

УДК 68.35.53. 68.33.29

Е.А. Санелина*аспирант кафедры ботаники и экологии**Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина***ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ
МАЛИНЫ РЕМОНТАНТНОЙ НА СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ
ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ**

Изучены особенности современных технологий выращивания сельскохозяйственных культур в открытом грунте с использованием системы капельного орошения. Проведена качественная оценка урожайности ягод малины в зависимости от уровня поддержания относительной влажности активного слоя почвы 0,6, 0,7, 0,8 от наименьшей влагоемкости, а также установлена связь суммарного потребления и затрат оросительной воды посадками малины ремонтантной в зависимости от режима орошения.

Введение

Современный рынок предъявляет повышенные требования к качеству, срокам поставки плодовой и ягодной продукции. При этом принимаются во внимание не только высокие товарные, вкусовые и технологические свойства, но и содержание в плодах биологически активных и других веществ. Малина в этом отношении представляет особую ценность как богатейший источник витаминов С, Р, пектиновых веществ, микроэлементов и других антиоксидантов.

Малина ремонтантная считается одним из лучших видов ягодного сырья. Изучение возделывания данной культуры имеет большое значение, позволяющее получать урожай с оптимальным сочетанием таких показателей качества, как вкус, пищевая ценность и безопасность, экономическая эффективность производства, гарантированность урожая. Ценные лечебные и хорошие вкусовые качества делают малину ремонтантную перспективной для возделывания в условиях юго-западной части Беларуси, которая характеризуется недостаточным и неустойчивым водообеспечением сельскохозяйственных культур в период вегетации, частыми засухами. Поэтому дальнейшая интенсификация сельскохозяйственного производства возможна при регулировании водно-воздушного режима корнеобитаемого слоя почвы, что можно достичь с помощью орошения.

В настоящее время наиболее эффективным способом орошения признается капельное орошение, которое широкое признание завоевало в США, Израиле, Австрии, Египте, Кении и др. странах. В малых опытно-производственных масштабах капельное орошение признано как высокоэффективный способ полива в Польше, Чехии, Молдове, Узбекистане, Армении, Таджикистане, Кыргызстане. В целом и ученые, и фермеры этих и других стран считают, что капельное орошение является наилучшим и наиболее эффективным методом полива по части высоких урожаев возделываемых культур, а также экономии труда, энергетических ресурсов и высокой культуры производства орошаемого земледелия [1; 2].

Так, например, рядом ученых показана большая эффективность использования оросительной воды при капельном поливе по сравнению с любым другим способом орошения [3–5]. Главным достоинством капельных систем является экономное расходование поливной воды при их использовании в условиях как сухого и жаркого, так и умеренного климата. Европейскими учеными отмечено, что в результате перехода от поверхностных способов орошения и дождевания к капельному орошению происходит снижение поливных норм на 30–70% с одновременным повышением урожайности на 50%, а в ряде случаев – на 100% [6].

Работы по применению капельного орошения в странах умеренного влажного климата (Великобритания, Нидерланды, Германия) показывают, что экономия воды со-

ставляет 25–30% по сравнению с дождеванием. Несмотря на меньшую экономию воды, чем в засушливых районах, этот показатель считают благоприятным, поскольку снижение расхода воды влечет за собой уменьшение затрат на ее подачу. В Германии были проведены испытания капельного орошения кукурузы, сахарной свеклы, картофеля. На легких почвах затраты поливной воды снижались на 23–28% по сравнению с дождеванием [6]. Урожай овощных культур в открытом грунте при капельном орошении увеличился в 2–3 раза, особенно в засушливые годы. В условиях возрастания ценности пресной воды подобные цифры имеют существенное значение.

Отмечается, что капельное орошение, создавая условия оптимального снабжения растений водой и питательными веществами, оказывает положительное влияние на их рост и развитие, что приводит к существенному увеличению урожаев валовой и особенно товарной продукции. Наибольшая отзывчивость отмечается у томатов, перца, картофеля, плодово-ягодных культур и виноградной лозы. Урожай плодов в среднем повышается на 20–50%, ягод – на 40–60%, винограда – на 30–40% (на Украине, в отдельных областях, в зависимости от сорта – до 80%), овощей – на 50–80% [6].

В свою очередь, капельное орошение является наиболее технически сложным и дорогостоящим способом орошения. Недостаточный учет исходных условий при проектировании и эксплуатации системы приводит к негативным результатам, когда вложенные ресурсы (финансовые, трудовые, материальные) не дают ожидаемой отдачи. Без научного обоснования использования капельного орошения возможна не только потеря вложенных средств, но и нанесение вреда окружающей среде [5; 6].

Анализ литературных источников [4; 5] позволил определить основные проблемы при использовании систем капельного орошения и возможные пути их преодоления. Современное состояние научных исследований по технике и технологии капельного орошения [7] свидетельствуют о том, что:

1) до настоящего времени не разработаны принципиальные схемы размещения поливных трубопроводов, не определены оптимальные параметры и не разработана технология капельного орошения при выращивании малины ремонтантной;

2) недостаточно изучено влияние капельного орошения на основные показатели роста, развития и продуктивности посадок малины ремонтантной в зависимости от режимов капельной системы;

3) не выявлены закономерности водопотребления и формирования водного режима почвы посадками малины ремонтантной при капельном орошении в различные по условиям увлажнения годы, особенно это относится к умеренно-влажной зоне с засушливыми периодами;

4) не установлена эффективность использования капельного орошения малины ремонтантной на легких почвах;

5) не определен оптимальный режим орошения при ее возделывании.

Таким образом, вопросы совершенствования технологии капельного орошения малины ремонтантной, направленные на получение проектных урожаев в условиях умеренно-влажной зоны, представляют как теоретический, так и практический интерес.

Целью данной работы является разработка режима капельного орошения, обеспечивающего поддержание водно-воздушного режима корнеобитаемого слоя почвы и создающего условия для получения наибольшего урожая с высоким качеством ягод малины ремонтантной на супесчаных почвах юго-западной части Беларуси.

В настоящей работе изучаются закономерности формирования водного режима почвы и водопотребления посадками малины ремонтантной в зависимости от режима орошения, оказывающие влияние на основные показатели роста, урожайности и особенностей биохимического состава ягод малины ремонтантной.

Объекты и методика исследований

Юго-западная часть Беларуси представлена южной агроклиматической областью, для которой характерны более высокие температуры лета и зимы. Весна и лето наступают на несколько недель раньше, чем на севере и в центре Беларуси. Так, переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С весной происходит 10–15 марта, вегетация растительности начинается 4–8 апреля. Для характеристики погодных условий использованы данные Пружанской метеорологической станции, так как опытное поле находится в Пружано-Брестском агроклиматическом районе.

Метеорологические условия во время проведения исследований различались как по количеству выпавших осадков, так и по температурному режиму. По месяцам среднесуточная температура воздуха отклонялась и превышала средние многолетние данные. Так, по отношению к среднемноголетним данным в апреле превышение температуры воздуха составило 62%, в мае – 11%, в июне – 4,8%, в июле – 27,3%, в августе – 72,0%, в сентябре – 97,4%. Согласно рассчитанному гидротермическому коэффициенту Г.Т. Селянинова, вегетационный период 2014 г. являлся более засушливым относительно средних многолетних данных.

Засушливые климатические условия юго-западной части Беларуси являются основным лимитирующим фактором, определяющим рост и развитие многолетних насаждений, увлажненность почвы, поскольку степень доступности питательных веществ растениям напрямую зависит от уровня водообеспеченности.

Решение указанной задачи становится возможным при проведении исследований по схеме однофакторного полевого опыта, при котором исследуется водный режим почвы. Для проведения фенологических наблюдений на каждой делянке выделено по 30 учетных растений в четырех повторностях. Схема опытов состояла из трех вариантов режима орошения (поддержание относительной влажности почвы в активном слое на уровне 0,6, 0,7, 0,8 от наименьшей влагоемкости) саженцев малины ремонтантной.

При закладке опытов и проведении полевых наблюдений были учтены основные положения методик полевого опыта [8; 9], полевого опыта в условиях орошения, постановки опытов с плодовыми, ягодными и цветочно-декоративными растениями [10]. Оценка запасов продуктивной влаги проводилась по параметрам, предложенным А.Ф. Вадюниной и З.А. Корчагиной [11].

Качество ягод изучалось по следующим методикам: содержание нитратов – по ГОСТ 29270-95; содержание золы – ГОСТ 25555.4-91; содержание сухого вещества и влаги – ГОСТ 28561-90. Содержание тяжелых металлов определялось в соответствии с методическими указаниями по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства.

Полевые опыты в 2014 г. проводились на поле СООО «ГермесЭкоГрупп», расположенном на юге Каменецкого района Брестской области. Почвенный покров в посадке малины представлен наиболее распространенной почвенной разновидностью дерново-подзолистой супесчаной почвой, развивающейся на рыхлых супесях, подстилаемых с глубины 0,37 м маренными песками.

Из общей площади пахотных земель Брестской области дерново-подзолистые рыхлосупесчаные и песчаные почвы занимают 75% площади. С агропроизводственной стороны они могут быть охарактеризованы как почвы с неблагоприятным водным режимом и низким содержанием питательных веществ для растений. Малая влагоемкость и большая водопроницаемость подстилающих их типов обуславливает быстрое просачивание атмосферных осадков на большую глубину, которые затем становятся недоступными для растений. Поэтому посадки на таких почвах в период вегетации обычно испытывают недостатки влаги, особенно в засушливые годы.

На исследуемом участке капельное увлажнение малины ремонтантной осуществлялось с помощью капельной оросительной системы 800 I – 15 m P 128/9 (производитель JAR-MET, Польша). Система оснащена увлажнителями, расположенными по длине трубопровода на расстоянии 0,4 м и обеспечивающими подачу 1,1 литра воды в час. Наблюдение за влажностью почвы осуществляли термостатно-весовым методом. Влажность слоя почвы глубиной в 0,5 м в контурах увлажнения поддерживалась в пределах 0,6 НВ, 0,7 НВ, 0,8 НВ. Схема опытов предусматривает изучение влияния поливного режима при поддержании в течение вегетации влажности активного слоя почвы не ниже принятых предполивных порогов на изменение развития и выхода урожая ягод малины.

Результаты и их обсуждение

Исследования позволили оценить параметры контура увлажнения, которые зависят от величины поливной нормы. После окончания полива, за счет перераспределения влаги в почве, параметры увлажнения увеличиваются и достигают максимальной величины на третьи сутки. Под воздействием испарения и транспирации после трех суток контуры увлажнения начинают заметно уменьшаться. При капельном увлажнении малины наиболее рационально назначать сроки очередных поливов по показаниям влажности почв в пределах предложенных вариантов. При определении поливных норм капельного увлажнения учитывались следующие показатели: объемная масса расчетного слоя почвы, глубина увлажнения, влажность почвы при наименьшей влагоемкости, предполивная влажность почвы, корректировки сроков поливов с учетом выпавших осадков. При выпадении атмосферных осадков более 10 мм очередные поливы переносились на более поздние сроки.

В ходе проведения эксперимента для поддержания относительной влажности почвы на уровне 0,8 НВ произведено 12 поливов в период вегетации. При поддержании влажности почвы на уровне 0,7 НВ, 0,6 НВ произведено 8 и 6 поливов соответственно (таблица 1). В условиях поддержания влажности на уровне не ниже 0,8 НВ получена самая высокая за период вегетации урожайность (3,06 т/га), где на формирование одной тонны малины ремонтантной требовалось 820 м³ оросительной воды.

Таблица 1. – Суммарное водопотребление за вегетационный период

Варианты опыта	Сумма затрат оросительной воды, м ³ /га	Сумма осадков, м ³ /га	Суммарное водопотребление за вегетацию, м ³ /га
0,6 НВ	1 880	3 310	5 190
0,7 НВ	1 930	3 310	5 240
0,8 НВ	2 510	3 310	5 820

Суммарное водопотребление при поддержании влажности почвы на оптимальном уровне не ниже 0,8 НВ за период вегетации составило 5 820 м³, что приходилось на формирование 1 т малины не менее 1 900 м³ суммарной воды.

Результаты исследования динамики роста малины ремонтантной в мае показали, что рост куста при поддержании относительной влажности активного слоя почвы на уровне 0,8 НВ выше на 5–11% варианта опыта с относительной влажностью почвы 0,6 НВ и на 1–5% варианта опыта с 0,7 НВ. В июне средняя высота куста при наименьшей влагоемкости 0,8 была выше на 13–29% по сравнению с наименьшей влагоемкостью почвы 0,6 НВ и на 7–13% варианта с относительной влажностью 0,7 НВ.

Таким образом, результаты исследований по росту малины ремонтантной за период апрель – июнь показали, что наиболее благоприятные условия в опыте были со-

зданы в варианте при поддержании относительной влажности почвы в активном слое на уровне 0,8 НВ.

Как известно, результирующим показателем эффективности режима капельного орошения является урожайность. В исследованиях саженцы малины ремонтантной за период вегетации показали неравномерный рост и развитие побегов, что связано с обеспечением разного поддержания водного режима корнеобитаемого слоя почвы и климатическими условиями. Это имеет непосредственное отношение к созреванию ягод и продуктивности растений малины ремонтантной. Биологическая продуктивность исследуемой малины ремонтантной сформировалась на относительно высоком уровне для второго года жизни благодаря капельному поливу на легких малоплодородных почвах. За летний период (июль–август) произведено 5 сборов ягод, за сентябрь – 2 по всем учетным делянкам опыта.

Проведенные исследования показали, что на формирование урожайности малины ремонтантной существенно влияют нормы полива растений. При повышении предполивного порога от 0,6 до 0,7 НВ урожайность ягод малины в среднем увеличилась с 1,66 до 2,42 т/га. Увеличение норм полива и поддержания относительной влажности почвы не ниже 0,8 НВ способствовало повышению урожайности с 2,42 до 3,60 т/га относительно исследуемого варианта поддержания влаги в почве 0,7 НВ. Таким образом, выбор необходимого сочетания управляемых факторов роста и развития малины ремонтантной, водного режима почвы позволяет при соблюдении заданных уровней влажности активного слоя почвы 0,6, 0,7, 0,8 НВ получить определенный расчетный уровень урожайности ягод малины ремонтантного сорта.

Качество ягод малины ремонтантной определяется их одномерностью, массой, вкусом и биохимическим составом. Величина и одномерность ягод, являясь слагаемыми урожайности, в то же время входят в число основных показателей, определяющих качество продукции: крупные, одномерные ягоды более привлекательны в свежем и замороженном виде. Поддержание относительной влажности пахотного и подпахотного горизонтов почвы на уровне 0,8 НВ способствовало улучшению товарного вида ягод.

Произведены измерения элементов (длина, ширина и вес) урожайности ягод малины ремонтантной по вариантам опыта. При увеличении относительной влажности почвы с 0,6 до 0,8 НВ в среднем увеличились и размеры ягоды: длина от $1,75 \pm 0,034$ до $2,14 \pm 0,025$ см, ширина с $1,67 \pm 0,042$ до $2,08 \pm 0,038$ см. Средний вес одной ягоды малины ремонтантной второго года жизни за период вегетации при увеличении относительной влажности почвы с 0,6 до 0,8 НВ в среднем увеличился с $1,71 \pm 0,019$ до $2,26 \pm 0,026$ г. Водный режим почвы с уровнем влажности активного слоя почвы 0,8 НВ в сравнении с вариантом 0,7 НВ способствовал повышению урожайности с $1,88 \pm 0,044$ до $2,26 \pm 0,026$ г [14]. В зависимости от режима капельного орошения произошли некоторые изменения в химическом составе продукции. Это обусловлено влиянием особенностей поливов капельным способом орошения в течение вегетации.

Содержание сухого вещества в ягодах малины составляло 11,9 – 14,4%. Поддержание предполивного порога на уровне 0,8 НВ имело незначительную тенденцию в повышении влаги в ягодах и уменьшении содержания сухого вещества (таблица 2).

Таблица 2. – Содержание сухого вещества и влажности в ягодах малины ремонтантной

Варианты опыта	Влажность ягод, %	Гигровлажность ягод, %	Сухое вещество, %
0,6 НВ	85,6	9,00	14,4
0,7 НВ	87,0	10,33	13,0
0,8 НВ	88,1	11,00	11,9

В то же время поддержание относительной влажности активного слоя почвы в пределах 0,6, 0,7 и 0,8 от наименьшей влагоемкости не способствовало значительно-му изменению содержания золы и органического вещества в сухом веществе в ягодах малины (таблица 3).

Таблица 3. – Содержание органического вещества и нитратов в ягодах малины ремонтантной

Варианты опыта	Органическое вещество, мг/кг	Нитраты, мг/кг	Сырая зола на сухое вещество, %
0,6 НВ	96,73	61,4	3,27
0,7 НВ	96,87	30,5	3,13
0,8 НВ	96,94	27,0	3,06

Содержание нитратов в ягодах малины было на низком уровне и соответствовало установленным стандартам для Беларуси. Данные по содержанию элементов в ягодах малины приведены в таблице 4. Из приведенных материалов следует, что режимы капельного орошения не оказывали существенного влияния на содержание элементов в ягодах малины ремонтантной. Содержание кадмия, цинка и меди в ягодах малины ремонтантной было значительно ниже санитарных норм по содержанию тяжелых металлов (мг/кг).

Таблица 4. – Содержание элементов в ягодах малины ремонтантной, мг/кг

Варианты опыта	Pb	Zn	Cu	Ni	Mn	Fe	Cr	Fe
0,6 НВ	0,023	2,38	0,61	0,13	12,10	4,82	0,07	4,82
0,7 НВ	0,022	3,16	0,71	0,13	13,49	6,11	0,07	6,11
0,8 НВ	0,026	2,92	0,72	0,13	11,16	6,64	0,07	6,64
Санитарные нормы содержания тяжелых металлов	0,4	10,0	5,0	–	–	–	–	–

Из приведенных данных следует, что режимы орошения не оказывали существенного влияния на содержание элементов в ягодах малины ремонтантной. Разница в численных значениях всех рассматриваемых элементов при 0,6, 0,7 и 0,8 НВ была не-существенна.

Заключение

1. На основании метеорологических данных было установлено, что 2014 г. был более засушливым относительно средних многолетних данных. Без учета почвенных условий наиболее засушливым был период в сентябре, недостаточная увлажненность отмечалась в июне и в июле, что научно обосновывает использование системы капельного орошения на легких почвах в данный год исследования.

2. Установлено, что на супесчаных почвах юго-западной части Беларуси при поддержании относительной влажности почвы не ниже 0,8 НВ в слое 0,5 м до фазы цветения и в слое 0,5 м от фазы цветения до созревания создаются более благоприятные условия для роста и развития малины ремонтантной, о чем свидетельствует увеличение линейного роста растений на 7–29%, это создает благоприятные условия для формирования урожайности – 3,06 т/га.

3. Для поддержания относительной влажности почвы на уровне 0,8 НВ в слое 0,5 м на дерново-подзолистой супесчаной почве необходимо проводить 12 поливов нормой 2 510 м³/га в период вегетации малины ремонтантной. Для поддержания влаж-

ности почвы 0,7 НВ, 0,6 НВ необходимо проводить 8 (1 930 м³/га) и 6 (1 880 м³/га) поливов соответственно.

4. Суммарное водопотребление малины ремонтантной составляет от 5 190 м³/га (0,6 НВ) до 5 820 м³/га на варианте с рациональным режимом орошения с поддержанием влажности почвы не ниже 0,8 НВ в слое почвы 0,5 м до фазы цветения и в дальнейшем до созревания. Основная доля влаги 49–50% при этом поступает с оросительной водой и 35–57% с осадками.

5. Наиболее благоприятные условия для формирования урожайности малины ремонтантной создаются при поддержании относительной влажности почвы 0,8 НВ. При данной влажности почвы формируется урожайность малины ремонтантной второго года жизни выше относительной влажности почвы 0,7 НВ на 20% (с 2,42 до 3,6 т/га).

6. Поддержание относительной влажности на уровнях 0,6, 0,7, 0,8 НВ не сказывалось на содержании микроэлементов в ягодах малины ремонтантной.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щедрин, В. Н. Проблемы и перспективы использования водных ресурсов в агропромышленном комплексе России / В. Н. Щедрин [и др.]. – М. : ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2009. – 342 с.
2. Бородычев, В. В. Современные технологии капельного орошения / В. В. Бородычев. – Коломна : ФГНУ ВНИИ «Радуга». – 2010. – 241 с.
3. Oron, G. Yield of single verenes twin-row trickle irrigated cotton / G. Oron // Agr. Water. Manag. – 1984. – Т. 9. – Р. 237–244.
4. Безопасные системы и технологии капельного орошения : научный обзор ФГНУ «РосНИИПМ» / Г. Т. Балакай [и др.]. – М. : ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2010. – 52 с.
5. Федорец, А. А. Надежность систем капельного орошения / А. А. Федорец // Гидротехника и мелиорация. – 1981. – № 10. – С. 42–43.
6. Шумаков, Б. Б. Оросительная система в хозяйстве / Б. Б. Шумаков. – М. : Россельхозиздат, 1975. – 151 с.
7. Торбовский, В. Н. Режим и техника капельного орошения малины : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.02 / В. Н. Торбовский ; Новочеркас. инж.-мелиорат. ин-т им. А. А. Кортунова, 1992. – 24 с.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М., 1986. – 416 с.
9. Найдин, П. Г. Полевой метод / П. Г. Найдин. – М. : Колос, 1968. – 276 с.
10. Никитенко, Г. Ф. Опытное дело в полеводстве / Г. Ф. Никитенко. – М. : Россельхозиздат, 1982. – 190 с.
11. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М., 1986. – 345 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 10.02.2016

Sanelina E.A. Possibility of Applying Drip Irrigation Raspberries Remontant on Sandy Soils South-Western Part of Belarus

The features of modern technologies of growing crops in the open field with drip irrigation system. Qualitative assessment of raspberries yield depending on the level of maintaining a relative humidity of the active layer of soil 0.6 0.7 0.8 of field capacity, and also found a link of total consumption and cost of irrigation water landings everbearing raspberries remontante depending on the mode irrigation.