

также потоков метеорологических данных и данных тепловой съемки объекта мониторинга. Для практической реализации сбора, обработки и последующей интеграции данных мониторинга в базу геоданных, связанную со специализированным программным обеспечением, необходимо эти процессы автоматизировать [163, 186].

В настоящее время не существует методов, с помощью которых можно формировать наборы данных для практической реализации дождевания посевов сельскохозяйственных культур с использованием современных цифровых технологий. Для создания технологических карт реализации пространственно-дифференцированного дождевания необходимы новые научные знания и практический опыт комплексного использования методов электромагнитной влагометрии, основанных на применении инвазивных и не инвазивных приборов и оборудования, а также методов их пространственного анализа и синтеза. Улучшение пространственных данных влагозапасов масштаба сельскохозяйственного поля за счет комплексного использования методов электромагнитной влагометрии является новой областью знаний, требующей междисциплинарных теоретических исследований, а также проведения полевых исследований с привлечением аэрокосмического мониторинга и компьютерного моделирования.

9.3. Использование инновационных технологических приемов орошения при возделывании двух урожаев (Гавриловская Н.В., Гаспарян И.Н., Дубенок Н.Н., Ермолаева О.С., Зейлигер А.М., Ивашова О.Н., Михеев П.А., Палиивец М.С., Петухова М.В., Подобный А.В., Снежко В.Л., Солошенко А.Д., Шабанов В.В., Щедрина Е.В.)

Картофель – культура, требовательная к влаге. Из-за высокой потребности во влаге урожайность сухого вещества биомассы с гектара выше, чем у других культур и достигает более 10 т/га при урожайности клубней 30

т/га. Картофель также потребляет большое количество воды для получения единицы урожая, который определяется характеристиками зоны, сортом и уровнем агротехники. В засушливых зонах орошение является одним из наиболее важных способов управления ростом и развитием картофеля и повышения его урожайности. Осадки в течение вегетационного периода выпадают нерегулярно, что часто приводит к сильному дефициту влаги во время клубнеобразования и роста клубней, а иногда и к сильным засухам. В результате урожайность часто бывает низкой и нестабильной из года в год. Орошение является одним из важнейших способов управления ростом и развитием картофеля и повышения его урожайности, с этой целью были обоснованы технологические приемы орошения при возделывании двух урожаев картофеля в условиях Московской области.

Исследования проводились в УНПЦ Овощная опытная станция ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Почвы по типу дерново-подзолистые, по механическому составу - среднесуглинистые, малогумусные - 2,2 %, окультуренные, рН сол. 5,6.

Варианты в опыте были размещены случайным способом. Площадь одной опытной делянки 25 м². Схема посадки – 70×35 см. Густота стояния 46,7 тысяч растений/га. На посадку использовали клубни средней фракции (40_80 г), крупной фракции (> 80 г), элиту. Сроки посадки: 1) – при прогревании почвы до 6_8 °С., как правило, в конце апреля - начале мая; 2) 15 июля_16 июля. Посадка осуществлялась однорядной картофелесажалкой для полевых исследований. Технология возделывания базовая с междурядьями 70 см, состояла из технологических модулей, таких как обработка почвы, подготовка посадочного материала, посадка, уход, уборка урожая. Обработка почвы под первую посадку состояла из осенней вспашки (плуг ПЛН-3-35), ранневесеннего боронования (БЗСС – 1,0), фрезерования с горизонтальной осью вращения (ФН-1,2) и нарезки гребней (КОН–2,8), под вторую посадку из фрезерования (ФН-1,2.) и нарезки гребней (КОН–2,8). Подготовка посадочного материала включала световое проращивание, как для первой, так и второй посадки.

Отличалась посадочная фракция: для первой посадки использовали крупную фракцию, для второй среднюю. При второй посадке применяли глауконитовые пески в посадочное ложе в разной дозировке. Уход за растениями состоял из междурядной обработки и окучивания культиватором. Уборка осуществлялась в середине июля и в конце сентября вручную, в связи с анализом структуры урожая, используя методику исследований по культуре картофеля (ВНИИКХ, 1967).

Варианты первого урожая: 1) средняя фракция без проращивания, 2) средняя фракция с проращиванием; 3) крупная фракция с проращиванием. Уборка осуществлена 15 июля.

Использовали природный минерал (глауконит), имеющий микроагрегатные зерна размером от 0,01 до 0,8 мм, в составе которого имеются микроэлементы: марганец, медь, кобальт, никель, бор, ванадий, фосфор и калий и т.д. [22]. Посадка второго урожая была осуществлена сразу после уборки первой посадки на освободившееся место посадочным материалом прошлого года тех же сортов, весь посадочный материал пророщен. Варианты посадки второго урожая: 1) контроль; 2) + глауконитовые пески 30 г/куст; 3) + глауконитовые пески 20 г/куст. При уходе за посадкой второго урожая была произведена капельное орошение из расчета 5-6 мм на 1 растение.

Опыт показал, что клубни картофеля, полученные от растений, вегетация которых приходится на конец июля и август (второй урожай), остаются здоровыми и высокопродуктивными. Следовательно, технологические приемы орошения при возделывании двух урожаев картофеля имеют новизну и актуальны для сельскохозяйственного производства. Убирая ранний картофель дважды, можно сократить импорт продукции в июле и предложить высококачественную продукцию в позднесенний период. Собранный ранняя продукция продается по более высокой цене, что обеспечивает более высокую рентабельность для сельхозпроизводителя. Продукция второго урожая характеризуется небольшими размерами, хорошим вкусом и высокой питательной ценностью, что в последние годы по достоинству оценили

профессионалы ресторанного дела и люди, заботящиеся о здоровом питании. Спрос на этот картофель остается высоким, и цена на него также высока.

Всходы первой посадки в редкие годы могут повреждаться низкими температурами. Так в 2020 г. на поле ночью был заморозок до -1 °С. Повреждение было отмечено в контрольном варианте краев отдельных листьев растений. Всходы растений изучаемых вариантов, посаженные пророщенными клубнями не претерпела никаких изменений. Необходимо отметить, что проращивание на свету (рассеянном) способствует устойчивости от заморозков в ранневесенний период, об этом свидетельствуют и исследования других ученых. Крупные клубни также меньше страдают от стрессовых ситуаций, так как имеют большой запас питательных веществ. Поэтому для получения продукции картофеля в ранние сроки или получения двух урожаев предпочтительнее использовать на посадку крупные по величине клубни.

При выращивании двух урожаев следует отметить некоторые особенности роста и развития картофеля, в связи с тем, что растения развиваются в разных условиях: отличается длина дня, температурный и режим влажности. Картофель имеет высокие требования к влажности почвы, и оптимальные параметры поддерживаются в основном за счет осадков и орошения в течение вегетационного периода. Однако решающее значение имеет не только количество осадков и орошения в течение вегетационного периода, но и их распределение по периодам роста и развития. Но важно не только количество осадков и орошения в вегетационный период, но и их распределение по периоду роста и развития. В начале и конце вегетационного периода потребности в воде самые низкие. В частности, вода необходима с момента бутонизации до прекращения роста ботвы. После прорастания и начала цветения начинается быстрый рост клубня, который сильно зависит от температуры и влажности почвы. Недостаток влаги в это время едва заметен на внешней стороне растения, но приводит к тому, что органические вещества практически не переносятся с листа на лист. Органическое вещество из листьев практически не поступает в клубень, а используется для роста ботвы. Таким

образом, критический период потребления воды картофелем (когда недостаток воды вызывает необратимые процессы в развитии растений) совпадает с периодом бутонизации и длится до цветения.

Существует несколько методов орошения картофеля. При выращивании второго урожая картофеля было применено капельное орошение (рисунок 9.2).

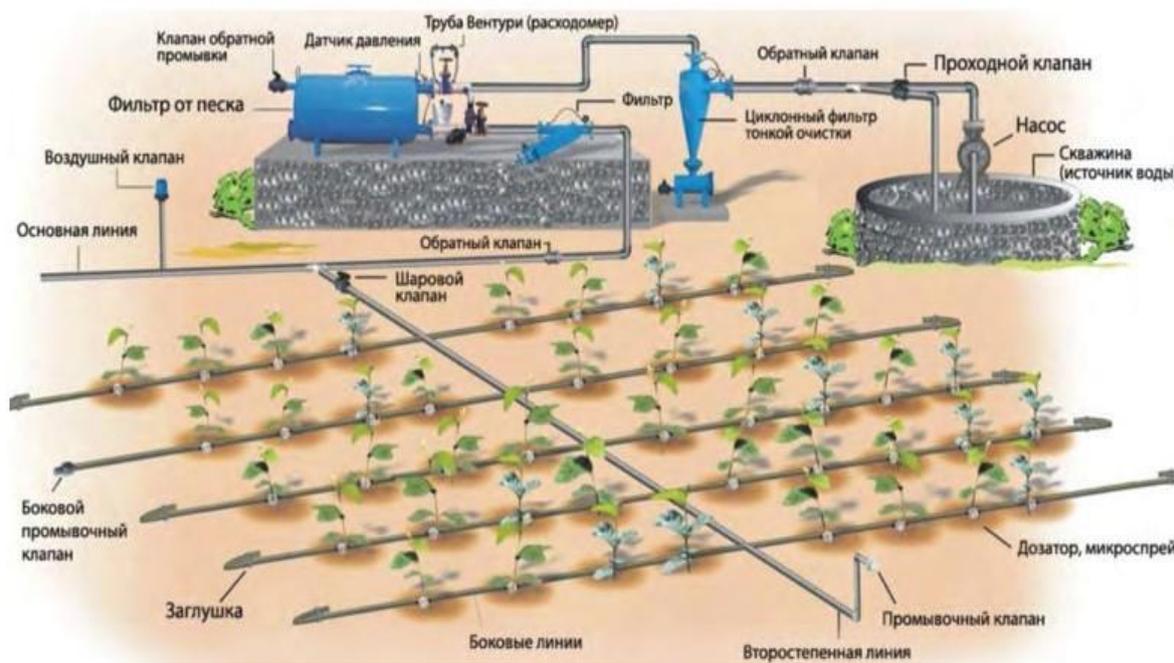


Рисунок 9.2 – Совершенствованная автоматизированная система капельного орошения картофеля с экономией оросительной воды

К преимуществам капельного орошения относятся:

- экономия поливной воды (до 50% по сравнению с традиционными методами при правильном управлении);
- улучшенная аэрация почвы (почва не перенасыщена водой, поэтому кислорода в почве достаточно для удовлетворения потребностей корней растений в дыхании);
- формирование разветвленной корневой системы, способной более интенсивно потреблять воду и питательные вещества из почвы;
- необходимые питательные вещества могут поступать непосредственно к корням;

- капельное орошение сохраняет листья картофеля сухими, сводя к минимуму заболевания и обеспечивая более длительное сохранение фунгицидов и инсектицидов на листьях;

- междурядья на грядках всегда сухие, поэтому уход и уборку урожая можно проводить в любое время;

- не образуется почвенная корка и не разрушается структура почвы.

Анализ данных продуктивности картофеля за 2019-2020 гг. (таблица 9.3) с учетом того, что в исследуемых годах вегетационные периоды были благоприятными, показал, что результаты всех сортов картофеля были лучше с применением орошения. Так, например, средний показатель урожайности за два года, при сравнении всех исследуемых сортов картофеля, у контрольных вариантов повысился и составил у сорта Метеор в 2019 г 12,2 т/га после применения орошения (на 3,8 т/га выше, по сравнению с показателем урожайности без применения орошения), и, соответственно, у сорта Жуковский 18,4 т/га (на 5 т/га выше), у сорта Удача 27,4 т/га (на 6,9 т/га выше), у сорта Снегирь 24,9 (на 5,9 т/га выше), у сорта Ред Скарлет 20,3 (на 5,5 т/га выше).

Таблица 9.3

Продуктивность второго урожая картофеля с применением и без применения орошения, т/га

Сорта	Урожайность				Среднее за 2 года		Разница между средними показателями с орошением и без орошения
	2019 г.		2020 г.		без орошения	с орошением	
	без орошения	с орошением	без орошения	с орошением			
Метеор 1)	10,5	12,2	19	23,2	20	23,8	3,8
Метеор 2)	14,7	17,2	23,8	28,8	26,6	31,6	5
Метеор 3)	13,3	15,4	23,6	28,8	25,1	29,8	4,7
Жуковский 1)	15,9	18,4	24,6	29,5	28,2	33,2	5
Жуковский 2)	18,9	21,9	25,8	31,5	31,8	37,7	5,9
Жуковский 3)	17,4	20,2	25,5	30,9	30,2	35,7	5,5
Удача 1)	23,4	27,4	26,5	32,3	36,7	43,6	6,9
Удача 2)	26,7	30,7	29,4	35,9	41,4	48,7	7,3
Удача 3)	24,9	28,9	29,1	35,5	39,5	46,7	7,2
Снегирь 1)	21,5	24,9	22,2	27,1	32,6	38,5	5,9
Снегирь 2)	23,4	27,1	23,7	29,2	35,3	41,7	6,4
Снегирь 3)	23,3	27,3	23,4	28,5	35	41,6	6,6

Ред Скарлет 1)	17,5	20,3	24,5	29,9	29,8	35,3	5,5
Ред Скарлет 2)	22,1	25,4	26,5	32,3	35,4	41,6	6,2
Ред Скарлет 3)	20,1	23,3	25,3	30,6	32,8	38,6	5,8
НСР 05 по сорту	0,66		0,99				
НСР 05 по вар.	0,51		0,77				
НСР05 А-В	1,15		1,24				

1) контроль; 2) + глауконитовые пески 20 г/куст; 3) + глауконитовые пески 30 г/куст

Наблюдения показали, что максимальное увеличение продуктивности было у всех вариантов (контроль, контроль + глауконитовые пески 30 г/куст) сортов Удача и Снегирь в количественном сравнении. Эти сорта среднеранние, а при возделывании во второй половине лета, дни укорачиваются, температура более высокая, межфазные периоды протекают быстрее, клубнеобразование начинается быстрее и темпы накопления урожая также увеличиваются. Темпы накопления урожая клубней является признаком наследственных свойств растений и комплекса внешних условий. Это подтверждается не только нашими, но и исследованиями других авторов [55].

Эффективность применения орошения при возделывании второго урожая картофеля в условиях Московской области показала положительный результат. По всем сортам и вариантам наблюдается увеличение показателя урожайности в пределах +14%...+18% (рисунок 9.3).

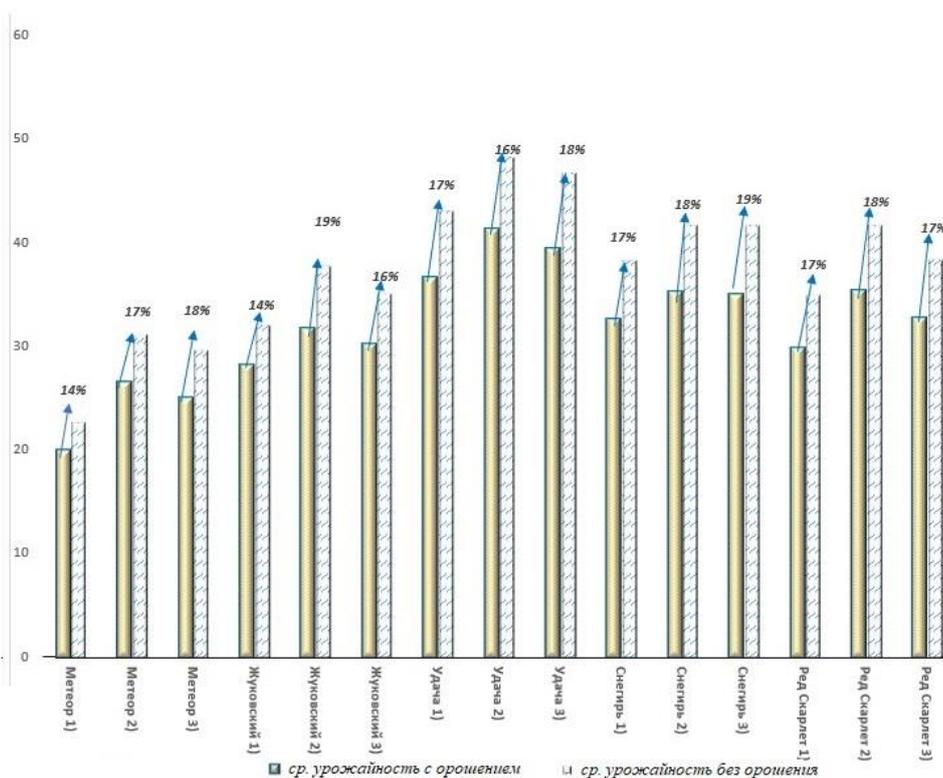


Рисунок 9.3 – Эффективность использования орошения при возделывании второго урожая картофеля, %

Результаты исследования показали, что возделывание второго урожая картофеля с использованием капельного орошения выгодно и позволяет не только дополнительно увеличить продуктивность на 14...18% картофеля, но и улучшить товарный вид клубней благодаря их форме, уменьшению растрескиваемости, а также стабилизировать биохимические параметры клубней, что является очень важным показателем для промышленной переработки картофеля.

9.4. Создание автоматизированного расходомера на основе аддитивных технологий (Гавриловская Н.В., Гаспарян И.Н., Дубенок Н.Н., Ермолаева О.С., Зейлигер А.М., Ивашова О.Н., Михеев П.А., Паливец М.С., Петухова М.В., Подобный А.В., Снежко В.Л., Солошенко А.Д., Шабанов В.В., Щедрина Е.В.)