

УДК 502/504:631.674.6:634.75

В. Т. СКОРИКОВ, А. В. ШУРАВИЛИН

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Российский университет дружбы народов

В. В. БОРОДЫЧЕВ

Федеральное государственное научное учреждение Волгоградский филиал
Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации

ВЛИЯНИЕ КАПЕЛЬНО-ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ, УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕМЛЯНИКИ И ЕЕ КАЧЕСТВО

Изложены результаты исследований 2008–2010 годов по капельно-внутрипочвенному орошению земляники сорта «Ред Гонтлет». Установлено, что при расположении поливных трубопроводов на поверхности или на глубине 5 см и расстоянии между капельницами 33 см урожайность земляники повышается: по сравнению с поливом дождеванием – на 70...80 %, с другими параметрами капельно-внутрипочвенного орошения – на 30...50 %. При этом создаются более благоприятные условия для повышения питательной ценности ягод (содержание сухих веществ, сахаров, витаминов).

Капельно-внутрипочвенное орошение, дождевание, почва, земляника, урожайность, питательная ценность, макро- и микроэлементы.

The researches results of 2008–2010 are stated on a drip-inter-soil irrigation of wild strawberry of Red Gontlet grade. It is established that at the position of irrigation pipelines on the surface or on the depth of 5 cm and at the distance between droppers 33 cm, the productivity of wild strawberry increases: in comparison with sprinkler irrigation – by 70...80 %, in comparison with other parameters of the drip-inter-soil irrigation – by 30...50 %. At the same time more favorable conditions are created for increasing a nutritive value of berries (content of solids, sugars, vitamins).

Drip-inter-soil irrigation, overhead irrigation, soil, wild strawberry, productivity, nutritive value, macro- and microcells.

Основными факторами, определяющими урожайность земляники, являются следующие: высокопродуктивные сорта, здоровый высококачественный посадочный материал, схема размещения растений, орошение, а также защита от вредителей и болезней. Для получения высоких и стабильных урожаев земляники на сельскохозяйственном предприятии используют современные ресурсосберегающие технологии возделывания на основе внедрения малообъемного способа орошения – капельно-внутрипочвенного.

В совхозе имени Ленина Московской области капельно-внутрипочвенная оросительная система при возделывании земляники впервые была использована в мае 2008 года. Посадку земляники проводили в мае 2008 года и после посадки установили систему поливных трубопроводов капельно-внутрипочвенного орошения. Расстояния между рядами растений земляники – 100 см, между растениями в рядах – 25 см.

В течение трех лет исследований проводили поливы и вносили удобрения в период вегетации через капельницы по капельно-внутрипочвенным трубопроводам. На участке полива дождеванием минеральные удобрения вносили вразброс перед посадкой и в качестве подкормки в период роста и развития растений в наиболее ответственные к питательному режиму фазы (табл. 1).

Исследования проводили в 2008–2010 годах по двухфакторной схеме: фактор А – схема расположения поливных трубопроводов, фактор В – расстояние между капельницами. В опыте изучали три схемы укладки поливных трубопроводов (на поверхности, на глубинах 5 и 15 см) и два расстояния между капельницами – 33 и 66 см. Контролем являлся полив дождеванием. Почва дерново-подзолистая, среднесуглинистая, в пахотном горизонте в обоих разрезах плотность сложения составляла 1,28 г/см³, пористость – 50,4 %, наименьшая

Схема полевого опыта (2008–2010)

Номер варианта	Параметры поливной сети	
	Размещение поливных трубопроводов (фактор А)	Расстояние между капельницами (фактор В), см
1 (контроль)	Дождевание (контроль)	Сплошной полив
2	Поливные трубопроводы	33
3	размещены на поверхности	66
4	Поливные трубопроводы	33
5	размещены на глубине 5 см	66
6	Поливные трубопроводы	33
7	размещены на глубине 15 см	66

влагоемкость (НВ) – 26,2...26,4 %. С глубиной почвенных горизонтов плотность сложения почв возрастала, а пористость и НВ снижались.

Почва опытного участка слабогумусированная, в пахотном горизонте – до 2,05...2,20 % гумуса, реакция почвенного раствора слабокислая ($\text{pH}_{\text{сол.}} = 5,8...5,9$), по мере углубления кислотность увеличивалась до $\text{pH} = 5,5...5,6$ в переходном и 5,2...5,3 в иллювиальном горизонтах. Перед началом исследований содержание легкогидролизуемого азота было 5,9...6,1 мг на 100 г почвы, подвижного P_2O_5 – 9,5...9,6 мг на 100 г почвы, обменного K_2O – 16,3...16,5 мг на 100 г почвы.

Результаты биометрических исследований показали следующее:

1. Наибольшее число листьев, рожков, цветоносов и цветков там, где расстояние между капельницами 0,33 м. В результате увеличения расстояния между капельницами с 0,33 до 0,66 м число листьев и рожков снижалось, особенно при укладке поливных труб на глубину 15 см. При дождевании отмеченные показатели заметно уступали капельно-внутрипочвенному поливу. Наибольшее количество цветоносов и меньше всего слабых растений наблюдалось в вариантах 2 и 4, где поливные трубопроводы были расположены по поверхности или на глубине 5 см с расстоянием между капельницами 33 см, наименьшее – при расположении трубопроводов на глубине 15 см и расстоянии между капельницами 66 см. В среднем за два года в вариантах 2 и 4 количество цветоносов составило 63,4 шт. на погонном метре, в том числе слабых цветоносов было 18,4 %, а в варианте 7 цветоносов было меньше всего (50,2 шт.) при наибольшем проценте ослабленных цветоносов (22,7 %). По сравнению с поливом

дождеванием количество цветоносов на погонном метре при капельно-внутрипочвенном орошении с расположением трубопроводов на поверхности и на глубине 5 см и с расстоянием между капельницами 33 см было больше на 8,7...9,3 %. Однако при расположении капельниц через 66 см на трубопроводе, уложенном на глубину 15 см, количество цветоносов было меньше, чем при поливе дождеванием, а количество слабых цветоносов увеличилось на 1,8...2,1 %.

2. Наибольшие размеры кустов отмечены в варианте 2, где капельно-внутрипочвенное орошение проводилось по трубопроводам, уложенным по поверхности, расстояние между капельницами – 33 см. В среднем за два года высота растений варианта 2 составила 38,7 см, ширина куста – 68,3 см (по сравнению с контролем больше на 31,2 и 37,1 % соответственно). Наименьшие значения были зафиксированы при расположении поливного трубопровода на глубине 15 см и расстоянии между капельницами 66 см (высота куста – 31,6 см, ширина – 56,8 см).

3. Наиболее благоприятные условия формирования цветоносов, наполнения их ягодами, формирования массы ягод в соцветиях были созданы при расположении поливных трубопроводов по поверхности и расстоянии между капельницами 33 см. В этом варианте в среднем за два года плодоношения (2009–2010) длина цветоносов, наполнение их ягодами и масса ягод в соцветье составили соответственно 13,8 см, 10,4 штуки и 27,2 г, а при размещении поливных трубопроводов на глубине 15 см с расположением капельниц через 66 см – соответственно 11,4 см, 9,3 штуки и 22,7 г. В контроле (полив дождеванием) длина цветоносов, наполнение их ягодами и масса ягод в соцветьях меньше, чем при капельно-внутрипочвенном орошении и расположении

поливного трубопровода по поверхности с расстоянием между капельницами 33 см – соответственно на 9,5; 35,4; 34,6 %. Однако по сравнению с вариантом размещения капельниц через 66 см при поливе дождеванием длина цветоноса была меньше, но больше по наполнению ягодами и массе ягод.

Результаты исследований по росту и развитию земляники за период 2008–2010 годов показали, что наиболее благоприятные условия в опыте были созданы в варианте 2 при укладке поливных трубопроводов по поверхности земли и размещении капельниц на трубопроводе через 33 см, а также в варианте 4, где поливной трубопровод был уложен на глубину 5 см от поверхности земли, а капельницы на нем располагались через 33 см. В этих вариантах показатели роста и развития земляники были наибольшими и существенно отличались от контрольного варианта (полив – дождевание).

На производственных посадках совхоза урожайность земляники в 2008 году из-за неблагоприятных погодных условий (сильное переувлажнение почв) составляла 3,7 т/га, хотя в более благоприятные годы она была в два раза выше. Так, на полях с системой дождевания урожайность земляники в 2007 году составила в среднем 7,2 т/га, а в 2006 год – 7,6 т/га.

Урожай садовой земляники в первый год после посадки (2008) был ничтожно малым, в хозяйстве урожай не собирали, однако в опыте был проведен деляночный подсчет урожайности. Результаты определения урожая земляники в первый год посадки и в последующие два года плодоношения в пересчете на 1 га приведены в табл. 2. Из приведенных данных следует, что формирование наиболее высокой урожайности земляники в первые три года

посадки отмечалось при капельно-внутрипочвенном орошении с расположением трубопроводов по поверхности и расстоянием между капельницами 33 см. Несущественные различия в урожайности получены при укладке поливных трубопроводов на глубину 5 см от поверхности земли.

Заметное снижение урожайности земляники происходит при расположении капельниц через 66 см и закладке поливных трубопроводов на глубину 5 и 15 см. Так, в среднем за два года плодоношения земляники садовой (2009–2010) наилучшие условия для формирования высокой урожайности были созданы в варианте 2 на системе капельно-внутрипочвенного орошения, в которой поливные трубопроводы укладываются на поверхность земли, а расстояние между капельницами составляет 33 см. При этом влага в процессе орошения распределяется равномерно, обеспечивая оптимальный режим увлажнения и питания растений. В этом варианте урожайность земляники выше контроля на 6,75 т/га, или на 79,5 %.

При укладке поливного трубопровода на глубину 5 см (расстояние между капельницами 33 см) также создается благоприятный водный режим. Потери урожая в этом варианте незначительные (не превышают 7 %), однако улучшаются условия проведения технологических операций по уходу за культурой. В среднем за 2 года (2009–2010) урожайность земляники составила 14,58 т/га и была выше, чем при поливе дождеванием (контроль), на 4,51 т/га, или на 71,7 %, но ниже максимальной урожайности, полученной в варианте 2, на 0,66 т/га (на 7,8 %).

Более глубокая укладка трубопроводов (вариант 6) требует проведения специальных работ по устройству сети и приводит к снижению урожайности земляники на

Таблица 2

Урожайность садовой земляники в опыте в первые три года после посадки (2008–2010), т/га

Номер варианта	2008 год	2009 год	2010 год	Среднее за два года (2009–2010)	Отклонение от контроля	
					т/га	%
1	0,016	8,23	8,75	8,49	–	100,0
2	0,029	15,05	15,42	15,24	6,75	179,5
3	0,020	12,36	13,74	13,05	4,56	153,7
4	0,028	14,48	14,68	14,58	6,09	171,7
5	0,021	10,86	13,06	11,96	3,47	140,9
6	0,027	13,97	13,15	13,56	5,07	159,7
7	0,19	10,25	11,24	10,75	2,26	126,6

1,02...1,68 т/га, или на 12,0...18,8 %, по сравнению с вариантами 2 и 4, где поливные трубопроводы проложены по поверхности или на глубине 5 см от поверхности земли с капельницами через 33 см. Однако и при глубине заложения поливных трубопроводов на 15 см и расположении капельниц через 33 см отмечался достаточно высокий урожай, значительно больший, чем при расположении капельниц через 66 см. В среднем за два года плодоношения урожайность земляники на участках с капельницами, расположенными через 66 см, и поливными трубопроводами на поверхности на глубинах 5 и 15 см соответственно была выше контроля на 53,7 %.

В целом тенденция изменения урожайности земляники зависела от варианта опыта и сохранялась по годам исследования.

Выявленные закономерности сохраняются в течение всех трех лет исследований. Следовательно, наиболее благоприятные условия для роста, развития и урожайности земляники обеспечиваются при укладке трубопроводов на поверхности земли с расстоянием между капельницами 33 см. Достоверно высокие показатели также получены при глубине заложения трубопровода на 5 см и расстоянии между капельницами 33 см.

Анализ полученных данных показал, что наиболее высокая урожайность земляники формируется при суммарном водопотреблении 4,5...6,0 тыс. м³/га в зависимости от влагообеспеченности года. Исследованиями установлена взаимосвязь между суммарным водопотреблением и урожайностью земляники при разных способах орошения. Получено уравнение, в наибольшей степени отражающее форму установленной взаимосвязи:

$$y = -7,0219x^3 + 280,61x^2 - 3736,8x + 22079,$$

где y – суммарное водопотребление посевов, м³/га; x – продуктивность посевов земляники, т/г.

Таким образом, связь между рассматриваемыми показателями нелинейная, полиномиальной формы. Зависимость характеризуется высокой степенью надежности, значение коэффициента детерминации составляет 0,93.

Статистическая обработка показала существенные различия в урожайности в зависимости от схемы расположения трубопроводов и расстояний между капель-

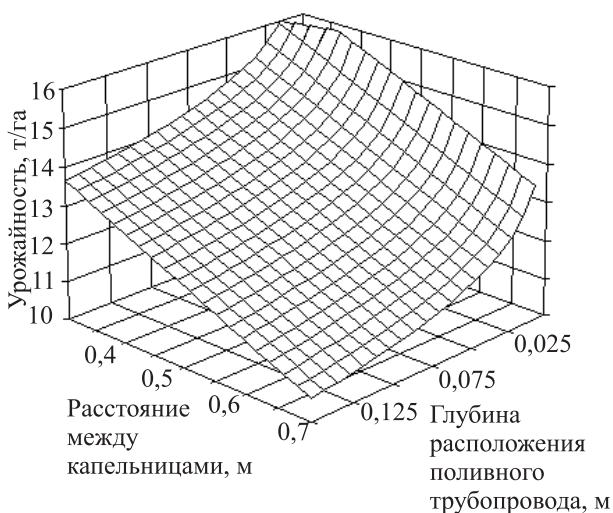
ницами на трубопроводе. Результаты дисперсионного анализа показателей урожайности земляники садовой в зависимости от способа орошения, схемы расположения капельниц и расстояний между капельницами показали, что $F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$. Следовательно, в годы плодоношения (2009–2010) влияние схемы расположения поливного трубопровода и расстояний между капельницами на урожайность земляники существенно, также достоверен и эффект от взаимодействия этих факторов. За два года плодоношения земляники выявлено существенное действие схемы расположения поливных трубопроводов, расстояний между капельницами и фактора их взаимодействия на продуктивность земляники. Установлена наименьшая разность для главных эффектов по вариантам расстояний между капельницами – НСР₀₅ = 1,97 т/га; по вариантам схемы расположения поливных трубопроводов – НСР₀₅ = 0,94 т/га; по взаимодействию факторов – схемы расположения поливных трубопроводов и расстояний между капельницами – НСР₀₅ = 2,68 т/га.

Исследованиями установлена зависимость урожайности земляники от глубины расположения поливного трубопровода и расстояния между капельницами при капельно-внутрипочвенном орошении. Получено уравнение, связывающее перечисленные показатели одним математическим выражением следующего вида:

$$Y = a + b \ln x_1 + c(\ln x_1)^2 + dx_2,$$

где Y – урожайность земляники, т/га; $a = 14,0$; $b = -1,02$; $c = -0,001$; $d = -7,69$ – эмпирические коэффициенты, рассчитанные по результатам полевого эксперимента (рисунок); x_1 – глубина расположения поливного трубопровода относительно поверхности поля; x_2 – расстояние между капельницами.

Способ орошения и параметры поливной сети повлияли на химический состав продукции и ее питательную ценность. При капельно-внутрипочвенном способе орошения влага и питательные элементы поступали преимущественно в зону корневой системы. При этом растворенные питательные вещества подавались регулярно (1 раз в 2–5 дней) в течение всего периода вегетации, тем самым обеспечивался оптимальный питательный режим во все фазы роста и развития растений земляники. Как показали результаты исследований



Зависимость урожайности земляники садовой от глубины расположения поливных трубопроводов и расстояния между капельницами

(см. табл. 3), на сорт земляники «Ред Гонглет», обладающий качественным биохимическим составом, регулируемые в опыте факторы оказывали незначительное влияние. В то же время при капельно-внутрипочвенном орошении большинство показателей химического состава ягод земляники было несколько лучше, чем при поливе дождеванием. Так, в среднем за два года (2009–2010) содержание сухих веществ при дождевании составляло 10,3 %, а при капельно-внутрипочвенном орошении с расположением капельниц через 33 см – 11,7 %, при расположении через 66 см – 11,0 %. Следовательно, по сравнению с дождеванием количество сухих веществ увеличивалось на 1,4 и 0,7 % соответственно при капельницах 33 и 66 см. При этом влияние схемы укладки поливных трубопроводов практически не сказывалось

на процентном содержании сухих веществ. Сумма сахаров в контроле при дождевании составляла 8 %, при капельно-внутрипочвенном орошении и расстоянии между капельницами 33 см – 8,8 %, а при капельницах через 66 см – 8,3 %. Заметные различия в содержании сахара были зафиксированы только между способами орошения. Общая кислотность независимо от варианта опыта изменялась незначительно – в пределах 0,76...0,84 %. Незначительные изменения были также зафиксированы в показателе индекса С/К – отношении суммы сахаров к общей кислотности (10,1...10,7).

В целом ягоды земляники богаты витаминами. По вариантам опыта содержание витамина С – 64,2...68,5 мг%. Наибольшее его количество отмечалось в варианте 2 с расположением поливных трубопроводов по поверхности и расстояниях между капельницами 33 см (68,4 мг%) и было выше контроля (полив дождеванием) на 4,2 мг%.

При расположении капельниц через 33 см и различных схемах укладки трубопровода содержание витамина С составляло 68,3...68,5 мг%. В вариантах 3, 5 и 7 с капельницами через 66 см его содержание изменялось от 65,5 до 66,9 мг%. Следовательно, капельное орошение способствовало некоторому увеличению содержания витамина С по сравнению с контролем.

Аналогичная тенденция по вариантам опыта в зависимости от способа орошения и параметров сети сохранялась в показателях витамина Р и актоцианов. Так, содержание витамина Р при капельницах через 33 и 66 см в среднем по схемам укладки поливных трубопроводов соответственно составляло 107,8 и 104,7 мг%. Полученные данные свидетельствуют о более

Таблица 3

Биохимический состав ягод земляники (среднее значение за 2009–2010 годы)

Номер варианта	Показатели качества						
	Сухие вещества, %	Сумма сахаров, %	Общая кислотность, %	Индекс С/К	Витамины, мг%		
					С	Р	Актоцианы
1	10,3	8,0	0,76	10,5	64,2	102,4	88,7
2	11,9	8,8	0,83	10,6	68,4	108,7	94,3
3	11,2	8,4	0,79	10,6	66,9	105,4	91,2
4	11,5	8,8	0,82	10,7	68,3	107,1	94,6
5	10,8	8,2	0,81	10,1	65,5	104,8	91,1
6	11,8	8,7	0,84	10,4	68,5	107,5	93,5
7	11,0	8,3	0,80	10,4	65,7	103,9	91,5
НСР ₀₅	0,58	0,51	0,08	–	3,26	4,88	3,73

Примечание: индекс С/К – отношение суммы сахаров к общей кислотности.

благоприятных условиях при капельно-внутрипочвенном орошении и капельницах через 33 см для повышения питательной ценности ягод. При поливе дождеванием содержание витамина Р составляло 102,4 мг % и было ниже на 5,3 мг % и 2,3 мг % соответственно при расстояниях между капельницами на поливном трубопроводе 33 и 66 см.

Содержание актоцианов в опытных вариантах также было высоким и составляло 88,7; 94,1 и 91,3 мг% соответственно на контроле, при капельно-внутрипочвенном орошении и расположении капельниц через 33 и 66 см. Следует отметить, что различные схемы укладки поливных трубопроводов практически не сказывались на содержании актоцианов. Здесь также отмечена существенная разница только в значениях полива дождеванием и капельно-внутрипочвенным способом при капельницах, расположенных на поливном трубопроводе через 33 см.

Таким образом, полученные данные по биохимическому составу ягод земляники показали, что капельно-внутрипочвенное орошение создает более благоприятные условия для повышения питательной ценности ягод земляники садовой по сравнению с контролем, особенно при расположении капельниц через 33 см. Ягоды земляники также богаты макроэлементами (табл. 4).

Из приведенных материалов следует, что способы орошения и различные параметры поливной сети не оказывали существенного влияния на содержание макроэлементов в ягодах земляники. Разница в численных значениях всех рассматриваемых элементов была несущественной. При этом содержание кальция изменялось в пределах 33,8...34,9 мг/кг, содержание магния – 17,0...18,0 мг/кг, а натрия и калия соответственно 16,5...18,0 и 159...161,5 мг/кг.

Содержание нитратов в ягодах было значительно ниже ПДК. В контроле при поливе дождеванием содержание нитратов составляло 53,2 мг/кг, а при капельно-внутрипочвенном орошении их значения были несколько больше и в среднем составляли 56,1 и 55,4 мг/кг соответственно при капельницах 33 и 66 см. Таким образом, при капельно-внутрипочвенном орошении качество ягод земляни-

Таблица 4
Содержание макроэлементов в ягодах земляники в расчете на сухое вещество (среднее значение за 2009–2010 годы), мг/кг

Номер варианта	Кальций	Магний	Натрий	Калий	Нитраты
1	33,8	17,0	16,50	159,0	53,2
2	34,9	18,0	18,0	161,2	56,4
3	34,6	17,6	17,7	169,5	55,8
4	34,8	17,8	18,0	160,8	56,2
5	34,5	17,4	17,5	160,5	55,5
6	34,9	17,7	17,8	160,7	55,7
7	34,5	17,5	17,7	160,4	54,8
НСР ₀₅	1,27	1,03	1,35	4,48	1,0

ки садовой улучшалось (исключение – несущественное увеличение нитратов, по-видимому, в результате локального внесения удобрений в зону корневой системы).

Выводы

Выполненные исследования показали, что наибольшая урожайность земляники (15,24 т/га в среднем за два года плодоношения) получена на системе капельно-внутрипочвенного орошения, в которой поливные трубопроводы укладываются на поверхности и расстояния между капельницами составляют 33 см. При укладке поливного трубопровода на глубину 5 см и расстоянии между капельницами 33 см урожайность земляники снижается в среднем на 7,8 %, но улучшаются условия проведения технологических операций по уходу за культурой. В этих вариантах по сравнению с поливом дождеванием урожайность выше на 79,5...71,7 %.

Капельно-внутрипочвенное орошение улучшает питательную ценность ягод земляники и сводит к минимуму негативные явления по сравнению с поливом дождеванием.

Материал поступил в редакцию 17.03.11.

Скориков Василий Терентьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение и земледелие»

Шуравилин Анатолий Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Почвоведение и земледелие»

Тел. 8-915-408-26-47

Бородычев Виктор Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент Россельхозакадемии

E-mail: StanislavPiven@mail.ru