

УДК 68.35.53. 68.33.29

Е.А. Санелина¹, Ю.Ф. Рой²¹преподаватель каф. ботаники и экологии

Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

²канд. биол. наук, доц. каф. ботаники и экологии

Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

e-mail: botany@brsu.brest.by

**ВОЗДЕЛЫВАНИЕ МАЛИНЫ РЕМОНТАНТНОЙ В УСЛОВИЯХ
КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ НА ПОЧВАХ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ**

Представлено научное обоснование ресурсосберегающего, экономически обоснованного и экологически безопасного режима орошения, адаптированного на легких супесчаных почвах юго-западной части Беларуси, обеспечивающее эффективное использование ресурсов и повышение урожайности малины ремонтантной. Проведена качественная оценка урожайности ягод малины в зависимости от уровня поддержания предполивного порога влажности активного слоя почвы (0–50 см) 60, 70, 80 % от наименьшей влагоемкости, а также установлена связь суммарного потребления и затрат оросительной воды посадками малины ремонтантной в зависимости от режимов орошения. Установлено влияние различных режимов полива на качество ягод малины ремонтантной (одномерность, массу, вкус и биохимический состав). Показана экономическая эффективность возделывания малины ремонтантной в условиях капельного орошения малины сорта Херитейдж.

Введение

В последнее время из ягодных культур все большее распространение получают ремонтантные сорта малины. Достоинствами ремонтантного типа малины являются способность к плодоношению в год посадки, устойчивость к заморозкам, возобновление цветения и плодоношения после кратковременного понижения температуры воздуха без потери качества плодов. Выращивание ее в дополнение к сортам обычного типа (неремонтантного) позволяет продлить период потребления свежих ягод на 1,5–2 месяца [1; 2]. В связи с этим увеличивается эффективность использования сельскохозяйственных площадей.

Малина исторически произрастала в условиях достаточного увлажнения, которые не способствовали развитию высокой устойчивости ее к неблагоприятным условиям среды. Подземная часть малины представлена корневищем, плавно переходящим в систему придаточных корней, которые располагаются в поверхностном 0–50 см слое почвы [3]. В Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь малина ремонтантная была внесена только в 2006 г. Таким образом, изучение, интродукция и районирование новых ремонтантных сортов малины с целью их дальнейшего внедрения в производство являются важными и актуальными [4].

Брестская область – регион с наибольшим периодом вегетации в Республике Беларусь, что улучшает эффективность возделывания малины ремонтантной. Из общей площади дерново-подзолистых земель Брестской области дерново-подзолистые рыхлосупесчаные и песчаные почвы занимают около 75 %. С агропроизводственной стороны такие почвы могут быть охарактеризованы как почвы с неблагоприятным водным режимом и низким содержанием питательных веществ для растений. Небольшая влагоемкость и большая водопроницаемость этих почв обуславливает быстрое просачивание атмосферных осадков на большую глубину, которые затем становятся недоступными для растений. Ягодные плантации на таких почвах в период вегетации обычно испытывают недостаток влаги, особенно в сухие годы. Потенциальное плодородие дерново-подзолистых рыхлосупесчаных и песчаных почв невысокое. В связи с этим дальнейшая интенсификация сельскохозяйственного производства возможна при регулирова-

нии водно-воздушного режима корнеобитаемого слоя почвы, что можно достичь с помощью орошения.

Целью работы является повышение урожайности малины ремонтантной на основе экономически обоснованного и экологически безопасного режима орошения, адаптированного к условиям юго-западной части Беларуси.

Материалы и методика исследований

Юго-западная часть Беларуси представлена новой агроклиматической областью [6], для которой характерны более высокие температуры лета и зимы, годовая сумма температур выше 10 °С. Весна и лето наступают на несколько недель раньше, чем на севере и в центре Беларуси, что обеспечивает, с одной стороны, более раннее созревание и сбор ягод, а с другой – более интенсивное испарение влаги в почве. Согласно рекомендациям ученых, для обеспечения оптимального роста и развития ягодных культур необходимо выпадение осадков в диапазоне 500–650 мм, в то время как в юго-западной части Беларуси за последние годы осадков выпадает менее 400 мм [6]. Поэтому получение высоких и устойчивых урожаев ягодных культур невозможно без проведения поливов.

Весной 2016 г. наблюдались значительные колебания суточных температур воздуха. Весна наступила раньше среднемноголетних значений. За апрель средняя температура воздуха составила 9,72 °С (превышение нормы на 14,32 %). Так, в мае температура воздуха превысила норму на 11,66, в июне – на 11,45, в июле – на 4,62, в августе – на 7,21, в сентябре – на 161,06 % по отношению к среднемноголетним данным по указанным месяцам. В результате рассмотрения данных по количеству осадков за период вегетации 2016 г. установлено, что в весенние месяцы данный показатель значительно превышал значения среднемноголетних данных (апрель – 108, май – 42 %). Июнь и июль характеризовались низким количеством осадков: произошло снижение данного показателя в среднем по месяцам на 49,7 %. Наиболее засушливым месяцем оказался июнь и сентябрь, когда количество осадков было ниже среднемноголетних данных на 35,3 и 45,2 % соответственно.

Экспериментальные опыты по изучению сортов малины ремонтантной в условиях капельного орошения проводились в 2016 г. на дерново-подзолистой глееватой связносупесчаной, подстилаемой с глубины 0,8 м рыхлым песком в фермерском хозяйстве «Беркли», расположенном в Брестском районе. В период полного плодоношения планируется изучение сорта Херитейдж (контрольный вариант), включенного в Государственный реестр сортов Республики Беларусь, в опытных вариантах – сортов польской селекции Полька и Поляна четвертого года жизни.

Для проведения полевых наблюдений были учтены основные положения методик полевого опыта [7; 8], полевого опыта в условиях орошения. Оценка запасов продуктивной влаги проводилась по параметрам, предложенным А.Ф. Вадюниной и З.А. Корчагиной [9]. Качество ягод изучалось по следующим методикам: 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.

Результаты исследований и их обсуждение

Полная влагоемкость в горизонте A_n (0–24 см) составила 34,53 %. В горизонте A_2B_1 (24–42 см) полная влагоемкость составила 34,21 %. Как известно, не вся находящаяся в почве вода доступна растениям. Поэтому практически важно из общих запасов воды выделить воду, которую могут использовать растения. Для этого нужно знать наименьшую влагоемкость почвы, которая составила в горизонте A_n 26,39 %, а в горизонте A_2B_1 – 23,18 %. В пахотном горизонте мощностью 24 см запас полезной влаги со-

ставил 96,41 мм, а в слое почвы мощностью 50 см – 205,20 мм, что указывает на очень хороший запас влаги для роста и развития растений. Кроме водообеспеченности для нормальной жизнедеятельности растений почва должна быть хорошо аэрируемой. Кислород непрерывно расходуется на дыхание микроорганизмов и корней растений (на окислительные процессы). Такие условия создаются в почве при содержании воздуха в корнеобитаемом слое 15–20 % от объема. В весенний период проведены первоочередные анализы почвы на водно-физические свойства (таблица 1).

Таблица 1. – Водно-физические свойства почвы на опытном стационаре в начале вегетации

Мощность горизонта, см	Удельный вес, г/см ³	Объемный вес, г/см ³	Влажность завядания	Гигроскопическая	Полная влагоемкость	Пористость	Содержание воздуха *	Послойный запас полезной влаги (ЗПВ)	Влажность, % *	Наименьшая влагоемкость, %
			в весовых, %			в объемных, %				
Ап 0–24	2,60	1,37	4,12	2,88	34,53	47,31	17,60	96,43	29,45	26,39
А ₂ В ₁ 24–42	2,65	1,39	4,06	2,84	34,21	47,55	16,80	172,12	30,68	23,18
В ₂ 42–50	2,65	1,47	3,66	2,56	30,29	44,53	15,90	205,20	28,43	21,12

Примечание: * – на начало вегетации

На исследуемом участке капельное увлажнение малины ремонтантной проводилось с помощью капельной оросительной системы различных фирм производителей «Lowara», «Irriga», «Lukomet» и др. Система оснащена увлажнителями, расположенными по длине трубопровода на расстоянии 0,7 м и обеспечивающими подачу 2,2 л воды в час. Наблюдение за влажностью почвы на глубине залегания корневой системы (50 см) проводили в лабораторных условиях термостатно-весовым методом. Однако, несмотря на точность показаний, данный способ достаточно трудоемкий. Для оперативного получения данных по относительной влажности почвы на ягодных плантациях использовали влагомер «МГ-44». В его состав входят: датчик, устройство обработки данных и индикации, сигнальный кабель. Прибор мобилен и прост в использовании, но сначала необходимо его калибровать. Влажность слоя почвы глубиной в 0,5 м в контурах увлажнения поддерживалась в пределах 60, 70, 80 % НВ. Схема опытов предусматривала 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. Объем водоподачи на любой участок увлажнителя, обслуживаемый одной капельницей, рассчитывался согласно модификации известной формулы А.Н. Костякова [10]. В условиях Брестской области с учетом предполивной влажности, глубины промачивания и гранулометрического состава почвы, норма полива малины ремонтантной может составлять 19–42 м³/га (таблица 2).

Таблица 2. – Продолжительность поливов на глубину 50 см в зависимости от режимов орошения и гранулометрического состава почвы

Варианты опыта, % НВ	Поливная норма на одну капельницу, л	Продолжительность полива, час	Поливная норма, м ³ /га
60	8,75	3,97	42
70	6,25	2,84	30
80	4,00	1,81	19

Биологическая продуктивность малины ремонтантной сформировалась на относительно высоком уровне для четвертого года жизни благодаря капельному поливу (таблица 3).

Таблица 3. – Урожайность малины ремонтантной за весь период сбора (2015–2016 гг.)

Предполивной порог, % НВ	Сорт малины ремонтантной	Продуктивность в пересчете на 1 га	
		т	± к контр.
Контроль	Херитейдж	5,91	–
	Полька	6,24	–
	Поляна	6,51	–
60	Херитейдж	7,03	+1,12
	Полька	7,36	+1,12
	Поляна	7,53	+1,02
70	Херитейдж	8,57	+2,66
	Полька	8,82	+2,58
	Поляна	9,13	+2,62
80	Херитейдж	9,80	+3,89
	Полька	10,06	+3,82
	Поляна	10,88	+4,37

Проведенные исследования показывают, что на формирование урожайности малины ремонтантной существенно влияют нормы полива растений. При повышении предполивного порога с 60 до 70 % НВ урожайность ягод малины ремонтантной сортов Херитейдж в среднем увеличилась с 7,03 до 8,57 т/га, Полька – с 7,36 до 8,82 т/га, Поляна – с 7,53 до 9,13 т/га. Увеличение норм полива и поддержание относительной влажности почвы не ниже 80 % НВ способствовало повышению урожайности сортов Херитейдж с 7,03 до 9,80 т/га, Полька – с 7,36 до 10,06 т/га, Поляна – с 7,53 до 10,88 т/га относительно исследуемого варианта поддержания влаги в почве 60 % НВ. Таким образом, выбор необходимого сочетания управляемых факторов роста и развития малины ремонтантной за счет водного режима почвы позволяет при соблюдении заданных уровней влажности активного слоя почвы 60, 70, 80 % НВ получить определенный расчетный уровень урожайности ягод малины ремонтантной. Величина и одномерность ягод, являясь слагающими элементами урожайности, в то же время входит в число основных показателей, определяющих качество продукции: крупные, одномерные ягоды более привлекательны в свежем и замороженном виде.

Нами были произведены измерения элементов (длина, ширина и вес) урожайности ягод малины ремонтантной по вариантам опыта (таблица 4).

Таблица 4. – Средние значения основных элементов продуктивности за период сбора на примере сорта Херитейдж

Вариант опыта	Размер ягоды, см		Средний вес одной ягоды	
	длина	ширина	г	± к контр.
Контроль	1,60	1,50	1,30	–
60 % НВ	1,80	1,70	1,72	+0,42
70 % НВ	2,30	1,80	1,96	+0,66
80 % НВ	2,90	2,0	2,60	+1,30

Средний вес одной ягоды малины ремонтантной за период вегетации при увеличении относительной влажности почвы с 60 до 80 % НВ в среднем увеличился с 1,3 до 2,60 г. Водный режим почвы с уровнем влажности активного слоя почвы 80 % НВ в сравнении с вариантом 70 % НВ способствовал повышению среднего веса одной ягоды с 1,96 до 2,60 г (рисунок 1).

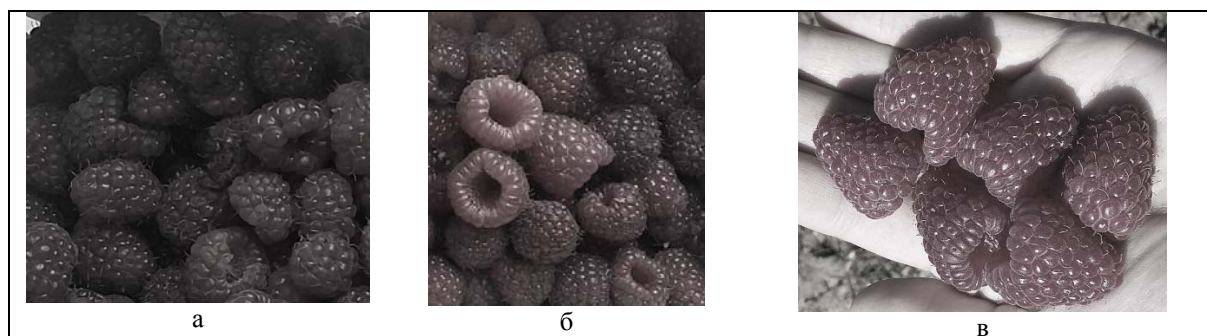


Рисунок 1. – Ягоды малины ремонтантной сорта Херитейдж при поддержании влажности почвы на уровнях: а) – 60 % НВ, б) – 70 % НВ, в) – 80 % НВ

На содержание питательных веществ в ягодах малины ремонтантной влияют почвенно-климатические и погодные условия, сортовые особенности, условия выращивания и некоторые другие. К наиболее действенным факторам, способствующим повышению качества урожая малины, относят орошение и удобрения. В течение всего периода вегетации поддерживалась относительная влажность активного слоя почвы в пределах 60, 70 и 80 % от наименьшей влагоемкости во все фазы роста и развития растений малины ремонтантной. Как показали результаты наших исследований, малина ремонтантная обладает качественным биохимическим составом и регулируемый в опыте фактор оказывал незначительное влияние.

В вариантах с предполивной влажностью почвы 60 % НВ содержание сахаров в ягодах составляло 10,5 %, дальнейшее повышение нижнего порога влажности активного слоя почвы до 70 и 80 % НВ не способствовало уменьшению содержания сахаров. Поддержание предполивного порога на уровне 80 % НВ имело незначительную тенденцию в повышении влаги в ягодах и уменьшении содержания сухого вещества (таблица 5).

Таблица 5. – Усредненные данные содержания сухого вещества, влажности, сахаров в ягодах малины ремонтантной за весь период сбора на примере сорта Херитейдж (2015–2016 гг.)

Предполивной порог, % НВ	Влажность ягод, %	Гигровлажность ягод, %	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %
Контроль	84,40	8,89	13,90	10,5
60	85,60	9,00	14,40	10,5
70	87,00	10,33	13,00	10,4
80	88,10	11,00	11,90	10,3

Данные по содержанию макро- и микроэлементов в ягодах малины приведены в таблице 6.

Из представленных 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 было значительно ниже санитарных норм по содержанию тяжелых металлов (мг/кг).

Расчет экономической эффективности является одним из важнейших показателей при выращивании сельскохозяйственных культур.

Таблица 6. – Содержание макро- и микроэлементов в ягодах малины ремонтантной в зависимости от режимов орошения, мг/кг

Пред-поливной порог, % НВ	Сорт	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Mn	Fe	Cr
Контроль	Херитедж	–	0,006	3,609	0,848	0,311	2,074	5,731	0,057
	Полька	–	0,010	2,404	0,667	0,408	1,963	5,588	0,085
	Поляна	0,018	0,015	2,230	0,742	0,354	1,789	5,471	0,079
60	Херитедж	0,023	–	2,380	0,610	0,330	1,382	5,82	0,070
	Полька	0,026	0,009	2,451	0,740	0,315	1,458	5,63	0,083
	Поляна	0,031	0,011	2,398	0,765	0,289	1,439	5,98	0,079
70	Херитедж	0,022	0,012	3,160	0,710	0,230	1,349	6,11	0,070
	Полька	0,021	–	2,980	0,664	0,30	–	–	–
	Поляна	0,019	–	2,860	0,612	0,290	–	–	–
80	Херитедж	0,023	–	2,320	0,690	0,240	1,112	5,64	0,069
	Полька	0,019	0,019	2,311	0,640	0,215	1,235	5,43	0,079
	Поляна	0,020	0,011	2,345	0,665	0,239	1,241	5,38	0,068
Санитарные нормы содержания тяжелых металлов		0,4	0,2	10,0	5,0	–	–	–	–

Наибольший чистый доход и самая высокая рентабельность малины ремонтантной (239,22 %) получена при поддержании относительной влажности почвы 80 % НВ. Этот показатель на 52,77 и на 29,51 % больше вариантов при 60 и 70 % НВ соответственно и выше на 80,22 % контрольного варианта (без полива) (таблица 7).

Таблица 7. – Экономическая эффективность капельного орошения малины ремонтантной сорта Херитедж

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, долл./га	Всего затрат, долл./га	Чистый доход, долл./га		Рентабельность, %
				всего	± к контр.	
Контроль	5,91	13,375	5,165	8,210	–	158,94
60 % НВ	7,03	22,200	7,750	14,450	+6,240	186,45
70 % НВ	8,57	27,063	8,738	18,325	+10,115	209,71
80 % НВ	9,80	30,947	9,123	21,824	+13,614	239,22

Заключение

1. Установлено, что на дерново-подзолистой глееватой связносупесчаной почве при орошении малины ремонтантной необходимо для расчета нормы полива учитывать наименьшую влагоемкость в пахотном слое 26,39 % в подпахотном слое (0–50 см) – 21,12 % (97–99 % от наименьшей влагоемкости), что исключало необходимость полива в марте и апреле в условиях Брестской области 2016 г. Мониторинг влажности почвы на опытном участке показывал, что для создания влажности в пределах предложенных вариантов (60, 70, 80 % НВ) необходимо производить поливы по показаниям водно-физических свойств почвы. При выпадении атмосферных осадков более 10 мм очередные поливы переносились на более поздние сроки.

2. При эксплуатации капельной оросительной системы для определения нормы полива необходимо учитывать средний фактический расход увлажнителя, расстояние между увлажнителями и глубину активного слоя (с учетом вида растения и механического состава). В наших исследованиях при эксплуатации капельной оросительной системы в фермерском хозяйстве «Беркли» на дерново-подзолистой глееватой супесчаной почве установлены следующие показатели: средний фактический расход увлажнителя

2,2 л/ч, расстояние между увлажнителями 0,7 м; ширина полосы увлажнения 0,5 м; глубина активного слоя при возделывании малины ремонтантной принята равной 0,5 м.

3. Наиболее благоприятные условия для формирования урожайности малины ремонтантной создаются при поддержании относительной влажности почвы 80 % от наименьшей влагоемкости. Это способствовало повышению урожайности сортов Херитейдж с 7,03 до 9,80 т/га, Полька – с 7,36 до 10,06 т/га, Поляна – с 7,53 до 10,88 т/га относительно исследуемого варианта поддержания влаги в почве 60 % НВ.

4. Улучшение водного режима почвы наряду с повышением урожайности оказывало положительное влияние на изменение химического состава ягод малины ремонтантной при сохранении присущей сорту видовой характеристики.

5. Экономический эффект от применения режимов орошения малины ремонтантной составил 21,824 долл./га при уровне рентабельности 239,22 %, что на 13,614 долл./га и на 80,28% выше контрольного варианта (без полива) и на 29,51, 52,77% рентабельность больше вариантов 60, 70% НВ соответственно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казаков, И. В. Малина ремонтантная – новая ягодная культура в России / И. В. Казаков, С. Н. Евдокименко, В. Л. Кулагина. – М., 2007. – 288 с.
2. Ярославцев, Е. И. Малина / Е. И. Ярославцев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1987. – 207 с.
3. Методические рекомендации агрономам и бригадирам колхозов и совхозов по технологии выращивания ягодных культур / Гомагпропром УССР, Науч.-производст. плодopитомн. об-ние. – Артемoвск, 1986. – 39 с.
4. Легкая, Л. В. Характеристика районированных и перспективных сортов малины ремонтантной в центральной зоне плодoводства Республики Беларусь / Л. В. Легкая // Теория и практика современного ягодоводства: от сорта до продукта : материалы Междунар. науч. конф., аг. Самохваловичи, 16–18 июля 2014 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т плодoводства ; редкол.: В. А. Самусь [и др.]. – Самохваловичи : [б. и.], 2014. – С. 63–67.
5. Федорец, А. А. Надежность систем капельного орошения / А. А. Федорец // Гидротехника и мелиорация. – 1981. – № 10. – С. 42–43.
6. Мельник, В. И. Изменение климата и меры адаптации сельского хозяйства к этим изменениям в Республике Беларусь / В. И. Мельник // Органическое сельское хозяйство Беларуси: перспективы развития : материалы Междунар. науч.-практ. конф. ; сост. Н. И. Поречина. – Минск, 2012. – С. 57–60.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М., 1986. – 416 с.
8. Найдин, П. Г. Полевой метод / П. Г. Найдин. – М. : Колос, 1968. – 276 с.
9. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М., 1986. – 416 с.
10. Костяков, А. Н. Основы мелиорации / А. Н. Костяков. – М. : Сельхозгиз, 1960. – 662 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 06.07.2017

Sanelina E.A., Roy Yu.F. Raspberry Remontant Repair in Conditions Of Dross Irrigation on Southwest Soils of Belarus

The article presents the scientific substantiation of resource-saving, economically viable and ecologically safe irrigation regimes adapted to light sandy soils of the South-Western part of Belarus which ensure efficient resources using and raspberries productivity increasing. Qualitative assessment of the raspberries yield depending on maintaining the pre-irrigation moisture threshold level of active soil layer (0-50 cm) 60, 70, 80 % of the smallest moisture capacity is made, and also the relations between the total consumption and costs of water irrigation by planting remontant raspberries depending on the irrigation regimes. Installed different irrigation regimes effects on raspberry remontant berries quality (one-dimensionality, mass, flavor and biochemical composition) is provided. The economic efficiency of raspberries remontant cultivation in drip irrigation conditions of raspberries sort Heritage is shown.