

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ И ДИНАМИКУ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В МОЛОДОМ ВИШНЕВОМ САДУ

*Н.Н. Дубенок, ак. РАН, А.В. Гемонов, д.с.-х.н., Е.С. Калмыкова,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева
127505, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49
E-mail: kalmukova.es@rgau-msha.ru*

Изучено влияние технологии орошения при капельном поливе молодого вишневого сада на вынос питательных веществ из корнеобитаемого слоя почвы в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России. Научные исследования проводились на территории учебно-опытного хозяйства лаборатории плодоводства «Мичуринский сад» РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева с 2023 по 2025 г. Двухфакторный полевой опыт заложен в 2022 г. Первый фактор (режим увлажнения почвы при капельном орошении) включал варианты с поддержанием влажности почвы в диапазоне: 1) 60-80% наименьшей влагоемкости (НВ); 2) 70-90% НВ; 3) 80-100% НВ; 4) контроль (без орошения). В качестве второго фактора выступали сорта вишни Волочаевка и Молодежная. Наиболее благоприятные результаты за годы опыта получены при влажности 60-80 % НВ для сорта Волочаевка и 70-90 % НВ для сорта Молодежная. Эти режимы обеспечивают стабилизацию реакции среды на уровне 6,0–6,3, сбалансированное содержание форм азота, высокие показатели подвижного фосфора и калия и сохранение гумусового горизонта. Поддержание влажности выше 90 % НВ приводит к потере органического вещества и вымыванию питательных элементов, тогда как при дефиците влаги без орошения происходят закисление и угнетение биологических процессов. Оптимизация режимов капельного орошения в пределах 60-90 % НВ позволяет не только повысить эффективность использования влаги и питательных веществ, но и обеспечить долговременное сохранение плодородия почвы, что является ключевым фактором устойчивого функционирования садовых агроценозов.

Ключевые слова: технология орошения, капельный полив, молодой вишневый сад, вынос питательных веществ.

Для цитирования: Дубенок Н.Н., Гемонов А.В., Калмыкова Е.С. Влияние режимов капельного орошения на агрохимические свойства почвы и динамику питательных элементов в молодом вишневом саду// Плодородие. – 2025. – №6. – С. 73-77. DOI: 10.25680/S19948603.2025.147.14.

В современных системах земледелия широко применяются различные способы орошения, такие как полив по бороздам, затоплением, дождевание, капельный, внутрипочвенный и др. Исследования показывают, что поверхностные способы орошения ведут к усиленному выносу питательных веществ, так как при поверхностном проливе воды наблюдается широкий фронт движения раствора. Это приводит к ускоренному миграционному выносу нитратов, фосфатов и калия из активного слоя, а также к потерям органической массы [1].

При дождевании влага распределяется более равномерно, чем при поверхностном способе орошения, но всё же создаются значительные перепады насыщения почвы и возникает риск выноса растворимых форм элементов питания при интенсивных поливах. Помимо этого, наблюдаются рост мобильных форм азота и калия в поверхностных слоях и их снижение вниз по профилю, что свидетельствует об их вертикальной миграции [5].

При капельном и внутрипочвенном орошении отмечаются минимальный вынос питательных веществ и лучшая их локализация в активном слое почвы благодаря низкому расходу воды и более равномерному увлажнению. Исследование многолетнего капельного орошения под плодовыми насаждениями показало снижение потерь обменных катионов и меньшую динамику их миграции по профилю по сравнению с традиционными методами [4].

По сравнению с поливом по бороздам и дождеванием, капельное орошение при правильных нормах обеспечивает меньший вынос органических веществ за счёт локализации потока и снижения глубины фильтрации [3]. При увеличении норм полива возможна локальная

засоленность под эмиттерами, изменяющая сорбционные свойства и миграцию органических соединений. Многочисленные исследования показывают, что при многолетнем капельном орошении наблюдается снижение содержания органического вещества в верхнем горизонте из-за усиленной минерализации и перераспределения органического вещества по профилю [2, 6].

При режимах 60-80 и 70-90 % НВ капиллярная влагоёмкость поддерживается без избыточной фильтрации, что минимизирует вынос органических веществ. При 80-100 % НВ возможно вымывание растворимых фракций, особенно на лёгких почвах и при высоких дозах фертигации [2].

Методика. Полевые исследования проводили на территории учебно-опытного хозяйства лаборатории плодоводства «Мичуринский сад» РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Двухфакторный полевой опыт заложен в 2022 году. Перед закладкой опыта было внесено органическое удобрение в виде конского навоза с опилками в дозе 100 т/га. Первый фактор (режим увлажнения почвы при капельном орошении) включал варианты с поддержанием влажности почвы в диапазоне: 1) 60-80% НВ; 2) 70-90% НВ; 3) 80-100% НВ; 4) контроль (без орошения). В качестве второго фактора выступали сорта вишни Волочаевка и Молодежная. Почва – агродерново-подзолистая глеевая глубокопахотная слабоосветлённая поверхностно оглеенная легкоуглинистая песчано-крупнопылеватая на ледниковых отложениях. Значение наименьшей влагоемкости определяли методом малых заливаемых площадок, для достижения уровня предполивного порога влажности почвы на опытном участке по вариантам опыта были установлены тензиометры (по три в каждом варианте). Когда

предполивной порог достигался, значения влажности почвы уточняли диэлькометрическим методом (почвенным влагомером TR 46908). Несмотря на высокую производительность, этот метод имеет существенный недостаток: меньшую точность измерения по электрофизическим характеристикам почвы, которая изменяется в зависимости от почвенных и температурных условий. Для повышения точности проводимых измерений тензиометр и почвенный влагомер откалибровали в конкретных почвенных условиях опытного участка при помощи термостатно-весового метода. Наряду с этим, используемый почвенный влагомер выполнял функцию автоматической температурной компенсации. Определение потенциальной кислотности (pH_{KCl}) проводили по ГОСТу 26483-85 (потенциальная кислотность измеряется по шкале от 0 до 14, где 7 – нейтральная среда, < 7 – кислая среда, > 7 – щелочная), содержание подвижного аммонийного азота – по ГОСТу 26489-85, подвижного нитратного азота – по ГОСТу 26488-85, определение подвижного фосфора по ГОСТу Р 54650-2011,

подвижного калия – по ГОСТу Р 54650-2011, органического вещества почвы – по ГОСТу 26213-2021. Отбор образцов почвы проводили в конце вегетационного периода ежегодно в каждом варианте режима орошения в трех повторностях на глубине 50 см в зоне расположения основной массы корней.

Для всех агрохимических показателей (pH_{KCl} , $N-NH_4$, $N-NO_3$, P_2O_5 , K_2O , гумус) в таблицах 1-3 представлены средние значения и доверительные интервалы на уровне вероятности $P = 0,95$. Доверительный интервал отражает диапазон, в котором с 95%-ной вероятностью находится истинное значение показателя. Для количественной оценки различий была рассчитана НСР.

Результаты и их обсуждение. При ежегодном анализе образцов почвы получены результаты (табл. 1-3) с учетом погрешности лабораторного определения, соответствующей требованиям ГОСТа. Результаты исследований, проводимых в 2023 г., представлены в таблице 1.

1. Содержание основных элементов питания и органического вещества в почве при разных режимах увлажнения (2023 г.)

Режим орошения	pH_{KCl}	$N-NH_4$	$N-NO_3$	P_2O_5	K_2O	Гумус, %
		мг/кг				
<i>Сорт Волочаевка</i>						
60-80% НВ	5,23 ± 0,20	29,0 ± 2,9	3,8 ± 0,8	133 ± 16,0	186,6 ± 18,7	3,8 ± 0,6
70-90% НВ	5,48 ± 0,20	29,2 ± 2,9	3,5 ± 0,7	84,2 ± 10,1	95,7 ± 14,4	3,5 ± 0,5
80-100% НВ	5,84 ± 0,20	29,6 ± 3,0	9,2 ± 0,7	346 ± 41,5	471,7 ± 47,2	3,7 ± 0,6
Контроль (б/о)	5,07 ± 0,20	28,4 ± 2,8	3,6 ± 0,7	104 ± 12,5	301,7 ± 30,0	3,1 ± 0,5
НСР	0,29	0,32	0,23	5,32	4,34	0,19
<i>Сорт Молодёжная</i>						
60-80% НВ	5,22 ± 0,20	30,8 ± 2,3	3,6 ± 0,7	168 ± 20,2	181,1 ± 18,1	3,5 ± 0,5
70-90% НВ	5,49 ± 0,20	31,1 ± 2,3	3,1 ± 0,6	181 ± 21,7	218,1 ± 21,8	4,0 ± 0,6
80-100% НВ	5,70 ± 0,20	32,1 ± 2,4	3,4 ± 0,7	251 ± 30,1	432,6 ± 43,3	3,1 ± 0,5
Контроль (б/о)	4,05 ± 0,20	29,3 ± 2,9	3,2 ± 0,6	53,5 ± 6,4	89,3 ± 13,4	3,3 ± 0,5
НСР	0,16	0,46	0,19	5,05	3,55	0,19

В 2023 г. у вишни сорта Волочаевка с ростом влажности pH увеличился. Орошение способствует выравниванию кислотности и смещению реакции среды к слабокислой, близкой к нейтральной. Повышение pH связано с промывочным эффектом влаги: удалением кислотных катионов (H^+ , Al^{3+}), поступлением Ca^{2+} и Mg^{2+} , а также с улучшением обменных процессов в увлажнённой зоне.

Содержание $N-NH_4$ растёт с увеличением влажности. Это связано с активной минерализацией органического вещества при оптимальной аэрации и высокой микробной активности, а также с меньшей подвижностью аммонийной формы в сравнении с нитратной, что предотвращает её вымывание при поливе.

В почве на делянках сорта Волочаевка наблюдается рост нитратов ($N-NO_3$) при максимальной влажности 80-100 % НВ. У сорта Молодёжная значения стабильны. Повышение нитратного азота при данном режиме указывает на активное нитрифицирование аммонийной формы при хорошей аэрации и достатке органического субстрата после внесения конского навоза с опилками.

Содержание подвижного фосфора (P_2O_5) при выращивании вишни сорта Волочаевка варьируется. С ростом влажности увеличивается доступность фосфора, что связано с улучшением диффузии и переходом труднорастворимых соединений в подвижные формы, а также с повышением микробной активности, минерализующей органические фосфаты.

В почве при выращивании сортов Волочаевка и Молодёжная наблюдается рост K_2O при 80-100 % НВ по сравнению с контролем. Повышение содержания калия при поливе объясняется усилением его мобилизации из почвенных минералов и накоплением в зоне активного

слоя почвы вследствие равномерного увлажнения и промывки солей из поверхностных горизонтов.

По содержанию органического вещества при выращивании вишни сортов Волочаевка и Молодёжная различия между вариантами невелики. Это объясняется внесением конского навоза с опилками (100 т/га) перед посадкой на всю площадь молодого сада. Незначительное повышение гумуса в вариантах орошения связано с лучшими условиями микробиологической активности и накоплением корневых остатков.

В 2023 г. сразу после внесения органических удобрений различия между вариантами по большинству показателей были незначительны. Орошение выравнивало кислотность и повышало доступность элементов питания (P, K, N), особенно при влажности почвы 80-100 % НВ. При этом уровень гумуса оставался стабильным, что отражает равномерное распределение внесённого органического удобрения по участкам. Наиболее сбалансированным режимом по совокупности параметров был диапазон влажности 70-90 % НВ, при котором отмечена высокая обеспеченность элементами питания при умеренных значениях pH и стабильном содержании органического вещества. По данным 2023 г., различия между режимами орошения по большинству показателей (pH , $N-NH_4$, $N-NO_3$, гумус) укладывались в доверительные интервалы, что указывает на умеренную вариабельность почвы в первый год после внесения органического удобрения (100 т/га с опилками). Уровень НСР был относительно низким (0,16 и 0,46 соответственно для pH и азота). Это означает высокую точность измерений и

достоверность выявленных различий между режимами орошения.

В 2024 г. были отобраны образцы почвы на содержа-

ние в ней основных элементов питания и органического вещества при разных режимах увлажнения. Результаты исследований представлены в таблице 2.

2. Содержание основных элементов питания и органического вещества в почве при разных режимах увлажнения (2024 г.)

Режим орошения	рН _{KCl}	МГ/КГ				Гумус, %
		N-NH ₄	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	
<i>Сорт Волочаевка</i>						
60-80% НВ	5,75 ± 0,20	38,3 ± 2,9	6,6 ± 0,5	336,0 ± 40,3	535,6±53,6	4,4 ± 0,7
70-90% НВ	5,84 ± 0,20	39,2 ± 2,9	15,9 ± 1,2	199,0 ± 23,9	234,9±23,5	4,2 ± 0,6
80-100% НВ	5,96 ± 0,20	41,9 ± 3,1	3,3 ± 0,7	285,0 ± 34,2	418,4±41,8	2,7 ± 0,5
Контроль (б/о)	5,49 ± 0,20	36,2 ± 2,7	16,8 ± 1,3	342,0 ± 41,0	424,1±42,1	1,4 ± 0,4
НСР	0,58	0,54	0,46	6,32	5,67	0,19
<i>Сорт Молодёжная</i>						
60-80% НВ	5,63 ± 0,20	39,1 ± 2,9	4,1 ± 0,8	378,0 ± 45,5	528,8±52,9	2,0 ± 0,4
70-90% НВ	5,88 ± 0,20	40,3 ± 3,0	8,0 ± 0,6	332,0 ± 39,8	536,9±53,7	1,9 ± 0,4
80-100% НВ	6,03 ± 0,20	44,1 ± 3,3	4,6 ± 0,9	322,0 ± 38,6	300,1±30,0	2,0 ± 0,4
Контроль (б/о)	5,51 ± 0,20	36,4 ± 2,7	3,6 ± 0,7	364,0 ± 43,7	517,2±51,7	1,6 ± 0,3
НСР	0,13	0,52	0,25	6,17	5,65	0,19

В 2024 г. у сортов вишни Волочаевка и Молодёжная при увеличении влажности почвы наблюдается повышение рН. Это свидетельствует о выравнивании кислотности почвенного раствора и переходе среды от кислой к слабокислой под влиянием капельного орошения. Повышение рН связано с промывочным эффектом оросительной воды, выносом ионов водорода и алюминия из почвенного поглощающего комплекса и поступлением оснований кальция и магния, что способствует снижению кислотности.

Содержание аммонийного азота (N-NH₄) у сортов Волочаевка и Молодёжная увеличивается при повышении влажности почвы. Это указывает на активизацию процессов минерализации органического вещества и усиление аммонификации при достаточном увлажнении, в то время как на контроле ограниченная влажность тормозит микробиологическую активность.

Концентрации нитратного азота (N-NO₃) у Волочаевки достигают максимума на контроле, затем снижаются при влажности 80-100 % НВ. У сорта Молодёжная отмечается наибольшее накопление нитратов при влажности 70-90 % НВ, тогда как на контроле и при других режимах содержание существенно ниже. Снижение нитратов в увлажнённых вариантах связано с их активным поглощением растениями и частичным переходом азота в аммонийную форму, а высокие значения на контроле объясняются поверхностным накоплением нитратов из-за дефицита влаги и слабого выноса.

Содержание подвижного фосфора (P₂O₅) у сорта Волочаевка снижается при влажности 70-90 % НВ, тогда как у сорта Молодёжная максимальные значения достигаются при 60-80 % НВ. Это связано с оптимальной влажностью для минерализации органических фосфатов и перехода труднорастворимых соединений в доступные формы, тогда как при более высоких уровнях влажности (70-90 и 80-100 % НВ) часть фосфора фиксируется и вымывается из корнеобитаемого слоя.

Обменный калий (K₂O) у сортов Волочаевка и Молодёжная в зависимости от влажности варьирует. Наиболее высокие значения фиксируют при влажности 60-80 и 70-90 % НВ, что связано с равномерным распределением влаги и оптимальной подвижностью ионов калия в зоне активных корней. При 80-100 % НВ происходит частичное вымывание калия, а на контроле концентрация калия повышена за счёт накопления в сухом верхнем горизонте.

Содержание органического вещества у Волочаевки по сравнению с контролем повышается при влажности 60-

80 и 70-90 % НВ, затем снижается при 80-100 % НВ. У сорта Молодёжная гумус имеет небольшое снижение при 70-90 % НВ. Повышение гумуса при умеренном увлажнении обусловлено оптимальными условиями для микробиологической активности и накопления корневых остатков, тогда как при избыточной влажности активизируются минерализация органического вещества и вынос растворимых органических соединений.

В целом, капельное орошение в 2024 г. обеспечило улучшение агрохимических свойств почвы по сравнению с контролем. Наиболее сбалансированные результаты отмечены при влажности почвы 60-80 % НВ у сорта Волочаевка и 70-90 % НВ у сорта Молодёжная. Эти режимы характеризуются оптимальными значениями рН, высоким содержанием аммонийного азота, фосфора и калия, а также лучшей сохранностью органического вещества. Режим 80-100 % НВ требует контроля из-за риска вымывания калия и снижения гумуса, тогда как контроль без орошения сопровождается повышенной кислотностью и ухудшением питания растений.

В 2024 г. доверительные интервалы по питательным элементам (особенно P₂O₅ и K₂O) были существенно шире, чем в 2023 г. из-за накопления межвариантной и внутривариантной разницы во втором сезоне после внесения органических веществ (корнепады, микробиомасса). Однако НСР для большинства показателей оставался ниже амплитуды межвариантных различий, что подтверждает статистическую значимость выявленных тенденций.

В 2025 г. были отобраны образцы почвы на содержание в ней основных элементов питания и органического вещества при разных режимах увлажнения. Результаты исследований представлены в таблице 3.

В 2025 г. у сортов вишни Волочаевка и Молодёжная при росте влажности рН повышается. Выравнивание кислотности и смещение к слабокислой/нейтральной реакции связаны с промывочным эффектом полива, а также с поступлением оснований с водой и усилением катионного обмена в увлажнённой зоне.

Содержание аммонийного азота (N-NH₄) в почве при выращивании сортов Волочаевка и Молодёжная повышается при увеличении влажности. Рост аммонийной формы объясняется усилением минерализации свежих остаточных органических соединений и снижением нитрификации в более увлажнённых, местами слабоаэробных условиях, где NH₄⁺ дольше удерживается почвенным поглощающим комплексом.

3. Содержание основных элементов питания и органического вещества в почве при разных режимах увлажнения (2025 г.)

Режим орошения	рН _{KCl}	N-NH ₄	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумус, %
		мг/кг				
<i>Сорт Волочаевка</i>						
60-80% НВ	6,15 ± 0,20	48,8 ± 3,7	4,6 ± 0,9	401,0 ± 48,1	493,7 ± 49,4	4,5 ± 0,7
70-90% НВ	6,18 ± 0,20	53,4 ± 4,0	3,2 ± 0,6	200,0 ± 24,0	273,5 ± 27,4	4,3 ± 0,6
80-100% НВ	6,22 ± 0,20	55,2 ± 4,1	4,0 ± 0,8	299,0 ± 35,9	367,5 ± 36,8	1,4 ± 0,3
Контроль (б/о)	5,91 ± 0,20	44,3 ± 3,3	8,6 ± 0,6	380,0 ± 45,6	545,6 ± 54,7	0,7 ± 0,1
НСР	0,16	0,58	0,24	6,59	5,66	0,19
<i>Сорт Молодёжная</i>						
60-80% НВ	6,20 ± 0,20	54,4 ± 4,1	5,4 ± 0,4	418,0 ± 50,2	508,6 ± 50,9	5,1 ± 0,5
70-90% НВ	6,36 ± 0,20	43,5 ± 3,2	5,0 ± 1,0	395,0 ± 47,4	557,7 ± 55,8	6,3 ± 0,6
80-100% НВ	6,87 ± 0,20	58,2 ± 4,4	3,9 ± 0,8	116,0 ± 13,9	133,8 ± 13,4	2,0 ± 0,4
Контроль (б/о)	5,98 ± 0,20	31,8 ± 2,4	5,9 ± 0,4	407,0 ± 48,8	597,4 ± 59,7	1,2 ± 0,2
НСР	0,18	0,64	0,23	5,07	5,98	0,25

Максимальное содержание нитратного азота (N-NO₃, мг/кг) в почве при выращивании вишни сортов Волочаевка и Молодёжная выявлено на контроле. Понижение нитратов в орошаемых вариантах связано с переводом части азота в аммонийную форму при более низком органическом веществе почвы и большим потреблением нитратов растениями на фоне лучшей влагообеспеченности; пик на контроле – следствие слабого разбавления и меньшего поглощения корнями.

Содержание подвижного фосфора (P₂O₅) в почве при выращивании вишни сорта Волочаевка было больше на контроле и при влажности 60-80% НВ. У сорта Молодёжная оно снижалось при влажности 80-100% НВ. Рост при 60-80 % НВ объясним оптимальной влажностью для минерализации органических фосфатов и десорбции; падение при 80-100 % НВ – частичным выносом/фиксацией фосфора в менее доступные формы при избыточном увлажнении и промывке.

При выращивании вишни сорта Волочаевка выявлен высокий уровень обменного калия на контроле и при влажности 60-80 % НВ, снижаясь при влажности почвы 70-90 и 80-100% НВ, у сорта Молодёжная высокий уровень обменного калия так же на контроле и при 60–80%НВ/ 70-90%НВ. Концентрации калия на контроле частично выше из-за отсутствия промывки (концентрационный эффект) и меньшего выноса растениями; падение при влажности 80-100 % НВ указывает на вымывание калия из зоны корней и/или разбавление почвенного раствора.

Содержание органического вещества у сорта Волочаевка ниже, чем у сорта Молодёжная. Повышенные значения при влажности 60-80 и 70-90 % НВ обусловлены лучшим балансом «поступление органических веществ – минерализация» при оптимальной аэрации. Снижение при влажности 80-100 % НВ связано с ускоренной минерализацией и промывкой растворимых фракций органического углерода, а на контроле – с деградацией запаса органических веществ из-за дефицита влаги и слабого прироста биомассы.

В 2025 г. доверительные интервалы несколько сократились по сравнению с 2024 г., что указывает на стабилизацию и выравнивание почвенных условий под влиянием системы капельного орошения. Значения НСР остались в диапазоне, позволяющем уверенно различать варианты с разными режимами увлажнения. НСР показывает высокую достоверность различий между режимами 60-80 и 70-90 % НВ по сравнению с контролем и 80-100 % НВ. НСР подтверждает тенденцию, при которой оптимальные режимы сохраняют плодородие, тогда как избыточное увлажнение приводит к достоверным потерям органического вещества и вымыванию калия и фосфора.

В 2025 г. орошение стабилизирует реакцию среды и перераспределяет формы азота в сторону аммонийной, при этом оптимальным по сохранению органического вещества и обеспеченности элементами питания выступает диапазон 60-80 % НВ (для Молодёжной сопоставим по органическому веществу и 70-90 % НВ, но с риском снижения калия при 80-100 % НВ). Вариант опыта при влажности почвы 80-100 % НВ ведёт к промывке фосфора и калия и падению содержания органических веществ, контроль без орошения – к накоплению NO₃⁻ и обеднению почвы органическими веществами.

Закключение. В результате проведенных исследований установлено, что капельное орошение оказывает существенное влияние на агрохимические свойства почвы под молодыми насаждениями вишни сортов Волочаевка и Молодёжная. Наиболее выраженные положительные эффекты достигаются при умеренных режимах увлажнения – 60-80 % НВ для сорта Волочаевка и 70-90 % НВ для сорта Молодёжная, что подтверждено статистически достоверными различиями по основным агрохимическим показателям.

По сравнению с контролем, при оптимальных режимах орошения кислотность почвы снижалась в среднем на 0,5-1,0 ед. рН, что обеспечивало переход среды от кислой (5,0-5,5) к слабокислой или близкой к нейтральной (6,0-6,3). Это формирует более благоприятные условия для корневого питания и функционирования микробиоты. При поливе (80-100 % НВ) повышение рН также происходило, но эффект сопровождался потерями питательных веществ, что делает данный режим менее эффективным.

Содержание аммонийного азота при оптимальной влажности превышало контрольные значения на 15-35 %, достигая 48-55 мг/кг в 2025 г., что отражает активную минерализацию органического вещества при достаточной аэрации. Нитратный азот при орошении снижался в 1,5-3 раза относительно контроля (например, у Волочаевки: 8,6 ± 0,6 мг/кг на контроле против 3,2-4,6 мг/кг при орошении), что указывает на интенсивное потребление нитратов растениями в условиях стабильного увлажнения и уменьшение риска их вымывания.

Содержание подвижного фосфора в режиме 60-80 % НВ стабильно превышало контроль на 20-40 % и достигало 336-401 мг/кг, тогда как при переувлажнении снижалось до 199-299 мг/кг, что на 30-50 % меньше максимальных значений. Аналогичная закономерность выявлена для обменного калия: при оптимальных уровнях влажности его содержание превышало контроль на 15-40 %, а при 80-100 % НВ снижалось в 1,5-2 раза вследствие промывочного эффекта.

Гумусовый горизонт оказался наиболее чувствительным к нарушениям водного режима. В условиях

поддержания влажности 60-80 % НВ содержание гумуса сохранялось на уровне 4,0-6,0 %, тогда как на контроле к 2025 г. оно снижалось до 0,7-1,6 %, что свидетельствует о дегумификации при отсутствии орошения. При влажности 80-100 % НВ отмечалось уменьшение органического вещества до 1,4-2,0 % вследствие ускоренной минерализации и вымывания растворимых органических соединений.

Полученные данные агрохимического анализа за 2023-2025 г. подтверждены статистически с использованием доверительных интервалов ($P = 0,95$) и расчёта наименьшей существенной разницы ($HSP_{0,05}$). Доверительные интервалы, отражали методическую погрешность определения и варьировали, например, для подвижного фосфора в пределах $\pm 30-40$ мг/кг, для калия $\pm 20-35$ мг/кг, для кислотности $\pm 0,2$ ед. рН. Во все годы измеренные значения агрохимических показателей орошаемых вариантов не выходили за пределы доверительных интервалов метода, что подтверждает корректность лабораторных определений.

Значения НСР по показателю кислотности почвы ($pH_{КС}$) находились в диапазоне 0,16-0,31 ед. рН, что позволило разделить контроль и орошаемые варианты уже в первый год опыта. Для аммонийного и нитратного азота НСР составляла 0,23-0,64 мг/кг, что также обеспечило высокую точность оценки межвариантных различий. Для подвижного фосфора и калия НСР варьировала в пределах 4,3-7,0 мг/кг, что существенно ниже фактических различий между экстремальными режимами увлажнения (разница между контролем и 80-100 % НВ превышала 30-50 мг/кг). Для гумуса НСР составила 0,18-0,25 %, что позволило выявить деградацию гумусового горизонта в вариантах увлажнения (80-100 % НВ) и отсутствие потерь органического вещества при оптимальных режимах влажности 60-80 и 70-90 % НВ.

Таким образом, использование доверительных интервалов и НСР подтвердило статистическую значимость выявленных различий между режимами орошения и

достоверность основных выводов исследования. Оптимальные режимы капельного орошения — 60-80 % НВ для сорта Волочаевка и 70-90 % НВ для сорта Молодёжная — показали стабильные агрохимические параметры, достоверно отличаясь как от контроля, так и от варианта с избыточной влажностью. Статистический анализ подтверждает, что оптимальные режимы капельного орошения обеспечили улучшение почти всех агрохимических показателей: снижение кислотности, увеличение содержания доступных форм азота, фосфора и калия, а также стабилизацию гумусного состояния почвы. Применение капельного орошения в пределах 60-90 % НВ следует рассматривать как наиболее эффективный приём рационального управления питательным и водным режимами почвы в молодых садах вишни, позволяющий существенно повысить сохранность почвенного плодородия и экологическую устойчивость агроценоза.

Литература

1. Гурина, И.В. Орошение и удобрение в технологиях возделывания томатов открытого грунта / И.В. Гурина, А.П. Тищенко // Мелиорация и гидротехника. – 2022. – Т. 12, № 4. – С. 246-264.
2. Дубенок, Н.Н. Агрохимические и водно-физические свойства дерново-подзолистой почвы при капельном орошении плодового питомника / Н.Н. Дубенок, А.В. Гемонов, А.В. Лебедев [и др.] // Овощи России. – 2021. – № 3. – С. 116-121.
3. Дубенок, Н.Н. Общая пористость и пористость аэрации дерново-подзолистой почвы при выращивании саженцев сливы при капельном орошении / Н.Н. Дубенок, А.В. Гемонов, А.В. Лебедев // Земледелие. – 2020. – № 7. – С. 3-6.
4. Майер, А.В. Система капельного орошения с функцией локального дождевания для внесения химических растворов на солонцовые почвенные пятна / А.В. Майер // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 1(65). – С. 427-433.
5. Попова, В.П. Изменение свойств почвы под плодовыми насаждениями в условиях капельного орошения / В.П. Попова, Т.Г. Фоменко // Орошаемое земледелие. – 2017. – № 1. – С. 15-16.
6. Пугачев, Г.Н. Влияние капельного орошения на изменение агрофизических и агрохимических свойств почвы интенсивного сада / Г.Н. Пугачев, А.И. Кузин // Земледелие. – 2019. – № 6. – С. 5-8.

UDK 631.41:631.674.6:634.11

INFLUENCE OF DRIP IRRIGATION REGIMES ON AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOIL AND DYNAMICS OF NUTRIENTS IN A YOUNG CHERRY ORCHARD

*N.N. Dubenok, academician of the Russian academy of sciences, doctor of agricultural sciences, professor,
A.V. Gemonov, doctor of agricultural sciences, associate professor,
E.S. Kalmykova, graduate student*

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev
127505, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya str. 49
E-mail: kalmukova.es@rgau-msha.ru*

The influence of irrigation technology during drip irrigation of a young cherry orchard on the removal of nutrients from the root-habitable soil layer in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone of Russia has been studied. Scientific research was carried out on the territory of the experimental farm of the Michurinsky Garden Fruit Growing Laboratory of the Russian State Agrarian University named after K.A. Timiryazev Agricultural Academy from 2023 to 2025. The two-factor field experience was established in 2022. The first factor (the soil moisture regime during drip irrigation) included options for maintaining soil moisture in the range of: 1) 60-80% of the lowest moisture capacity (HB); 2) 70-90% HB; 3) 80-100% HB; 4) control (without irrigation). The second factor was the cherry varieties "Volocheevka" and "Molodezhnaya". The most favorable results over the years of experiment were obtained at a humidity of 60-80% HB for the Volocheevka variety and 70-90% HB for the Molodezhnaya variety. These modes ensure the stabilization of the reaction of the medium at the level of 6.0–6.3, a balanced content of nitrogen forms, high rates of mobile phosphorus and potassium, and the preservation of the humus horizon. Maintaining humidity above 90% HB leads to loss of organic matter and leaching of nutrients, whereas with a lack of moisture without irrigation, acidification and inhibition of biological processes occur. Optimization of drip irrigation regimes in the range of 60-90% HB allows not only to increase the efficiency of using moisture and nutrients, but also to ensure the long-term preservation of soil fertility, which is a key factor in the sustainable functioning of horticultural agroecosystems.

Keywords: irrigation technology, drip irrigation, young cherry orchard, nutrient removal.