УДК 634.75:631.52

**РОЛЬ ГЕНОТИПА
И УСЛОВИЙ СРЕДЫ
В ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЯ
ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ
ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ
И ФЕРТИГАЦИИ
В НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ РФ**

Помякшева Любовь Владимировна
мл. научный сотрудник
лабораторно-аналитического центра
агрохимии, почвоведения
и агроэкологии

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Всероссийский селекционно-
технологический институт садоводства
и питомниководства»,
Москва, Россия*

Земляника садовая произрастает на большей части территории России, но она в значительной степени требовательна к водному режиму и минеральному питанию. Эта культура одинаково чувствительна и к переувлажнению, и к недостатку влаги в почве. На снижение урожая земляники в основном влияет засуха в период роста завязей и плодоношения. Фертигация и капельный полив являются элементами интенсивной технологии выращивания сельскохозяйственных культур. Задача наших исследований – определить вклад факторов генотипа, среды и их взаимодействия в урожайность земляники при различных способах удобрения растений и капельном поливе. Место исследований – Ленинский район Московской области. Сорта земляники садовой – Хоней, Русич, Троицкая, Дукат. Исследования показали, что данные сорта устойчивы к неблагоприятным условиям Нечерноземной зоны и обладают высокой потенциальной урожайностью. Применение фертигации с мульчированием

UDC 634.75:631.52

**ROLE OF GENOTYPE
AND CONDITIONS OF ENVIRONMENT
FOR YIELD FORMING
OF STRAWBERRY WITH DRIP
IRRIGATION AND FERTIGATION
IN THE NON-BLACK ZONE
OF THE RF**

Pomyaksheva Lyubov
Junior Research Associate
of Laboratory-analytical Center
of Agrochemistry, Soil science
and Agroecology

*Federal State Budget
Scientific Institution
"All-Russia
Horticultural Institute
of Breeding and Nursery",
Moscow, Russia*

Strawberry garden grows in the most regions of Russia, but it is demanded to a great extent of water regime and mineral nutrition. This crop are equally sensitive to both waterlogging and lack of moisture in the soil. The drought during the period of ovary growth and fruiting declines in particular the strawberry yield. Fertigation and drip irrigation are the elements of intensive technology of growing horticultural crops. The task of our research is to determine the contribution of genotype, environment factors and their interaction to the yield of strawberry at various ways of plants fertilizing and drip irrigation. The area of research is the Leninsky District of the Moscow Region. Varieties of strawberry garden are Honey, Rusich, Troitskaya, Dukat. The research show that these varieties are resistant to unfavorable conditions of the Non-chernozem zone and they have a high potential yield capacity. The use of fertigation with soil mulching by geotextile and preliminary application

почвы геотекстилем и предварительным внесением фосфорно-калийных удобрений повышает долю влияния этих мероприятий на урожай. Достоверное влияние факторов сорта (генотипа) и условий года во всех вариантах опыта установлено с помощью двухфакторного дисперсионного анализа. Кроме того, существенно повлияло на урожай взаимодействие факторов. По сравнению с контролем при фертигации насаждений земляники раствором минеральных удобрений взаимодействие изучаемых факторов не оказало существенного влияния на урожай, наблюдалось увеличение случайных факторов. Мульчирование почвы геотекстилем снижало степень влияния на урожайность условий среды и увеличивало влияние сорта. Фертигация раствором повышенной Концентрации усиливала влияние на урожайность земляники случайных факторов.

Ключевые слова: ЗЕМЛЯНИКА САДОВАЯ, КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ, ФЕРТИГАЦИЯ, МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ, УРОЖАЙНОСТЬ, ЭКОЛОГИЯ

of phosphate-potassium fertilizers increase in influence harvest. The reliable influence the factors of the variety (genotype) and the conditions of the year in all variants of the experiment was established using two-factor analysis of variance. In addition, the factors interaction significantly affected the yield. Compared to the control, during the fertilization of strawberry plantations with a solution of mineral fertilizers he interaction of the factors did not significantly effected the yield, an increase in random factors was observed. Mulching of the soil with geotextile reduced the degree of influence the yield of environmental conditions and increased in the influence of the variety. Fertigation with a solution of higher concentration increased in the impact on strawberry yield of random factors.

Key words: STRAWBERRY, DRIP IRRIGATION, FERTIGATION, MINERAL FERTILIZERS, PRODUCTIVITY, ECOLOGY

Введение. Адаптационные возможности – способность расти и размножаться в широком диапазоне природно-климатических условий – у многих ягодных культур достаточно высоки, что позволяет возделывать их на значительной территории нашей страны [1]. В значительной степени это можно отнести к землянике садовой: культура распространена на большей части территории России, в том числе в Центральном районе Нечерноземной зоны. По данным исследователей, еще в 70-х гг. установлено, что этот район относится к зоне неустойчивого увлажнения [2], наблюдения за погодой в последние годы подтверждают данные выводы.

Влажность почвы без орошения составляет в среднем 60 % НВ, что недостаточно для земляники (оптимум 70-80 %) [2]. Корневая система растений этой культуры большей частью (до 90 %) располагается в верхнем (0-30 см) слое почвы. В связи с этим растения одинаково чувствительны и к переувлажнению и недостатку влаги в почве. На снижение урожая текущего года в основном влияет засуха в период роста завязей и плодоношения [3]. В засушливую погоду во второй половине вегетации при отсутствии полива снижается процент закладки генеративных почек, что отрицательно влияет на урожай следующего года [4].

Опыты показали, что при орошении урожайность земляники и средняя масса ягоды увеличиваются, качество ягод улучшается [5]. Минеральное питание и орошение в условиях нехватки воды являются взаимосвязанными и взаимозависимыми мероприятиями. Орошение без минерального питания приводит к снижению роста и урожайности, удобрение при низкой влажности способствует увеличению концентрации солей в почве и угнетению корневой системы. Установлено, что орошение без удобрений в открытом грунте дает экономический эффект только в засушливые годы, в случае, если осадков достаточно, прибавку урожая удастся получить при внесении удобрений [6].

Одним из элементов интенсивных технологий сельскохозяйственного производства является система капельного полива, имеющая определенные преимущества перед другими способами орошения. При использовании в качестве полива системы капельного орошения появляется возможность внесения минеральных удобрений с поливной водой – фертигация. Растворимые удобрения вносятся в течение всего сезона вегетации в оптимальных дозах и концентрациях, рассчитанных по фазам роста и развития каждой культуры. При этом

снижается расход удобрений, нагрузка на почву и затраты, необходимые для механизированного внесения минеральных удобрений [7, 8].

По данным исследований различных сельскохозяйственных культур, вклад сорта в рост урожайности варьирует от 7-10 % [9] до 25-40 % [10, 11, 12]. Одна из задач наших исследований – определить в полевом опыте вклад факторов генотипа, среды и их взаимодействия в урожайность земляники садовой при различных способах удобрения растений и капельном поливе.

Объекты и методы исследований. Опыт был заложен в 2009 году, капельный полив и фертигация проводились в 2010-2012 гг. Место исследований – Ленинский район Московской области, почвы дерново-подзолистые окультуренные, среднесуглинистого гранулометрического состава. В течение вегетационного периода раствор минеральных удобрений (ПФР), схожий по составу с используемым в технологиях защищённого грунта, вносился через систему капельного внутрипочвенного полива 2-3 раза в неделю (общая концентрация солей в рабочем растворе в вариантах 2, 3, 4, 5 – 0,9-1,3 %, в варианте 6 – 1,8-2,6 %). Состав раствора менялся в зависимости от фенофазы.

Схема посадки растений четырехрядная, 80000 шт./га, гряды шириной 1 м мульчированы черной полиэтиленовой пленкой (вариант № 3 – тканым геотекстилем). Сорта земляники садовой – Хоней, Русич, Троицкая, Дукат. Исследования в условиях Московской области показали, что данные сорта устойчивы к неблагоприятным условиям Нечерноземной зоны и обладают высокой потенциальной урожайностью [13].

Схема опыта:

- 1). Фон (капельный полив, без удобрений).
- 2). Фон + ПФР, состав которого менялся в зависимости от фенофазы.
- 3). Фон + ПФР, мульчирование почвы геотекстилем.
- 4). Фон + ПФР + предпосадочное внесение Р – 45 кг д.в./га,

К – 90 кг д.в./га (простой суперфосфат и сульфат калия).

5). Фон + ПФР + предпосадочное внесение Р – 90 кг д.в./га,

К – 150 кг д.в./га (простой суперфосфат и сульфат калия).

6). Фон + 2ПФР/2 – внесение с капельным поливом ПФР двойной концентрации, интервал между внесениями увеличен в 2 раза.

Статистическая обработка данных проводилась по методике Б.А. Доспехова [14], с помощью программы Microsoft Office Excel.

Обсуждение результатов. По данным метеостанции ФГБНУ ВСТИСП, в 2010-2012 гг. показатели температуры и осадков варьировали, существенно отличаясь в отдельные годы от средних многолетних показателей по Московской области.

В 2010 году наблюдалось резкое снижение температуры воздуха в январе (первый раз за 60 лет в Московском регионе в январе не наблюдалось оттепели), а затем существенное повышение средней температуры воздуха в летний период (июль, август). Морозы в январе 2010 года существенно не повлияли на состояние растений земляники, так как к январю сформировался устойчивый и высокий снежный покров, защитивший растения.

В 2011 году температура воздуха в летние месяцы была выше средних многолетних значений, но ниже, чем в предыдущем году. Среднемесячная температура в 2012 году во все сроки вегетации (апрель-август) превышала среднюю многолетнюю величину на 2,2 °С в весенние месяцы и на 0,2-1,3 °С в летние.

В отдельные дни весенних и летних месяцев максимальная температура воздуха достигала 28-32 °С. Самые высокие значения температуры почвы наблюдались в 2010 г. в летний период, вследствие сильного повышения температуры воздуха. Этот период пришелся на фенофазу дифференциации цветковых почек растений земляники, в связи с чем в 2011 году продуктивность растений была сильно снижена (табл. 1),

как и качество ягод. В остальные годы существенных различий среднемесячных значений температуры почвы не выявлено.

Годовая сумма осадков в 2010 году составила 508 мм, в 2011 году – 572 мм и в 2012 – 694 мм. Средний показатель по Московской области – 705 мм. Таким образом, 2012 год по сумме выпавших осадков отличается от среднемноголетнего показателя несущественно, тогда как в 2010 и 2011 гг. количество осадков было существенно ниже. В 2010 году наблюдалась длительная засуха в летний период (на фоне повышенной температуры воздуха) и кратковременная – в осенний. В 2011 году основным неблагоприятным климатическим фактором развития растений земляники была весенняя засуха: количество осадков в мае и июне было ниже нормы. В 2012 году погодные условия в целом не отличались от средних многолетних показателей.

В табл. 1 представлена урожайность сортов земляники в разные годы наблюдений в среднем по вариантам опыта.

Таблица 1 – Урожайность сортов земляники в разные годы наблюдений, ц/га

Сорт	2010 год	2011 год	2012 год
Хоней	114,3	85,0	162,2
Русич	70,2	55,6	100,3
Троицкая	73,4	57,5	141,7
Дукат	71,5	42,9	94,8
Среднее за год	82,4	60,3	124,8

Достоверное влияние факторов сорта (генотипа) и условий года во всех вариантах опыта установили с помощью двухфакторного дисперсионного анализа, в вариантах 1, 3, 4, 5, 6 также установлена существенность взаимодействия факторов при формировании урожая земляники (табл. 2).

Рост урожайности насаждений земляники наблюдался в вариантах 4 и 5 (с предварительным внесением фосфорно-калийных удобрений), в варианте 6 урожайность снижалась. В контроле (капельный полив без удобрений) доля влияния генотипа (сорта) на урожай составила 21,1 %, доля влияния условий года – 57,9 %. Кроме того, существенно повлияло на урожай взаимодействие факторов, наблюдался достаточно высокий процент влияния случайных факторов (9,1 %).

Таблица 2 – Влияние факторов на урожайность земляники, в среднем за 3 года наблюдений

Вариант	Урожайность, средняя по сортам за 3 года, ц/га	Доля влияния сорта, %	Доля влияния условий года, %	Доля взаимодействия факторов, %	Доля влияния случайных факторов, %
1. Контроль	87,5	21,1	57,9	11,9	9,1
2. ПФР	89,3	19,2	53,1	10,1 (Fф<Fт)	17,6
3. ПФР, геотекстиль	91,6	33,4	47,1	9	10,5
4. ПФР, P ₄₅ K ₉₀	96,8	31,4	53	8	7,6
5. ПФР, P ₉₀ K ₁₅₀	95,7	29,9	49,6	11	9,5
6. ПФРх2, сниженная частота	82,9	23,6	53,9	9,3	13,2

По сравнению с контролем при фертигации насаждений земляники раствором минеральных удобрений взаимодействие факторов не оказало существенного влияния на урожай, наблюдалось увеличение доли влияния на урожай случайных (неучтенных) факторов. Мульчирование почвы геотекстилем (вариант 3) снижало степень влияния на урожайность условий среды и увеличивало влияние сорта. В варианте с фертигацией раствором повышенной концентрации (вариант 6) увеличилось влияние на урожайность земляники случайных факторов.

Выводы. Проведенными исследованиями показано, что применение фертигации, фертигации с мульчированием почвы геотекстилем и

предварительным внесением фосфорно-калийных удобрений, по сравнению с капельным поливом, выявляет большую отзывчивость сортов земляники на эти мероприятия и повышает долю их влияния на урожай. Фертигация растворами минеральных удобрений обычной и повышенной концентрации увеличивала значение в формировании урожая неучтенных факторов, что требует дальнейшего изучения.

Литература

1. Помякшева, Л.В., Дебелова Д.Д. Показатели устойчивости продуктивности смородины, крыжовника и вишни в зависимости от пищевого режима / Л.В. Помякшева, Д.Д. Дебелова // Параметры адаптивности многолетних культур в современных условиях развития садоводства и виноградарства: материалы 5-й Международной дист. науч.-практ. конференции молодых ученых (15 мая-15 июня 2013 г.). – Краснодар: СКЗНИИСИВ, 2013. – С. 254-259.
2. Тапараускене, Л. Оптимальный режим влажности почвы для клубники / Л. Тапараускене // Повышение эффективности мелиорации сельскохозяйственных земель: сб. трудов межд. науч.-практ. конференции (20-22 сентября 2005 г.). – Минск: Институт мелиорации и луговодства НАН Беларуси, 2005. – С. 400-403.
3. Язвицкий, М.Н. Удобрение сада / М.Н. Язвицкий. – М.: Московский рабочий, 1960. – 191 с.
4. Марченко, Л.А. Земляника садовая: особенности культуры, агротехника возделывания, сорта для Подмосквья / Л.А. Марченко, В.Г. Толстогузова, И.В. Попова. – М.: ГНУ ВСТИСП РАСХН, 2011. – 22 с.
5. Трушечкин, В.Г. Некоторые вопросы удобрения черной смородины и земляники / В.Г. Трушечкин, И.Г. Попеско, З.И. Голубева, М.Н. Язвицкий // Плодоводство и ягодоводство Нечерноземной зоны: сборник статей. – Т. III. – М.: Научно-исследовательский институт садоводства нечерноземной полосы, 1971. – С. 167-172.
6. Beyaert R.P., Roy R.C., Coelho B.R.B. Irrigation and fertilizer management effects on processing cucumber productivity and water use efficiency // Canadian Journal Plant Science, 2007. – Vol.87. – №2. – P.355-363.
7. Коновалов, С.Н. Особенности фертигации земляники с капельным поливом при интенсивной технологии выращивания на дерново-подзолистых почвах Московской области / С.Н. Коновалов, Л.В. Помякшева // Комплексное применение средств химизации в адаптивно-ландшафтном земледелии: материалы 44-й Международной научной конференции молодых ученых и специалистов (22-23 апр. 2010 г.) – М.: ВНИИА, 2010. – С.147-149.
8. Kafkafi U., Tarchitzky J. Fertigation. A tool for efficient fertilizer and water management. – Paris, 2011. – 141 p.
9. Константинова, О.Б. Сравнительная оценка адаптивности и качества зерна озимых зерновых культур в условиях лесостепи Кемеровской области: дисс. ... канд. с/х наук: 06.01.05 / Константиновна Ольга Борисовна. – Кемерово, 2016. – 156 с.
10. Вавилов, Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости / Н.И. Вавилов // Теоретические основы селекции растений. Т.1. – Л.: Сельхозгиз, 1935. – С. 48.

11. Костяненко, Л.П. Серые хлеба в Восточной Сибири / Л.П. Костяненко. – Красноярск: Красноярский ГАУ, 2008. – 299 с.
12. Шевелуха, В.С. Закономерности в пути управления формированием зерна злаковых / В.С. Шевелуха, А.В. Морозов. – М.: Колос, 1986. – 54 с.
13. Толстогузова, В.Г. О сортах земляники, наиболее устойчивых к неблагоприятным агроклиматическим условиям / В.Г. Толстогузова // Плодоводство и ягодоводство России – 2012. – Т.31. – Ч.2. – С. 257-262.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1979. – 351 с.

References

1. Pomjaksheva, L.V., Debelova D.D. Pokazateli ustojchivosti produktivnosti smorodiny, kryzhovnika i vishni v zavisimosti ot pishhevogo rezhima / L.V. Pomjaksheva, D.D. Debelova // Parametry adaptivnosti mnogoletnih kul'tur v sovremennyh usloviyah razvitiya sadovodstva i vinogradarstva: materialy 5-j Mezhdunarodnoj dist. nauch.-prakt. konferencii molodyh uchenyh (15 maja-15 ijunya 2013 g.). – Krasnodar: SKZNIISiV, 2013. – S. 254-259.
2. Taparuskene, L. Optimal'nyj rezhim vlazhnosti pochvy dlja klubniki / L. Taparuskene // Povyshenie jeffektivnosti melioracii sel'skohozjajstvennyh zemel': sb. trudov mezhd. nauch.-prakt. konferencii (20-22 sentjabrja 2005 g.). – Minsk: Institut melioracii i lugovodstva NAN Belarusi, 2005. – S. 400-403.
3. Jazvickij, M.N. Udobrenie sada / M.N. Jazvickij. – M.: Moskovskij rabochij, 1960. – 191 s.
4. Marchenko, L.A. Zemljanika sadovaja: osobennosti kul'tury, agrotehnika vozde-lyvanija, sorta dlja Podmoskov'ja / L.A. Marchenko, V.G. Tolstoguzova, I.V. Popova. – M.: GNU VSTISP RASHN, 2011. – 22 s.
5. Trushechkin, V.G. Nekotorye voprosy udobrenija chernoj smorodiny i zemljaniki / V.G. Trushechkin, I.G. Popesko, Z.I. Golubeva, M.N. Jazvickij // Plodovodstvo i jagodovodstvo Nechernozemnoj zony: sbornik statej. – T. III. – M.: Nauchno-issledovatel'skij institut sadovodstva nechernozemnoj polosity, 1971. – S. 167-172.
6. Beyaert R.P., Roy R.C., Coelho B.R.B. Irrigation and fertilizer management effects on processing cucumber productivity and water use efficiency // Canadian Journal Plant Science, 2007. – Vol.87. – №2. – P.355-363.
7. Konovalov, S.N. Osobennosti fertigacii zemljaniki s kapel'nym polivom pri intensivnoj tehnologii vyrashhivaniya na dernovo-podzolistyh pochvah Moskovskoj oblasti / S.N. Konovalov, L.V. Pomjaksheva // Kompleksnoe primenenie sredstv himizacii v adaptivno-landshaftnom zemledelii: materialy 44-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii molodyh uchenyh i specialistov (22-23 apr. 2010 g.) – M.: VNIIA, 2010. – S.147-149.
8. Kafka U., Tarchitzky J. Fertigation. A tool for efficient fertilizer and water management. – Paris, 2011. – 141 p.
9. Konstantinova, O.B. Sravnitel'naja ocenka adaptivnosti i kachestva zerna ozimyh zernovyh kul'tur v usloviyah lesostepi Kemerovskoj oblasti: diss. ... kand. s/h nauk: 06.01.05 / Konstantinovna Ol'ga Borisovna. – Kemerovo, 2016. – 156 s.
10. Vavilov, N.I. Zakon gomologicheskikh rjadov v nasledstvennoj izmenchivosti / N.I. Vavilov // Teoreticheskie osnovy selekcii rastenij. T.1. – L.: Sel'hozgiz, 1935. – S. 48.
11. Kostjanenko, L.P. Serye хлеба в Восточной Сибири / Л.П. Kostjanenko. – Красноярск: Красноярский ГАУ, 2008. – 299 с.
12. Sheveluha, V.S. Zakonomernosti v puti upravlenija formirovanijem zerna zla-kovyh / V.S. Sheveluha, A.V. Morozov. – M.: Kolos, 1986. – 54 s.

13. Tolstoguzova, V.G. O sortah zemljaniki, naibolee ustojchivyh k neblagopriyatnym agroklimaticheskim uslovijam / V.G. Tolstoguzova // Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii – 2012. – T.31. – Ch.2. – S. 257-262.

14. Dosepov B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dosepov. – M.: Agropromizdat, 1979. – 351 s.