden Grain” and socio-economic and environmental aspects of its cultivation and marketization // Foods. 2020, 9, 2, 216.
12. Cancino-Espinoza E., Vázquez-Rowe I., Quispe I. Organic quinoa (*Chenopodium quinoa* L.) production in Peru: Environmental hotspots and food security considerations using Life Cycle Assessment // Science of the Total Environment. 2018, 637, 221-232.
13. Catalogue of commercial varieties of quinoa in Peru. A future planted thousands of years ago // Food and Agriculture Organization of the United Nations. Lima, 2015, 74.
14. Causin H. F., Bordón D. A. E., Burrieza H. Salinity tolerance mechanisms during germination and early seedling growth in *Chenopodium quinoa* Wild. genotypes with different sensitivity to saline stress // Environmental and Experimental Botany, 2020, 172, 103995.

15. Ebrahimikia M. et al. Agro-Physiological Response of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to the Nitrogen Application Rate and Split Application Method // *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2021, 21, 4, 3437-3450.
16. Enciso-Roca E. C. et al. Biomolecules with Antioxidant Capacity from the Seeds and Sprouts of 20 Varieties of *Chenopodium quinoa* Willd. (Quinoa) // *Plants*. 2021, 10, 11, 2417.
17. Gómez M. J. R. et al. Nutritional characterization of six quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties cultivated in Southern Europe // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2021, 99, 103876.
18. Gómez M. B., Curti R. N., Bertero H. D. Seed weight determination in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) // *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2021.
19. Manjarres-Hernández E. H. et al. Phenotypic Characterization of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) for the Selection of Promising Materials for Breeding Programs // *Plants*. 2021, 10, 7, 1339.
20. Shitikova, A. V., Kukharenskova, O. V., & Khaliluev, M. R. (2022). The Crop Production Capacity of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)—A New Field Crop for Russia in the Non-Chernozem Zone of Moscow's Urban Environment. *Agronomy*, 12(12), 3040.
21. Valdivia-Cea W. et al. Effect of Soil Water Availability on Physiological Parameters, Yield, and Seed Quality in Four Quinoa Genotypes (*Chenopodium quinoa* Willd.) // *Agronomy*. 2021, 11, 5, 1012.
22. Voronov, S., Pleskachiov, Y., Shitikova, A., Zargar, M., & Abdelkader, M. (2023). Diversity of the Biological and Proteinogenic Characteristics of Quinoa Genotypes as a Multi-Purpose Crop. *Agronomy*, 13(2), 279. Alandia G. et al. Global expansion of quinoa and challenges for the Andean region. *Global Food Security*. 2020, 26, 100429.