

Наиболее качественным показателем изменения структуры почвы является содержание водоустойчивых (> 0,25 мм) агрегатов. Применение прямого посева способствовало к увеличению количества водопроходной макроструктуры как в пахотном слое в среднем до 30,4, так и в подпахотном – 29,2%, при ежегодной вспашке на глубину 20-22 см содержание водоустойчивых агрегатов снижалось соответственно до 27,6 и 22,0%.

Выводы

1. Отсутствие механического воздействия (прямой посев) не приводило к значительному ухудшению агрофизических свойств пахотного (0-20 см) слоя почвы.

2. Наиболее благоприятное структурное состояние корнеобитаемого слоя почвы складывается на варианте с прямым посевом: содержание агрономически ценной фракции (50,2%); количество водоустойчивых агрегатов (30,4%).

Библиографический список

1. Беленков А.И., Николаев В.А., Шитикова А.В. Агроэкологическая концепция исследований и агрофизические свойства почвы в посадках картофеля полевого опыта ЦТЗ // Агрофизика. – 2011. – №3. – С.5-14.
2. Матюк Н.С., Полин В.Д., Николаев В.А. Изменение агрофизических свойств почвы под действием приемов обработки и удобрений // Владимирский земледелец. – 2015. – № 2 (72). – С. 12-14.
3. Матюк Н.С., Полин В.Д. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивной земледелии: - учебное пособие /Н.С.Матюк, В.Д.Полин. – М.: Изд. РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, 2013. – С.23.
4. Николаев В.А., Мазиров М.А., Зинченко С.И. // Земледелие. – №5. – 2015. – С.20.
5. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. – М.: ВНИИА, 2012. – С. 217.
6. Теории и методы физики почв: Монография. Под ред. Е.В.Шейна и Л.О.Карпачевского. – М.: Гриф и К, 2007. – 616 с.

УДК 631.84

УПРАВЛЕНИЕ АЗОТНЫМ ПИТАНИЕМ КВИНОА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОРТАТИВНОГО ПРИБОРА atLEAF CHL PLUS

Воршева Александра Владимировна, аспирант кафедры растениеводства и луговых экосистем, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; vorsheva@rgau-msha.ru

Научный руководитель: Кухаренкова Ольга Владимировна, к.с.-х.н., доцент, доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; okuharenkova@rgau-msha.ru

***Аннотация:** В работе представлены результаты исследований по изучению влияния азотного питания на накопление хлорофилла в листьях растений и урожайность квиноа. Установлена положительная корреляция между содержанием хлорофилла в листьях и урожайностью квиноа.*

***Ключевые слова:** квиноа, хлорофилл, азотное питание, фотосинтез, урожайность.*

Минеральное питание и фотосинтез – две стороны единого процесса питания растения. Важнейшие элементы минерального питания - азот, фосфор, калий, магний, сера - необходимы для построения фотосинтетического аппарата растения. В частности, азот оказывает непосредственное влияние на интенсивность фотосинтеза и является доступным средством воздействия на формирование урожая [1, 4].

Азот является ключевым лимитирующим фактором роста и развития растений. При этом азот является наиболее сложным элементом, учитывая все возможные формы и процессы в его цикле. Азот участвует во всех метаболических процессах растений [1, 3].

В ряде научных работ отмечается благоприятное воздействие азота на количество и качество урожая, а также на фотосинтез. Установлено, что недостаток азота снижает, а высокие дозы азота повышают интенсивность ассимиляции. Действие азота на фотосинтез объясняется его влиянием на формирование фотосинтетического аппарата. Азот является составной частью белка и хлорофилла, азот усиливает синтез этих соединений, обеспечивая более полное использование ассимилятов и способствуя лучшему их образованию [1, 3, 4].

Различные дозы азотного удобрения вызывают количественные и качественные изменения в составе белков хлоропластов, способствуя накоплению хлорофилла. На аммонийном фоне наблюдается возрастание активности каталазы и пероксидазы, что оказывало влияние на увеличение относительного содержания хлорофилла [4].

Цель исследования – установить влияние различных доз азотного удобрения на накопление хлорофилла в листьях и урожайность квиноа.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2022 году в агроэкологических условиях Центрального региона Российской Федерации на Полевой опытной станции ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева» (г. Москва).

Объектами исследований стали растения двух сортообразцов квиноа: Cherry Vanilla селекции США и Titicaca селекции Quinoa Quality Enterprise совместно с Копенгагенским университетом Дании.

Полевые эксперименты были заложены на дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почве. Мощность пахотного горизонта 20-22 см, содержание гумуса (по Тюрину) 2,0-2,2%, подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) соответственно 230-250 мг P₂O₅ (V класс, высокая обеспеченность)

и 105-115 мг К₂О/кг почвы (III класс, средняя обеспеченность). Реакция почвы слабокислая – рН_{сол} 5,4-5,6.

Варианты опыта включали контроль (без внесения азотного удобрения), N60 – в фазу 4-6 листьев, N120 – N60 в фазу 4-6 листьев и N60 в начале формирования метелки, N180 – N90 в фазу 4-6 листьев и N90 в начале формирования метелки, N240 – N90 в фазу 4-6 листьев, N90 в начале формирования метелки и N60 в фазу цветения-начала налива зерна. В качестве азотного удобрения использовалась аммиачная селитра.

Учетная площадь делянки в опыте составляла 1,80 м².

Содержание хлорофилла определяли с помощью портативного измерителя уровня хлорофилла в листьях atLEAF CHL PLUS, FT Green LLC (рисунок 1), пересчет показателей прибора в мг/см² производился с помощью онлайн-программы на официальном сайте компании [6].



Рисунок 1. Измерение содержания хлорофилла в листьях квиноа с помощью прибора atLEAF CHL PLUS, Полевая опытная станция РГАУ-МСХА, 2022 г.

Уборку и учет урожая проводили в фазу полной спелости зерна вручную, путем срезания соцветий секатором. Обмолот зерна (после подсушивания растений вентиляцией) и его сортировку проводили также вручную.

Урожайные данные были статистически обработаны методом дисперсионного анализа с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2019.

Результаты исследований. Содержание хлорофилла в листьях квиноа измерялось три раза в течение всей вегетации. Показатели прибора были переведены в мг/см² и количество хлорофилла в растениях квиноа варьировалось от 0,03 до 0,08 мг/см² в зависимости от сортовых особенностей и агротехники (внесения азотного удобрения). Наибольшее содержание хлорофилла в листьях квиноа отмечалось в фазу цветения – начала налива зерна, когда в процессе фотосинтеза участвуют все зеленые части растения – листья всех ярусов, стебель, метелка.

Содержание хлорофилла в листьях квиноа в фазу цветения варьировалось в пределах от 0,05 до 0,08 мг/см². В таблице 1 представлены данные о содержании хлорофилла в листьях квиноа, урожайности и корреляционной зависимости между содержанием хлорофилла в листьях и урожайностью.

Таблица 1

Содержание хлорофилла в листьях и урожайность квиноа, 2022 г.

Сортообразец	Доза азота, кг/га	Показание прибора, ед.	Содержание хлорофилла, мг/см ²	Урожайность, т/га	Коэффициент корреляции между содержанием хлорофилла в листьях и урожайностью
Cherry Vanilla	N0	67,0	0,0630	2,55	0,8
	N60	71,8	0,0713	2,84	
	N120	74,0	0,0752	3,50	
	N180	72,0	0,0716	3,56	
	N240	71,1	0,0700	3,49	
	НСР ₀₅	-	0,005	0,49	
Titicaca	N0	61,6	0,0542	2,70	0,6
	N60	62,8	0,0561	4,04	
	N120	70,6	0,0692	4,39	
	N180	72,7	0,0729	4,33	
	N240	72,1	0,0718	3,63	
	НСР ₀₅	-	0,004	0,40	

Результаты исследования показывают зависимость между азотным питанием растений и содержанием хлорофилла в листьях. Азотное удобрение оказывало положительное влияние на урожайность квиноа и фотосинтез.

Максимальное увеличение содержания хлорофилла в листьях квиноа при внесении азота составило 19% на сортообразце Cherry Vanilla (вариант опыта N120) и 35% на сортообразце Titicaca (вариант опыта N180) по сравнению с контрольным вариантом.

Во всех вариантах опыта отмечается увеличение содержания хлорофилла в листьях и увеличение урожайности при применении азотных удобрений.

Однако прибавка урожая и количество хлорофилла были наиболее высокими при внесении азота в дозах 120 и 180 кг/га.

Повышенная доза азота в варианте опыта N240 оказывала влияние на содержания хлорофилла на более поздних стадиях развития растений (налив и созревание зерна). Содержание хлорофилла было выше, по сравнению с вариантами с меньшими дозами азота, так как растения под действием азота удобрения оставались зелеными дольше, продолжался линейный рост растений и накопление питательных веществ, растения имели большую биомассу, что и повлияло на формирование зерна и его налив, а как следствие, на данном варианте опыта урожайность бала ниже, чем в вариантах опыта с меньшими дозами азота.

Отмечается положительная корреляция между содержанием хлорофилла в листьях и урожайностью квиноа.

Выводы. Таким образом, с помощью портативного измерителя atLEAF CHL PLUS в течение вегетации можно контролировать уровень азотного питания растений, отслеживать недостаток или избыток вносимого азота, что в дальнейшем оказывает прямое влияние на урожайность культуры.

Библиографический список

1. Гатаулина Г.Г. Продукционный процесс и фотосинтетическая деятельность растений в посевах полевых культур: учебно-методическое пособие. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2013.-43 с.
2. Кухаренкова О.В., Куренкова Е.М. Продуктивность новой для России крупяной культуры – квиноа (*Chenopodium Quinoa*) в агроклиматических условиях Подмосковья. В сборнике: Доклады ТСХА. Материалы международной научной конференции. 2018. С. 96-99.
3. Тимирязев К.А. Жизнь растения. – М.: МСХА, 2006. – 320 с.
4. Физиология сельскохозяйственных растений. Том 1. Изд-во МГУ, Москва, 1967.
5. Bazile D, Jacobsen S-E and Verniau A (2016) The Global Expansion of Quinoa: Trends and Limits. *Front. Plant Sci.* 7:622. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00622>
6. Conversion of atLEAF CHL units. - [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.atleaf.com/SPAD> (дата обращения: 01.05.2023).
7. Pinkard E.A., Patel V., and Mohammed C., 2006. Chlorophyll and nitrogen determination for plantation-grown *Eucalyptus nitens* and *E. globulus* using a non-destructive meter. *For. Ecol.Manage.* 223.
8. Richardson A.D., Duigan S.P. and Berlyn G. P. 2002 An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content *New Phytologist* 153.
9. Ruiz-Espinoza F.H., Murillo-Amador B., García-Hernández J.L., Fenech-Larios L.; Rueda-Puente E.O.; Troyo-Diéguez E., Kaya C., Beltrán-Morales A. 2010 Field evaluation of the relationship between Chlorophyll content in basil leaves and a portable Chlorophyll meter (spad-502) readings *Journal of Plant Nutrition* x.

10. Zhu J., Tremblay T., and Liang Y. 2012 Comparing SPAD and atLEAF values for chlorophyll assessment in crop species Can. J. Soil Sci. 92.

11. Кирюшин, Б. Д. Основы научных исследований в агрономии: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по агрономическим специальностям и направлениям / Б. Д. Кирюшин, Р. Р. Усманов, И. П. Васильев ; Б. Д. Кирюшин, Р. Р. Усманов, И. П. Васильев. – Москва : КолосС, 2009. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). – ISBN 978-5-9532-0497-2. – EDN QKZYKT.

УДК 635.042

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ПОСЕВЫ САХАРНОЙ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ КБР

Гуляжинов Ислам Хасанович, аспирант кафедры «Садоводство и лесное дело», ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г.Нальчик, konf07@mail.ru

Шибзухов Залим-Гери Султанович, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Садоводство и лесное дело», ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г.Нальчик

***Аннотация:** Даная работа направлена на оптимизацию технологии выращивания сахарной кукурузы с применением биопрепаратов и изучение влияния биопрепаратов на продуктивность сахарной кукурузы. Объектом исследования выбрали высокоурожайный гибрид сахарной кукурузы Мегатон. Для изучения выбрали рекомендуемые фермерами биопрепараты эффективные в производственных условиях, имеющих большой спектр действия. Концентрации рабочих растворов составляли: Энерген Аква - 0,025%, Гетереауксин - 0,02%, Циркон – (0,005%). Прибавка урожая от использования биопрепаратов следовала той же закономерностью - с уменьшением уровня соответствия количества получаемой влаги потребностям растений, величина получаемой прибавки урожая снижалась.*

***Ключевые слова:** сахарная кукуруза; биопрепараты; урожайность; выживаемость; площадь листовой поверхности; прибавка урожая.*

Введение. В условиях современных технологий выращивания сельскохозяйственных культур одним из главных факторов, определяющих продуктивность растений, является применение биопрепаратов, которые способствуют более мощному иммунитету, развитию корневой системы, надземной части, органов плодоношения растений, что позволяет им лучше усваивать влагу, питательные элементы почвы, а также солнечную радиацию и, следовательно, увеличивать урожай [1,2,4,6]. В связи с этим в работе изучалось влияние биопрепаратов на продуктивность сахарной кукурузы.

Работа была направлена на решение следующих вопросов: