

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья
УДК 635.567
<https://agroconf.sgau.ru>

Зависимость влажности почвы и урожайности рукколы на тёмно-каштановых суглинках

О.А. Баклушина

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия.

Аннотация. Целью данной работы ставится экспериментальное установление влияния различной степени увлажнения почвы на рост и развития салатной зелени рукколы на темно-каштановых суглинках Саратовского Заволжья. Экспериментальные исследования выполнены на участке тёмно-каштановых суглинков Саратовского Заволжья на сорте салатной зелени рукколы «Пасьянс». В результате исследования, направленного на изучение зависимости увлажнения почвы на рост, развитие и качество салатной зелени рукколы было установлено, что наиболее благоприятные погодные условия для выращивания салатной зелени рукколы, отзывчивой к влажности почвы и не высоким температурам в мае-июне и сентябре в каждом из четырёх экспериментальных сезонов.

Ключевые слова: санитарное состояние деревьев, лесничество, орографические условия, дуб, отпад древостоя

Для цитирования: Баклушина О.А. Зависимость влажности почвы и урожайности рукколы на тёмно-каштановых суглинках// Аграрные конференции. 2023. № 42(6). С. 6-18. <http://agroconf.sgau.ru>

AGRICULTURAL SCIENCES

Original article

Relationship between soil moisture and arugula yield on dark chestnut loams

O.A. Baklushina

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

Abstract. The purpose of this work is to experimentally establish the influence of varying degrees of soil moisture on the growth and development of arugula salad greens on dark chestnut loams of the Saratov Trans-Volga region. Experimental

studies were carried out on a site of dark chestnut loams of the Saratov Trans-Volga region on the salad greens variety of arugula “Solitaire”. As a result of a study aimed at studying the dependence of soil moisture on the growth, development and quality of arugula salad greens, it was found that the most favorable weather conditions for growing arugula salad greens, responsive to soil moisture and low temperatures, are in May-June and September in each of four experimental seasons.

Keywords: sanitary condition of trees, forestry, orographic conditions, oak, tree stand decline

For citation: Baklushina O.A. Relationship between soil moisture and arugula yield on dark chestnut loams // Agrarian Conferences, 2023; (42(6)): 6-18 (InRuss.). <http://agroconf.sgau.ru>

Введение. Государственная программа «Эффективное вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса» утверждённая правительством РФ от 14.05.2021г. №731 акцентирует внимание на проблеме использования мелиоративных земель в современном сельском хозяйстве и сопоставляя незначительность мелиоративных земель с большим объемом выращенной на них с/х продукции, показывает необходимость грамотного использования водных ресурсов с расширением новых мелиоративных территорий и пополнением ассортимента новыми видами овощей и фруктов. Одним из коммерчески привлекательных и недооцененных овощей является салатная зелень рукколы обладающая массой полезных микро и макроэлементов, способная приносить по 4 -5 урожаев за сезон.

Темно-каштановые суглинки Саратовского Заволжья занимают более 30% от объема всех почв Саратовской области. Активное вовлечение этого вида почв в сельскохозяйственное производство обеспечивает стабильно высокие урожаи только при условии орошения для большинства сельскохозяйственных культур. Нестабильное естественное увлажнение Саратовских степей предопределяет рискованный тип земледелия в условиях семиаридного климата [7-9]. Усиливающаяся проблема дефицита пресных водных ресурсов и стабильный рост цены на них выделяет проблематику оптимизации поливной воды по срокам, объемам, частоте и фазам развития растения. Применение капельного орошения при выращивании сельскохозяйственных культур имеет ряд преимуществ перед традиционными способами полива, к наиболее выраженным из которых относятся: экономия воды, подача влаги и удобрений непосредственно к корням растений, использование на полях со сложным рельефом, не дорогой способ установки и эксплуатации поливного оборудования, применение практически к любым сельскохозяйственным культурам. Неоспоримые преимущества капельного метода полива сделали научные исследования в области выращивания различных сельскохозяйственным культур на данном способе орошения хорошо изученной темой, рассмотренной в ракурсе различных почв, сельскохозяйственных культур, способе выращивания (открытый и закрытый)

[3-6]. Однако научные исследования режимов капельного орошения и удобрения салатной зелени рукколы на темно-каштановых суглинках исследованы не были. Этот факт и объясняет научный интерес данного вида исследования, так как руккола все сильнее отвоевывает свое место на полках со свежей зеленью в супермаркетах и в меню ресторанов. Популярность данного вида зелени обусловлена в первую очередь приятным орехово-горчичным вкусом молодых листочков рукколы, содержание ряда полезных витаминов, и химических элементов в своем составе. Так же следует отметить широкий спектр применения рукколы, которую помимо салатов можно использовать в приготовлении супов, мясных и рыбных блюд, салатов, соусов, мучных изделий [7;10]. Помимо употребления листьев рукколы, из семян делают масло. Стебли после сбора листьев можно компостировать и вносить в почву в качестве органического удобрения. Основным параметром коммерческой составляющей при выращивании рукколы является факт возможности выращивания в открытом грунте с апреля по октябрь.

Методика исследований. Полевые исследования по изучению режима капельного орошения и удобрения рукколы проводилось в 2019 -2022 гг. на опытном участке Энгельсского района, Саратовской области, расположенное в подзоне темно-каштановых суглинистых почв при среднегодовой влажности воздуха 60-80%, нехватки влаги в 1 м почвы 220- 240 мм. Полевые и лабораторные исследования проводили по общепринятым методикам. Климат характеризовался низкой влагообеспеченностью и хорошей теплообеспеченностью. Темно-каштановые суглинки экспериментального участка имели темно-коричневую окраску, плотное сложение, обладали тонкой пористостью, высокой связанностью, пластичностью. Гумусовый слой существенно снижался от поверхности в глубь слоя. Насыщенность почвы доступными формами питательных веществ и количеством гумуса средняя. Подвижный азот составлял 1,1 % от валового содержания. Грунтовые воды залегали более чем на 5 метрах, при их минерализации менее 1-2 г/л. Почва участка характеризовалась насыщенностью поглощающего комплекса Са и М. Содержание агрегатов (0,25–10 мм) в слоях А₀/А /В колеблется от 85/70/65 при коэффициентах структурности 6,3/2,5/1,7 соответственно. Значения содержания агрегатов 0,25–10 мм больше 60 %. Величины коэффициента структурности от 0,7 до 1,1 демонстрируют среднее структурное состояние почв этого экспериментального участка. Содержание гумуса (в %) в слоях А₀/А/АВ/В составляет 5,33/4,12/2,75/1,1. Подвижные формы питательных элементов (в мг/кг) в слоях А/В по азоту 100/80; по фосфору 90/82; по калию 160/145. Количество гидролизуемого азота и калия среднее, подвижных форм фосфора – ниже нормы.

Отбор образцов осуществляли из пахотного слоя (Ап) опытного участка, содержащего: N_{общ} – 0,7 %, NO₃ – 21 мг/кг, P_{общ} – 0,18 %, K_{общ} – 0,19 %, KCl – 4,85, Mg -0.01%, B -0.012%, Mo -0,007%, зольностью 74 %.

В опыте использован балансовый метод расчета доз удобрений. В нем учитывали обеспеченность почвы питательными элементами и применяли

соответствующие ей коэффициенты возмещения выноса: N_2 - 0,18; P_2O_5 -0,85; K_2O -0,43; KNO_3 - 0,23

Период исследований по влагообеспеченности характеризовались по гидротермическому коэффициенту Г. Т. Селянинова как средне влажный, сухой, среднесухой и сухой, соответственно 2019, 2020, 2021 и 2022 гг., коэффициент принимал значения 0,85; 0,34; 0,47; 0,65. В период вегетации выпало 162,8; 65,2; 92,1; 87,5 мм осадков. Относительная влажность воздуха в среднем составила 77,6; 59,4; 53,86; и 56 %, при этом сумма среднесуточных температур – 1781; 1889; 1837; 1904 °С соответственно. Поливная норма составила 350 м³/га с поддержанием влажности 0,7–0,9 НВ в расчетном слое почвы 0,5 м.

Схема двухфакторного опыта включала 3 режима капельного орошения (фактор I) и деление делянок по внесению удобрений и без них (фактор II). Рисунок 1 демонстрирует схему эксперимента.

		Без удобрений			с удобрениями		
		70%	80%	90%	70%	80%	90%
I	35 м ²	35 м ²	35 м ²	35 м ²	35 м ²	35 м ²	35 м ²
	35 м ²	35 м ²	35 м ²	35 м ²	35 м ²	35 м ²	35 м ²
	35 м ²	35 м ²	35 м ²	35 м ²	35 м ²	35 м ²	35 м ²



Рис. 1. Схема эксперимента

Водный режим почвы поддерживали на заданном уровне, а для этого определяли параметры: глубина увлажнения для руколы и поддержание НВ на уровне 70; 80; 90 %. Чем больше глубина увлажнения была на экспериментальной делянке, тем реже проводили поливы.

Сроки поливов руколы определяли по значению НВ в активном слое почвы (0,1-0,45 м) в зависимости от фаз развития руколы и её корневой системы.

Отбор проб почвы, определение влажности, удельной и объемной массы почвы проводили по известным методикам, используя соответствующие стандарты. Показатели общей, капиллярной и некапиллярной пористости определяли расчетным способом на основании данных по влажности, удельной и объемной массе почвы. Урожайность руколы по вариантам опыта определяли методом сплошной уборки делянок с последующим пересчетом на 1 га. Статистическую обработку полученных данных осуществляли с использованием пакета «Statistika» и программы Excel

Результаты исследований. Руккола способна переносить заморозки до -10 °С. Предельная положительная температура в жизненном цикле рукколы +35 °С. Приемлемая температура для прорастания семян +5 °С, но приближение к пороговым значениям замедляют всходы, рост и развитие растения. Четырехлетний опыт проведения эксперимента показал, что повышение температуры (более +25 °С) провоцирует голодание растения в виду усиления процесса дыхания и распада питательных веществ. Максимум ассимиляции, накопления органического вещества и образования прироста в температурном диапазоне +15...+20°С. Выше +20°С ассимиляция сокращается [5]. При температуре немного выше +30°С приход от ассимиляции становится равным дыханию, что вызывает сокращение или полное прекращение прироста зелёной массы рукколы. Температура выше +50 приводит к гибели рукколы из-за свёртывания протоплазмы клетки [2].

Углекислый газ, солнечная энергия, вода, минералы продуцируют органическое вещество, осуществляя транспирацию и синтез витаминов, ферментов, хлорофилла, обеспечивая формирование вкусных и сочных листьев рукколы товарного качества [1]. Географическое расположение экспериментальной делянки способствовало тому, что розетки рукколы получали световую энергию солнца в виде прямой и рассеянной радиации в полном объеме с апреля по октябрь. Высокая требовательность рукколы к свету особенно проявляется в первые стадии ее развития, когда запасы питательных веществ в семени исчерпываются, а растение начинает получать питание за счет фотосинтеза. Недостаток освещения в этот период устранялся прореживанием всходов и прополке сорняков [4]. Для образования товарной розетки листьев рукколе необходима продолжительность дня 14–18 часов, при этом её светотребовательность находится на уровне ниже среднего и в период июля – августа (а иногда и июня) грядки с рукколой приходилось затенять нетканым материалом для уменьшения солнечной радиации и предотвращения ожогов листьев. Так как с увеличением освещенности наблюдается ускорение начала цветения, в общей биомассе возрастает удельный вес стеблей, и как следствие потеря салатной привлекательности рукколы. Реакция рукколы на недостаточную освещенность проявляется в многократном снижении темпов накопления биомассы, задержке развития розетки, в которой накапливаются нитраты и снижается содержание витамина С [5].

Окружающий воздух, насыщенный азотом (75 %), кислородом (20 %) и углекислым газом (4,96 %), участвует в протекании всех жизненных процессов розетки рукколы, основные из которых дыхание и фотосинтез. И если наземная часть растения не испытывает дефицита этого жизненно важного ресурса, то корни могут подвергаться воздушному голоданию. Недостаток воздуха в слое почвы до 50 см. вызывается переувлажнением и уплотнением почвы. Поэтому после дождей или поливов проводилось рыхление междурядий рукколы для уничтожения почвенной корки [1]. Сильного уплотнения почвы за период эксперимента удалось избежать, так как в процессе эксперимента не было предусмотрено использование тяжелой с/х техники.

Скороспелость и относительно небольшая площадь питания - причина высокой требовательности рукколы к условиям плодородия и влагообеспечения почвы. Бедность темно-каштановых суглинков Саратовской области выражается в малом содержании гумуса (2-4%), а значит и полезных микроэлементов в почве так же недостаточно. При этом диетологи отмечают ценность рукколы в полезных для человека минералах, витаминах и микроэлементах [9]. Значит, для успешного производства коммерчески привлекательной зелени рукколы на темно-каштановых суглинках Саратовской области при отсутствии севооборота рекомендуется вносить в почву микроэлементы и питательные вещества, выводимые растениями за цикл роста.

Во время полива растений использовалась поливная система, которая включала в себя внесение водорастворимых удобрений методом фертигации. Удобрения добавлялись в середине цикла полива в течение примерно 30 минут. Затем, для того чтобы промыть капельные линии и достичь оптимальной влажности почвы, проводился капельный полив без удобрений, который продолжался более 30 минут. Средняя норма полива составляла 40 м³ на 1 гектар. Определение необходимости полива проводилось путем оценки запаса влаги в корнеобитаемом слое почвы на расстоянии 20 см от места падения капли, когда достигалась предполивная влажность, равная 60% наименьшей влагоемкости. Оптимальную влажность почвы поддерживали на уровне 80% в пределах зоны увлажнения. Расчет нормы полива при капельном орошении основывался на поддержании оптимальной влажности почвы в увлажняемой зоне.

В период, когда салатная руккола была готова для сбора, проводилась диагностика обеспеченности растения элементами питания (азот, фосфор, калий, кальций, магний, бор, молибден). Листья рукколы, выращенные на участке, подвергались мокрому озолению методом К. Гинзбурга с использованием смеси серной и хлорной кислот. Для определения содержания каждого элемента использовались различные методы: азот – хлораминовый метод, фосфор – колориметрический метод с добавлением аскорбиновой кислоты по методу Мерфи и Райли, калий – пламенно-фотометрический метод, а кальций и магний – комплексонометрический метод. Полученные данные сравнивались с оптимальными уровнями содержания элементов питания, а также вычислялись соотношения N/P, N/K и (K+Mg)/Ca, (Mg+B+Mo) /K.

Намереваясь определить содержание нитратов, обменного аммония, подвижных форм фосфора и калия в почве, были произведены регулярные отборы проб в течение вегетационного периода. Пробы были получены прямо под капельницами на глубине 0-20 см и на расстоянии 10 см от точки падения раствора питательных веществ и воды. Полученные почвенные образцы были анализированы в соответствии с методиками, установленными стандартами ГОСТ 26951-86, 26489-85 и 26205-91. Эти данные были использованы для определения доступности элементов питания для растений и обеспеченности розетки рукколы необходимыми элементами питания. Во время поддержания

влажности почвы на уровне 80% НВ активное усваивание и накопление азота, калия, кальция, фосфора и других элементов происходит в растениях. Наличие азота и фосфора в почве способствует формированию большой розетки листьев с высокими вкусовыми качествами. Недостаток азота в почве может приводить к огрублению и горечи листьев.

Классификация В.И. Эдельштейна [10] по выносу питательных веществ из почвы позволяет отнести рукколу к группе растений, незначительно обедняющих почву (3-я группа: вынос до 200 кг/ га питательных веществ). Тем не менее, при отсутствии севооборота количество витаминов в листьях рукколы неизменно снижалось (делянка без внесения удобрений в сравнении с деланками с химическими и органическими удобрениями). Экспериментально установлен вынос элементов (в г на 1 кг продукции): азот 17,6 гр.; калий 5,7 гр.; фосфор 6,1 гр.; кальций 3,5 гр.

При использовании расчетной дозы удобрений на среднем уровне урожайности, количество азота, выносимого на каждую тонну продукции, увеличивается на 0,1 кг. Однако, при умеренном режиме орошения с влажностью почвы 70%, вынос азота сокращается на 2%. Если использовать удобрения в дозе N160P60K130, вынос азота на тонну продукции составляет 1,14 кг, что превышает контрольный вариант на 43%. По сравнению с орошением на уровне 70% НВ, вынос азота увеличивается на 12%. При использовании интенсивного режима полива без удобрений, вынос азота на единицу продукции составляет 0,78 кг. По сравнению с умеренным поливом, вынос азота уменьшается на 3%. Использование удобрений в дозе N100P50K40 не влияет на вынос азота и остается на уровне 0,78 кг. По сравнению с орошением на уровне 70% НВ, вынос азота уменьшается на 15%. Однако, если использовать удобрения в дозе N170P65K135, вынос азота увеличивается на 0,7 кг на каждую тонну продукции.

При использовании рекомендуемой дозы удобрений для среднего уровня урожайности, вынос азота увеличивается на 0,1 кг/т. Однако, при умеренном режиме орошения с влажностью почвы в 70%, вынос азота уменьшается на 2%. Если использовать удобрения в дозе N160P60K130, то вынос азота на тонну продукции составляет 1,14 кг/т, что превышает контрольный вариант на 43%. По сравнению с орошением на уровне 70% НВ, вынос азота на этом варианте увеличивается на 12%. При использовании интенсивного режима полива без применения удобрений, вынос азота на одну единицу продукции составил 0,78 кг/т. По сравнению с умеренным поливом, вынос азота уменьшается на 3%. Применение удобрений в дозе N100P50K40 не приводит к увеличению выноса азота, который остается на уровне 0,78 кг/т. По сравнению с режимом орошения на уровне 70% НВ, вынос азота уменьшается на 15%. Однако, если использовать удобрения в дозе N170P65K135, то вынос увеличивается на 0,7 кг/т.

В сравнении с вариантом без применения удобрений вырос на 9%, а с умеренным режимом полива снизился на 7%.

Поддержание умеренного режима полива для выращивания рукколы показало, что вынос азота на одну единицу продукции без применения удобрений составил 0,59 кг/т. При расчетных дозах на 70 т/га вынос возрос до 0,71 кг/т или на 122% по сравнению с контролем. При расчетных дозах на 140 т/га вынос достиг 0,76 кг/т или на 130% больше, чем контроль.

Мировые тенденции на удорожание минеральных удобрений подталкивают производителей к повышению себестоимости производства салатной зелени рукколы. Снижение себестоимости рукколы возможно при возврате в почву части вынесенных микроэлементов, за счет заделывания в почву непродуктивной биомассы (корни+стебли) рукколы. Взвешивание непродуктивной биомассы куста рукколы, остающегося после снятия потребительских зелёных листьев представлено на рис. 2. Средний вес куста рукколы, остающегося после сбора листьев 157,5 гр. Учитывая рискованное земледелие Саратовской области и различность урожая при разной влагообеспеченности почвы будем вести расчёты с 30 % вероятностью результата. $157,5 \text{ гр.} \cdot 0,3 = 47,25 \text{ гр.}$), причем сюда входит и наземная и подземная части растений. Химический состав тонны непродуктивной биомассы рукколы (по данным лаборатории СГМУ им. Разумовского): Азот – 1,1%; Марганец — 0,15%; Медь — 0,015%; Органический углерод – 0,04 %; Фосфорный ангидрид — 0,25%; Калий— 0,2%.



**Рис. 2. Непродуктивная биомасса рукколы
(один из наибольших образцов)**

Расчет объема элементов, способных вернуться в почву при компостировании данной непродуктивной биомассы подразумевает, что розетки рукколы посажены с двух сторон от капельницы на опытном поле площадью 630 м² (ячейки 5*7м при трехкратном повторении при трёх режимах полива с удобрениями и без них).

Азот (N) - возвращено $1777,5 \text{ т} \times 0,02$ (содержание азота в растительной биомассе) = 35,55 т

Фосфор (P) - возвращено $1777,5 \text{ т} \times 0,01$ (содержание фосфора в растительной биомассе) = 17,77 т

Калий (K) - возвращено $1777,5 \text{ т} \times 0,05$ (содержание калия в растительной биомассе) = 88,88 т

Эти элементы могут быть использованы другими растениями в почве для своего роста и развития.

С 1 га можно получить перегнивших растительных остатков 2 821,5 т. Таким образом после разложения растительных остатков рукколы в почву были возвращены следующие полезные химические элементы:

Азот = $2\,821,5 \text{ т.} \cdot 1,1\% / 100 = 31,04 \text{ кг.}$

Марганец = $2\,821,5 \text{ т.} \cdot 0,15\% / 100 = 4,2 \text{ кг.}$

Медь = $2\,821,5 \text{ т.} \cdot 0,015\% / 100 \cdot 1000 \text{ кг} = 0,4 \text{ кг.}$

Органический углерод = $2\,821,5 \text{ т.} \cdot 0,04\% / 100 = 1,1 \text{ кг}$

Фосфорный ангидрид = $2\,821,5 \text{ т.} \cdot 0,25\% / 100 = 7,05 \text{ кг}$

Калий = $2\,821,5 \text{ т.} \cdot 0,2\% / 100 = 5,64 \text{ кг}$

Используя микробиологический препарат на основе целлюлозоразрушающих бактерий, срок созревания компоста из непродуктивной биомассы рукколы можно сократить до 7 недель. Это примерно полтора месяца. Однако даже если почва содержит полезные элементы, отсутствие правильного полива не гарантирует высокого качества рукколы в салате. Влага в необходимом количестве необходима для передачи растениям необходимых химических элементов через корни, и основным источником воды становится влага в почве.

Размеры и строение корневой системы рукколы показана (рис 3).



А)



Б)

Рис. 3 -Корень рукколы при 80% НВ а) 15 см (посадка в апреле); б) 35 см. (посадка в июле)

Размеры и строение испаряющей поверхности листьев рукколы также имеют значение: узкие и сильно рассеченные листья рукколы сорта «Пасьянс» (рис 4) значительно меньше испаряют воды, чем более крупные листья других сортов.



А



Б

Рис. 4 – Вид листьев рукколы а) в технической спелости б) цветения

Недостаток влаги значительно снижает продуктивность растений и затормаживает развитие новых листьев: не наращивается крупная розетка листьев, зелень становится горькой, провоцируется быстрое цветение куста. Рисунок 5 демонстрирует начало цветения рукколы при а) дефиците влаги и сухой, жаркой погоде, при 70 % НВ б) сухой погоде и влажности 70% НВ в) прохладной погоде и поддержания влажности на уровне 90%.



А

Б

В

Вегетационные поливы осуществляются для восстановления влаги в корнеобитаемом слое и имеют поливную норму от 300 до 450 м³/га. Для сорта рукколы максимальная суточная норма полива составляет 90 м³ на гектар.

Для салатной зелени рукколы на темных глинах Саратовской области норма полива составляет 1,35 л/ч, что примерно равно 60 м³/га. В жаркие дни розетки рукколы поливаются ежедневно, а в пасмурную погоду норма полива сокращается. В период активного нарастания листьев оптимальная предпривлажность почвы для рукколы составляет 80-90% от его водного состояния. В этот период расход воды составляет от 4,2 до 5,1 л/м². Этот объем влаги способствует хорошему развитию растения и формированию более нежных и приятных вкусовых качеств листьев. В пиковый период срезки зелени поддерживается влажность почвы на уровне 80-90% от его водного состояния.

В варианте с режимом орошения 80- 90 % НВ общая продолжительность сбора листьев рукколы наступала быстрее, через 10-17 дней после появления первых листочков, и фаза цветения «отодвигалась» на 2-4 дня, наступая через 27-31 день после появления первых всходов (рис 6).

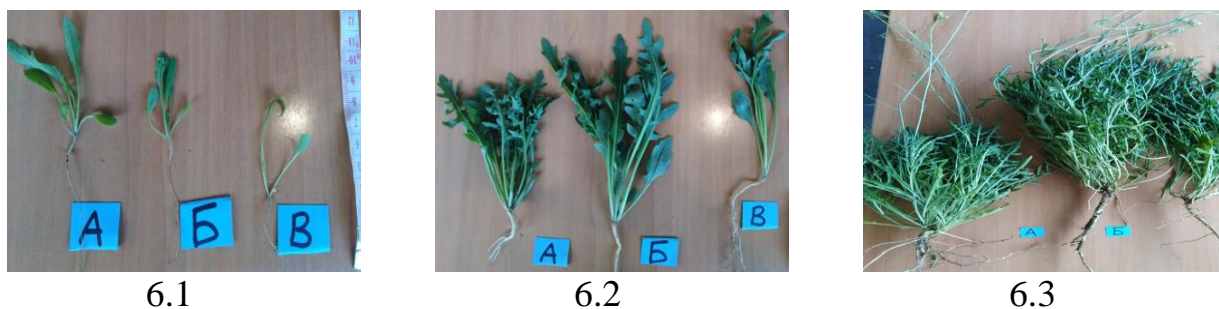


Рис. 6 Стадии роста и развития рукколы в зависимости от увлажненности почвы (июньская посадка). А – 90% НВ, Б -80% НВ, В -70% НВ. 6.1 – третий день после всходов; 6.2 – 11 день от начала всходов, стадия «сбор листьев»; 6.3 – 28 день от начала всходов, стадия «цветения» или «финала» куста рукколы.

Интересно отметить такой факт: в начальные моменты развития розетки рукколы важно поддерживать уровень 90% НВ в слое 0,2 м., ростки сильно отличаются друг от друга (рис 6.1) при 70 % НВ видны лишь два первых листочка 6.1 В), при 90% НВ насчитывается 7 листочков на кустике. В стадии технической спелости, или стадии активного сбора листьев рукколы лучше себя зарекомендовал полив при 80% НВ: 6.2 и 6.3 фотографии кустиков Б крупнее и по сравнению с 90% НВ и с 70% НВ А) и В) соответственно в слое 0,5 см. Видно, что при недостатке влаги 70% НВ (рис 6.3 В) у растения развивается длинный стержнеобразный корень, достигающий 20-0 см., при достаточном увлажнении 90 % НВ (рис 6.3А) корень не превышает 7-10 см, однако розетка листьев не такая крупная, как при режиме орошения 80 % НВ (рис.6.3 Б). Урожайность при различных условиях увлажнения почвы приведена в таблице.

Таблица – Урожайность рукколы (в среднем за сезон), ц/га

		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022г.	Среднее по годам
70% НВ	с удобрениями	49	48	49	49	48,75
	без удобрений	48,5	45	35,4	28,2	39,3
80% НВ	с удобрениями	51	54,8	56,5	57	54,83
	без удобрений	51,1	52,7	40,1	38,2	45,5
90% НВ	с удобрениями	52	54	55	55	54,0
	без удобрений	52	53	39,3	38,4	45,7

Максимальная урожайность возможна на увлажнении почвы 80%НВ. Именно такой режим орошения в период созревания листовой рукколы позволяет максимально сформироваться корневой системе и получают помимо влаги все необходимые микроэлементы. На стадии формирования розетки предпочтительнее использовать режим орошения 90 % НВ. Так же выводами по данной таблицы может служить утверждение, что начиная с третьего года эксперимента делянки без удобрений существенно меньше дают урожая по сравнению с делянками с применением удобрений.

Заключение. С целью изучения влияния влажности почвы на качественные и количественные показатели салатной зелени рукколы были изучены варианты посадки рукколы на темно-каштановых суглинках Заволжья при 70 -80-90 %

НВ в течение 4-х сезонов с апреля по сентябрь месяцы. Экспериментально были обоснованы следующие выводы:

Использование капельного орошения при выращивании рукколы на темных почвах в Саратовском Заволжье позволяет получать до 140 ц/га. Чтобы держать влажность на уровне 70%, нужно провести от 13 до 21 поливов за вегетационный период. Для уровня 80% - от 22 до 35 поливов, а для уровня 90% - от 51 до 77 поливов. Нормы орошения варьируют от 2938 до 5775 м³/га совместно с удобрениями N₇₀P₃₀K₃₇ и поддержанием определенных уровней водного режима почвы могут быть использованы в практике выращивания рукколы на темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья для получения высоких урожаев.

Для получения 140 ц/га салатной зелени рукколы стандартного качества в почвенно-климатических условиях Саратовского Заволжья оросительная мелиорация должна проводиться с использованием систем капельного орошения: в слое 0,5 м не ниже 80 %-90% НВ.

Посадка рукколы в период с апреля по сентябрь существенно влияет на урожай. Руккола нуждается в более долгом световом дне, чтобы быстрее перейти к генеративному развитию и ускорить сроки уборки, примерно 7-8 дней при длительном световом дне и 10-12 дней при коротком световом дне. Когда световой день превышает 12 часов, руккола начинает цвести на 20-21 день от посадки, а когда световой день короче, цветение происходит на 26-27 день. Урожайность является итоговым показателем того, насколько эффективно выращиваются растения в сельском хозяйстве

Список литературы

1. El-Hady, O. A. Soil conditioners for improving the hydrophysical properties of crust forming highly calcareous soil /El-Hady, O. A.,Lofty A. A. -Med-ed. Fac. Landbouww. Rijksuniv.: Gent, 1986; T. 51. No 4. -P. 1453-1464
2. Hauck, R. D. Slow-release and bioinhibitor-amended nitrogen fertilizers // Ferti-lizer Tehnology and Use / Mad. Wiseon. USA. -1985. P. -293 -322
3. Nurzynska-Wierdak, R. Yielding of garden rocket (*Eruca Sativa*) independence on differentiat ed nitrogen fertilization // Vege-table crops research bull. - Shierniewice, 2021. -Vol. 54. No 2. -P. 71 -75
4. Santamaria, P. Nitrate and ammonium nutrition in chicory and rocket salad plants / P. Santamaria, A. Elia, G. Papa, F. Serio // Journal of plant nutrition. - Italiana, 1998. - Vol. 21, No 9. P. 1779-1789.
5. Айдаров, И.П., Расчеты контуров увлажнения при капельном орошении // В кн.: Теория и практика комплексного мелиоративного регулирования / И.П. Айдаров, А.А. Алексашенко, Л.Ф. Пестов. М.: МГМИ, 2022.- С. 30-35.
6. Волков, А.С. Оценка существующих методов обоснования режимов орошения / А.С. Волков, В.Ф. Тульверг, П.Г. Фиалковский // Мелиорация и водное хозяйство. М., 2021. - № 4. - С. 13-14.

7. Воронин А.Д. Плотность сложения орошаемой каштановой почвы и ее плодородие // Почвоведение. 1982. - N 5. - С. 20-26.
8. Потенциал почвенной влаги от влагосодержания // Роль почвы в управлении продуктивностью агроценозов. Л., 1985. - С. 11-16.
9. Чернышевская, Л.Е. Исследование передвижения влаги при подпочвенном орошении // Дис. канд. техн. наук. —Киев, 1969. —С. 10-15.
- 10.Шейнкин, Ю.Г. Исследование и разработка технологии капельного орошения овощных культур / Ю.Г. Шейнкин // Автореферат дис. к.т.н. -М.: ВНИИГиМ, 1980. 20 с.

References

1. El-Hady, O. A. Soil conditioners for improving the hydrophysical properties of crust forming highly calcareous soil / El-Hady, O. A., Lofty A. A. -Med-ed. Fac. Landbouww. Rijksuniv.: Gent, 1986; T. 51. No. 4. -R. 1453-1464
2. Hauck, R. D. Slow-release and bioinhibitor-amended nitrogen fertilizers // Fertilizer Technology and Use / Mad. Wiseon. USA. -1985. P. -293 -322
3. Nurzynska-Wierdak, R. Yielding of garden rocket (*Eruca Sativa*) independence on differentiated ed nitrogen fertilization // Vege-table crops research bull. -Shierniewice, 2021. -Vol. 54. No. 2. -P. 71 -75
4. Santamaria, P. Nitrate and ammonium nutrition in chicory and rocket salad plants / P. Santamaria, A. Elia, G. Papa, F. Serio // Journal of plant nutrition. -Italiana, 1998. - Vol. 21, No. 9. P. 1779-1789.
5. Aidarov, I.P., Calculations of moisture contours for drip irrigation // In the book: Theory and practice of complex reclamation regulation / I.P. Aidarov, A.A. Aleksashenko, L.F. Pestov. M.: MGMI, 2022.- pp. 30-35.
6. Volkov, A.S. Assessment of existing methods for substantiating irrigation regimes / A.S. Volkov, V.F. Tulverg, P.G. Fialkovsky // Land reclamation and water management. M., 2021. - No. 4. - P. 13-14.
7. Voronin A.D. Density of irrigated chestnut soil and its fertility // Soil Science. 1982. - N 5. - P. 20-26.
8. Potential of soil moisture from moisture content // The role of soil in managing the productivity of agroecosystems. L., 1985. - pp. 11-16.
9. Chernyshevskaya, L.E. Study of moisture movement during subsurface irrigation // Dis. Ph.D. tech. Sci. -Kiev, 1969. -S. 10-15.
10. Sheinkin, Yu.G. Research and development of drip irrigation technology for vegetable crops / Yu.G. Sheinkin // Abstract of thesis. Ph.D. -M.: VNIIGiM, 1980. 20 p.

*Статья поступила в редакцию 07.11.2023; одобрена после рецензирования 15.11.2023; принята к публикации 24.11.2023.
The article was submitted 07.11.2023; approved after reviewing 15.11.2023; accepted for publication 24.11.2023.*