

УДК 634.1:631.8

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ПРЕЦИЗИОННОЙ АГРОХИМИИ В ПРОМЫШЛЕННОМ САДОВОДСТВЕ И ЯГОДОВОДСТВЕ**

**И.М. Куликов, акад. РАН; С.Н. Коновалов, к.б.н.; В.В. Бобкова;  
В.И. Петрова; Л.В. Помякшева; Всероссийский  
селекционно-технологический институт  
садоводства и питомниководства**



*Представлены результаты по эффективности прецизионных технологий применения удобрений в промышленном садоводстве и ягодоводстве.*

*Ключевые слова: садоводство, ягодоводство, интенсивные технологии возделывания, прецизионная агрохимия.*

Высокое качество, экологическая безопасность выращиваемой плодовой и ягодной продукции могут быть достигнуты применением промышленных технологий возделывания и систем удобрения, основанных на принципах биологизации, минимализации, снижения энергонасыщенности. Важным критерием, обеспечивающим сохранение почвенного плодородия при максимальной эффективности вносимых удобрений, стандартном качестве, экологической безопасности выращиваемой продукции, высоком уровне продуктивности и адаптивности растений является минимализация антропогенного воздействия на почву. Последней можно добиться путём применения прецизионных систем удобрения, основанных на точечном воздействии на сельскохозяйственные растения, непосредственно на их ризосферу, ограниченные микрзоны почвы, вследствие чего снижается воздействие на почвенный поглощающий комплекс (ППК). Прецизионные системы удобрения могут обеспечить максимальное сохранение и поддержание естественных биологических процессов, протекающих в почве при наибольшей эффективности применяемых удобрений, требуют использования и строгого соблюдения научно-технических разработок, высокой квалификации специалистов. Прецизионная агрохимия - оптимальное и компромиссное методологическое направление, которое позволяет преодолеть противоречие между химизацией, как неотъемлемой составной частью интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, и экологизацией, основанной преимущественно на принципах биологизации, объединить эти два по сути различных направления, обеспечить экологическую безопасность технологий при сохранении высокого уровня их интенсивности. Принципы и методологические основы прецизионной агрохимии особенно важны для вопросов применения микроудобрений ввиду низких доз и концентраций их внесения. В экологически безопасных прецизионных технологиях необходимы точечное локальное внесение специальных форм удобрений, микробиологических биопрепаратов, применение регуляторов роста растений таким образом, чтобы их действие было направлено на ризосферу, минимально воздействовало на поч-

венный поглощающий комплекс и почвенный микробиоценоз (аборигенную микрофлору), поддерживая тем самым гомеостаз почвы. В прецизионных технологиях следует вносить твёрдые минеральные удобрения локально (в борозды, щели, экранами, очагами и т.д.), жидкие – локально инъектированием в почву, путём фертигации с надпочвенным или внутривредным капельным поливом (рис. 1, 2).



Рис. 1. Современный промышленный интенсивный сад яблони с системой для фертигации с капельным поливом



Рис. 2. Система подготовки воды и растворный узел для приготовления питательного раствора для фертигации с капельным поливом в интенсивном саду яблони

При таком локальном внесении на структурно-организационном микроуровне почвы достигается необходимая степень локализации адресного питания растений с минимальным воздействием на почву. Чтобы вносимые с удобрениями питательные вещества меньше взаимодействовали с ППК, требуется применять удобрения, содержащие хелатирующие компоненты, обеспечивающие их взаимосвязь с ризосферой и минимальную нагрузку на почву. Эффективность микробиологических биопрепаратов при внесении в почву снижается из-за гомеостаза почвы, вызванного гетерогенностью аборигенной микрофлоры почвы, устойчиво занимающей определённые ниши (локусы) в почве. Прецизионными приёмами, повышающими эффективность биопрепаратов и снижающими их воздействие на почвенный микробиоценоз, являются создание в почве микроочагов путём внесения микробиологических препаратов в составе содержащих минеральные удобрения гранул из органического субстрата, капсулирование микроорганизмов (полимерами и т.д.), предварительная иммобилизация микроорганизмов на минеральном адсорбенте или органическом субстрате.

В ВСТИСП в полевых и вегетационных опытах изучали эффективность прецизионных приёмов внесения минеральных, органических удобрений и микробиологических биопрепаратов под плодовые и ягодные растения [1-8].

В полевом опыте по изучению прецизионных способов внесения удобрений и биопрепаратов, заложенном в интенсивном саду яблони на клоновых подвоях в Ленинском районе Московской области, была изучена эффективность локального внесения минеральных удобрений в прикорневую зону. Почва – дерново-подзолистая окультуренная среднесуглинистая на покровных суглинках. Год посадки сада – 2001. Схема посадки – 4,5 x 1,5 м, подвой – 62-396. Размер делянок 1,5 x 1,5=2,25 м<sup>2</sup>. Расположение делянок по вариантам – рендомизированное. Повторность четырёхкратная, в каждой повторности (делянке) по два учётных дерева. Внесение удобрений: локальное в щели глубиной 40 см, в две строки, подпочвенное по вертикальной стенке в зону подрезки и формирования молодых корней воздушным потоком с помощью вибрационного глубокорыхлителя VR 500 (Словения) (рис. 3).

В опыте установлено, что локальное внесение минеральных удобрений в прикорневую зону в щель более эффективно, чем вразброс: повысилась продуктивность растений на 33,1%, среднегодовое увеличение диаметра штамба составило 102,7% (табл. 1).

В настоящее время всё более широко применяют прецизионное внесение удобрений под культуры, возделываемые в открытом грунте, путём фертигации с капельным поливом. Рациональное применение этой технологии удобрения обеспечивает снижение нагрузки на почву и повышение эффективности усвоения элементов минерального питания из питательного раствора. Процессы адсорбции ППК вносимых с капельным поливом удобрений минимальны, элементы минерального питания поглощаются из вносимого в почву рабочего питательного раствора преимущественно корнями растений, без существенной трансформации их почвой. Это позволяет снизить антропогенную нагрузку на почву, остановить процессы её деградации, повысить эффективность удобрений и уменьшить энергозатраты.



Рис. 3. Вибрационный глубокорыхлитель VR 500 (Словения) для локального, в щели глубиной до 40 см, в две строки, подпочвенного внесения твёрдых гранулированных удобрений

**1. Влияние прецизионных способов внесения удобрений на продуктивность и вегетативный рост растений яблони сорта Спартан (2012-2015 гг.)**

Вариант опыта	Масса яблок, кг/растение	Число яблок на 1 растение	Увеличение диаметра штамба, мм
Фон -N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> вразброс	13,0	122	3,7
Фон +N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> локально в щель	17,3	157	7,5
Фон +N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> +(торф + сахара) в щель	17,3	157	6,0
Фон + N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> + (торф + Экстрасол + сахара) в щель	18,4	159	7,5
НСР <sub>05</sub>	F <sub>0</sub> < F <sub>T</sub>	F <sub>0</sub> < F <sub>T</sub>	F <sub>0</sub> < F <sub>T</sub>

При фертигации земляники необходимо применять оптимальные дозы, формы, концентрации, соотношения, сроки и режимы внесения удобрений с учётом свойств почв и сортовых особенностей растений. В исследованиях, проводимых во ВСТИСП, делается попытка обеспечить подачу удобрений с капельным поливом (фертигацию) под землянику таким образом, чтобы вносимые питательные вещества максимально поглощались растениями без непроизводительного их взаимодействия с почвенным поглощающим комплексом (рис. 4, 5).



Рис. 4. Промышленная плантация земляники, возделываемой по интенсивной технологии с мульчированием многострочных гряд плёнкой и внутрпочвенным капельным поливом с фертигацией



Рис. 5. Растворный узел с ПК и устройствами автоматизированного приготовления рабочего раствора для фертигации земляники с капельным поливом

Это достигается путём подбора режимов фертигации земляники (скорость, частота внесения, концентрация питательного раствора, формы удобрений и др.). Контроль питательного режима осуществляют путём экстрагирования из почвы форм питательных элементов, обладающих различной лабильностью (кислотная и водная вытяжки) [3, 4].

**2. Примерная схема фертигации плодоносящих насаждений земляники при возделывании по интенсивной технологии с капельным поливом на дерново-подзолистых среднеобеспеченных окультуренных почвах в Нечернозёмной зоне РФ с применением комплексных удобрений при урожайности 10-15 т/га**

Фаза развития растений, продолжительность фенофазы, дней	Марка удобрения, соотношение NPK в удобрении	Доза внесения удобрения за один полив, кг/га	Кратность внесения за фено-фазу	Доза внесения удобрения за фено-фазу, кг/га	Доза внесения элементов минерального питания за фазу, кг д.в./га					
					N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N <sub>общ.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
Рост растений (через 2 нед после начала вегетации), 15	Акварин №13 13-41-13	10	6	60	2,64	5,16	7,8	24,6	7,8	-
Перед цветением – начало цветения, 7	Акварин №14 17-6-18	10	3	30	2,4	2,7	5,1	1,8	5,4	-
Цветение – начало плодоношения, 15	Акварин №6 15-5-30 + 2 Mg	15	6	90	10,17	3,33	13,5	4,5	27	1,8
Плодоношение, 20	Акварин №6 15-5-30 + 2 Mg	15	9	135	15,26	5	20,23	6,75	40,5	2,7
Окончание плодоношения - начало закладки цветковых почек, 30	Акварин №11 18-18-18	10	12	120	12	9,6	21,4	21,6	21,6	-
Закладка цветковых почек - окончание вегетации, 30	Акварин №15 3-11-38+ 4	10	12	120	12	-	12	13,2	45,6	4,8
Всего за сезон					54,4	25,8	80,2	72,5	148	9,3

**Литература**

1. Бобкова В.В., Коновалов С.Н. К вопросу об эффективности методов прецизионной агроэкологии/ Сб. ВСТИСП «Плодоводство и ягодоводство России». Т. XXXX, 2014. – С. 49-53.
2. Коновалов С.Н., Бобкова В.В. Проблемы экологической безопасности технологий промышленного садоводства/ Мат. межд. науч.-метод. конф. «Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия культурных растений» 9-14 июня 2014 г. - Махачкала, Республика Дагестан: ДагНИИСХ. Т. 1. – С. 66-99.
3. Коновалов С.Н., Дебелова Д.Д., Петрова В.И., Помякицева Л.В. Подходы к оптимизации минерального питания плодовых и ягодных культур в высоких технологиях выращивания. - Мат. межд. науч. – практ. конф. «Научные основы минерального питания и применения удобрений в насаждениях плодовых культур». – 12-14 октября 2010 г. - Мичуринск – наукоград: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 2011. – С. 98-106.
4. Жученко А.А., Куликов И.М., Храменко В.В., Воробьев В.Ф., Коновалов С.Н. Прецизионное садоводство - основа высокой устойчивости и продуктивности садов//Садоводство и виноградарство. - 2013.- №5. – С. 19-22.
5. Коновалов С.Н., Петрова В.И. Технологический регламент по использованию биопрепаратов на землянике, крыжовнике и смородине красной, обеспечивающий получение экологически безопасной продукции /Под ред. И.М. Куликова. – М.: ВСТИСП, 2010. – 54 с.
6. Коновалов С.Н., Петрова В.И. Эффективность биологизированных

В результате многолетних исследований, проводимых в ВСТИСП по данному направлению, разработан технологический регламент фертигации земляники в Нечернозёмной зоне РФ [9]. Предложены режимы проведения фертигации с капельным поливом и методы диагностики минерального питания растений земляники (табл. 2).

Показано, что фертигация земляники с капельным поливом в открытом грунте на суглинистых почвах, обладающих значительной ёмкостью ППК, наряду с некорневыми подкормками, должна оставаться методом оперативных корневых подкормок растений и сопровождаться обязательным предварительным внесением в запровку в запас основного минерального удобрения при окультуривании и предпосадочной подготовке почвы под закладку земляничной плантации.

**Заключение.** Методы прецизионной агрохимии эффективны в экологизированных технологиях возделывания, применяемых в промышленном садоводстве и ягодоводстве. Они обеспечивают повышение эффективности удобрений, увеличение урожайности, качество и экологическую безопасность выращиваемой продукции, сохранение почвенного плодородия.

7. Коновалов С.Н., Петрова В.И. Эффективность биоудобрений в биологизированных прецизионных технологиях возделывания садовых культур/Проблемы агрогенной трансформации почв в условиях монокультуры. Мат. симп. «Развитие фундаментальных исследований по проблемам агрогенной трансформации почв в условиях монокультуры». - 26-30 августа 2013 г./ Под ред. Поповой В.П. – СКЗНИИСИВ, 2013. – С. 95-102.
8. Коновалов С.Н., Петрова В.И. Эффективность биоудобрений в саду яблони/Науч. тр. ГНУ СКЗНИИСИВ. Современные методы сохранения почвенного плодородия в условиях интенсивного возделывания плодовых культур и винограда. Мат. науч.-практ. форума «Роль экологизации и биологизации в повышении эффективности производства плодовых культур, винограда и продуктов их переработки.- Краснодар: СКЗНИИСИВ, 2013. – Т. 3. – С. 71-78.
9. Технологический регламент фертигации земляники с капельным поливом /Под ред. И.М. Куликова. – М.: ВСТИСП, 2016. – 92 с.

## **EFFICIENCY OF PRECISION FARMING TECHNOLOGIES IN INDUSTRIAL HORTICULTURE**

***I.M. Kulikov, S.N. Konovalov, V.V. Bobkova, V.I. Petrova, L.V. Pomyaksheva***  
***All-Russian Breeding and Technological Institute of Fruit-growing and Nursery,***  
***ul. Zagor'evskaya 4, Moscow, 115598 Russia*** E-mail: [vstisp.agrochem@yandex.ru](mailto:vstisp.agrochem@yandex.ru)

*Efficiency of precision fertilization technologies in industrial fruit and berry growing has been studied.*

*Keywords; fruit growing, berry growing high input cultivation technologies, precision Agrochemistry.*