

ДИНАМИКА КИСЛОТНОСТИ И СОДЕРЖАНИЯ ОБМЕННЫХ КАТИОНОВ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ В АГРОСЕРОЙ ПОЧВЕ ВИШНЕВОГО САДА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

**Т.А. Роева, к.с.-х.н., Л.И. Леонтьева, к.с.-х.н., Е.В. Леоничева, к.б.н.,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур»
Орловская область, д. Жулина, Россия, 302530, roeva@orel.vniispk.ru**

Установлено в течение 7-летнего полевого эксперимента, проведенного на агросерой среднесуглинистой почве вишневого сада, негативное влияние азотных и калийных удобрений на кислотность почвы и содержание обменного кальция. Систематическое применение удобрений в возрастающих дозах от $N_{30}K_{40}$ до $N_{120}K_{160}$ кг/га привело к достоверному увеличению, по сравнению с контролем, обменной (на 0,22-0,56 ед. pH_{KCl}) и гидролитической (на 0,7-1,8 ммоль/100 г) кислотности в слое почвы 0-20 см. При этом происходило снижение уровня обменного кальция на 5-7%. Ухудшение агрохимических свойств почвы не оказало влияния на рост и продуктивность деревьев вишни в первое десятилетие после посадки сада.

Ключевые слова: вишня, азотные и калийные удобрения, кислотность почвы, обменный кальций, обменный магний.

Для цитирования: Роева Т.А., Леонтьева Л.И., Леоничева Е.В. Динамика кислотности и содержания обменных катионов кальция и магния в агросерой почве вишневого сада при длительном применении минеральных удобрений// Плодородие. – 2025. – №3. – С. 8-11. DOI: 10.25680/S19948603.2025.144.02.

Вишня является основной косточковой культурой в России. По своим биологическим особенностям вишня требовательна к реакции почвенной среды, оптимальный уровень pH_{KCl} для неё составляет 5,5-6,5 [8]. У вишнёвых деревьев повышенное содержание алюминия в условиях кислых почв замедляет рост корней, снижая поглощение важнейших элементов питания – N, P, K, Mg и Ca, что негативно сказывается на росте и развитии растений [12].

Подкисление почвы в плодовых садах происходит в результате поступления в почву ризосферы ионов водорода и углекислоты с корневыми экссудатами [2], вымывания катионов Ca, Mg и K из почвенного профиля с атмосферными осадками и их выноса с урожаем, применения высоких доз физиологически кислых минеральных удобрений [14, 16, 18].

Увеличение кислотности почвы при внесении физиологически кислых минеральных удобрений связано с поступлением в ризосферу ионов H^+ в ответ на преимущественное поглощение растениями элементов питания в катионной форме, по сравнению с анионной формой [7]. В результате обменных физико-химических реакций физиологически кислых удобрений с почвенным поглощающим комплексом в почвенный раствор поступают анионы сильных кислот (NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}), что приводит к усилению подвижности обменных катионов и их вымыванию из корнеобитаемого слоя [9].

Процессы подкисления почвы при многолетнем выращивании плодовых культур могут быть наиболее выражены. В длительных полевых опытах установлено, что в орошаемых и неорошаемых яблоневых садах значительное увеличение кислотности почвы наблюдалось уже через 6-7 лет систематического применения азотных и калийных удобрений в дозах 30-120 кг/га. При этом происходили потери кальция из корнеобитаемой зоны [1, 13]. Показано, что интенсивность этих процессов зависит от климатических условий, гранулометрического состава почвы, видов и доз применяемых удобрений, возраста

плодовых насаждений [13, 14, 16, 18]. В почве интенсивно удобряемых садов подкисление её было на глубине до 1 м и более [18].

Процессы агрогенной трансформации почв агроэкосистем с плодовыми культурами, в том числе динамика изменения кислотных свойств, изучены недостаточно и, преимущественно, для яблоневых садов [1, 13].

Цель исследований – изучить влияние систематического внесения азотных и калийных удобрений на изменение показателей кислотности и содержания обменных форм кальция и магния в агросерой почве неорошаемого вишневого сада.

Методика. Исследования проводили в 2017-2023 г. в полевом опыте с деревьями вишни, заложенном в 2017 г. на территории Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур (Орловская обл.). Схема размещения деревьев – 5 х 3 м (666 деревьев/га).

Для изучения были выбраны варианты с применением возрастающих доз азотных и калийных удобрений: 1. Контроль (без удобрений); 2. $N_{30}K_{40}$; 3. $N_{60}K_{80}$; 4. $N_{90}K_{120}$; 5. $N_{120}K_{160}$. Повторность в опыте 3-кратная. Делянки расположены рендомизированно, на каждой делянке 4 учетных дерева. В годы опыта ежегодно весной вносили мочевины и сульфат калия с заделкой на глубину 10-15 см. Объектом исследования являлась агросерая среднесуглинистая почва со следующими агрохимическими показателями в слое 0-60 см до закладки опыта: pH_{KCl} 5,7-5,8, H_r – 3,2-3,9 ммоль/100 г, содержание обменных Ca и Mg – 17,4-19,0 и 3,0-3,3 ммоль/100 г соответственно.

Отбор проб почвы проводили в сентябре с глубины 0-20, 20-40 и 40-60 см в ряду деревьев на расстоянии 1,0-1,2 м от штамба. Смешанные образцы почвы готовились из трех точечных проб, взятых с каждой делянки.

Обменную (ГОСТ 26483-85) и гидролитическую (ГОСТ 26212-91) кислотность определяли потенциометрически. Обменные формы кальция и магния

экстрагировали 1 М NaCl и определяли комплексонометрическим методом [6].

Статистическая обработка результатов проводилась методом дисперсионного и корреляционного анализов [11].

Результаты и их обсуждение. В России для определения почвенной кислотности широко используют величины обменной (pH_{KCl}) и гидролитической (pH -зависимой) кислотности.

Агросерая почва вишневого сада в начале опыта (2017 г.) по степени кислотности классифицировалась как близкая к нейтральной. На контроле в течение 7 лет исследований в слое почвы 0-20 см уровень pH_{KCl} был довольно стабильным, в пределах $5,68 \pm 0,08$. При систематическом внесении мочевины и сульфата калия наблюдалось снижение уровня pH_{KCl} (табл. 1).

1. Изменение pH_{KCl} в течение 7-летнего применения удобрений

Вариант (фактор А)	Год (фактор В)							Средние А
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Слой 0-20 см								
Контроль	5,69	5,61	5,73	5,57	5,81	5,71	5,61	5,68
N ₃₀ K ₄₀	5,60	5,56	5,48	5,44	5,41	5,41	5,34	5,46
N ₆₀ K ₈₀	5,62	5,42	5,49	5,25	5,28	5,28	5,15	5,36
N ₉₀ K ₁₂₀	5,72	5,51	5,58	5,20	4,99	5,17	5,00	5,31
N ₁₂₀ K ₁₆₀	5,30	5,35	5,34	5,02	5,05	4,79	5,03	5,12
Средние В	5,58	5,49	5,52	5,30	5,31	5,27	5,23	
НСР ₀₅	А=0,10, В=0,12, АВ=0,27							
Слой 20-40 см								
Контроль	5,67	5,62	5,76	5,60	5,65	5,62	5,50	5,63
N ₃₀ K ₄₀	5,61	5,62	5,73	5,42	5,59	5,51	5,42	5,56
N ₆₀ K ₈₀	5,67	5,58	5,66	5,47	5,57	5,54	5,37	5,55
N ₉₀ K ₁₂₀	5,73	5,76	5,86	5,54	5,57	5,65	5,40	5,64
N ₁₂₀ K ₁₆₀	5,57	5,57	5,68	5,42	5,51	5,38	5,32	5,49
Средние В	5,65	5,63	5,74	5,49	5,58	5,54	5,40	
НСР ₀₅	А=0,09, В=0,10, АВ=0,23							
Слой 40-60 см								
Контроль	5,49	5,44	5,50	5,29	5,62	5,65	5,45	5,49
N ₃₀ K ₄₀	5,46	5,51	5,46	5,17	5,51	5,71	5,25	5,44
N ₆₀ K ₈₀	5,48	5,41	5,49	5,11	5,55	5,44	5,32	5,40
N ₉₀ K ₁₂₀	5,74	5,55	5,65	5,34	5,69	5,54	5,33	5,55
N ₁₂₀ K ₁₆₀	5,47	5,39	5,55	5,18	5,24	5,28	5,29	5,34
Средние В	5,53	5,46	5,53	5,22	5,52	5,52	5,33	
НСР ₀₅	А=0,10, В=0,12, АВ=0,26							

Скорость подкисления почвы зависела от доз удобрений. В слое почвы 0-20 см достоверное, по сравнению с контролем, снижение уровня pH_{KCl} (на 0,39 ед. pH) отмечено уже в 1-й год опыта (2017 г.) при внесении максимальной дозы N₁₂₀K₁₆₀. При применении более низких доз N₆₀K₈₀ и N₉₀K₁₂₀ аналогичный эффект наблюдался на 4-й год опыта (2020 г.). После 5 лет ежегодного внесения удобрений (2021 г.) достоверное уменьшение показателя выявлено во всех вариантах. В среднем за 7 лет исследований, уровень pH_{KCl} был достоверно ниже контроля – на 0,22-0,56 ед. pH_{KCl} в зависимости от дозы удобрений.

Изменение величины pH_{KCl} под влиянием удобрений отмечено, преимущественно, в верхнем слое почвы (0-20 см). В более глубоких слоях почвы 20-40 и 40-60 см достоверное уменьшение показателя, в среднем за годы, наблюдалось при внесении дозы N₁₂₀K₁₆₀. Изменение pH почвенного раствора под влиянием удобрений можно объяснить низкой кислотно-основной буферной

способностью изучаемой почвы, несмотря на высокое содержание органического вещества и обменных оснований.

Снижение величины pH_{KCl} связано с уменьшением содержания обменного кальция в почвенном поглощающем комплексе, что подтверждается наличием положительного коэффициента корреляции между этими показателями в слое почвы 0-20 см ($r = 0,64$; $P > 0,05$).

Показатель гидролитической (pH-зависимой) кислотности характеризует общее количество кислотных компонентов, включая компоненты, обуславливающие обменную кислотность и те, которые вытесняются из pH-зависимых позиций почвенного поглощающего комплекса [9].

В первый год опыта (2017 г.), когда деревья еще не плодоносили, величина гидролитической кислотности была наибольшей и, в среднем по вариантам опыта, составила $3,43 \pm 0,64$ ммоль/100 г в слое почвы 0-60 см (табл. 2).

2. Изменение гидролитической кислотности в течение 7-летнего применения удобрений

Вариант (фактор А)	Год (фактор В)							Средние А
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Слой 0-20 см								
Контроль	3,23	2,25	2,06	2,12	1,93	2,34	2,65	2,37
N ₃₀ K ₄₀	3,85	2,33	2,60	2,60	2,86	3,44	3,53	3,03
N ₆₀ K ₈₀	3,48	2,68	2,66	3,01	3,36	3,85	4,20	3,32
N ₉₀ K ₁₂₀	2,88	2,46	2,34	3,29	4,52	4,24	4,76	3,50
N ₁₂₀ K ₁₆₀	4,16	2,69	2,86	3,63	4,18	6,05	5,35	4,13
Средние В	3,52	2,48	2,50	2,93	3,37	3,98	4,10	
НСР ₀₅	A=0,39, B=0,46, AB=1,03							
Слой 20-40 см								
Контроль	3,40	2,18	1,91	2,16	2,27	2,59	2,95	2,49
N ₃₀ K ₄₀	3,82	2,28	2,10	2,65	2,53	2,99	3,21	2,80
N ₆₀ K ₈₀	3,02	2,15	2,09	2,45	2,59	2,98	3,24	2,65
N ₉₀ K ₁₂₀	2,62	1,85	1,76	2,23	2,73	2,62	3,60	2,49
N ₁₂₀ K ₁₆₀	2,99	2,11	2,02	2,38	2,80	3,46	3,83	2,80
Средние В	3,17	2,11	1,98	2,37	2,58	2,93	3,37	
НСР ₀₅	A=0,27, B=0,32, AB=0,72							
Слой 40-60 см								
Контроль	3,94	2,40	2,21	2,75	2,23	2,39	2,74	2,66
N ₃₀ K ₄₀	4,92	2,37	2,56	3,33	2,70	3,43	3,95	3,32
N ₆₀ K ₈₀	3,70	2,57	2,33	3,08	2,58	3,19	3,32	2,97
N ₉₀ K ₁₂₀	2,49	1,82	1,93	2,28	2,16	2,54	3,21	2,35
N ₁₂₀ K ₁₆₀	3,02	2,22	1,91	2,49	2,80	3,28	3,14	2,69
Средние В	3,61	2,28	2,19	2,79	2,49	2,97	3,27	
НСР ₀₅	A=0,38, B=0,45, AB=1,01							

В 2018 г. при вступлении деревьев в период плодоношения гидролитическая кислотность в корнеобитаемом слое почвы, в среднем по вариантам опыта, уменьшилась до $2,29 \pm 0,26$ ммоль/100 г. Возможно такое изменение показателя отражало новый равновесный уровень гидролитической кислотности почвы, установившийся при взаимодействии с корневыми системами растущих деревьев вишни.

В результате ежегодного применения удобрений в дозах N₃₀K₄₀ – N₁₂₀K₁₆₀ гидролитическая кислотность (в среднем за 7 лет) в слое почвы 0-20 см достоверно увеличилась, по сравнению с контролем, на 0,7-1,8 ммоль/100 г, или в 1,3-1,7 раза. В слое почвы 20-40 см существенное увеличение этого показателя отмечено в варианте N₁₂₀K₁₆₀, а при внесении самой малой дозы

$N_{30}K_{40}$ аналогичный эффект наблюдался во всех изучаемых слоях.

Изменение кислотности почвы тесно связано с состоянием обменных катионов кальция и магния в почвенном поглощающем комплексе, которые поддерживают нейтральную реакцию почвенной среды.

Уровень кальция в почве сада изначально был высоким. В слое почвы 0-60 см неудобренных деленок содержание обменного кальция в годы исследований составляло 17,23-20,29 ммоль/100 г (табл. 3).

3. Изменение содержания обменного Са в почве при 7-летнем применении удобрений, ммоль /100 г

Вариант (фактор А)	Год (фактор В)							Сред- ние А
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Слой 0-20 см								
Контроль	19,01	18,53	18,43	19,11	19,22	19,80	18,33	18,92
N ₃₀ K ₄₀	18,43	17,84	17,55	18,32	17,35	18,33	17,74	17,94
N ₆₀ K ₈₀	18,92	17,45	17,74	18,32	17,16	18,33	18,14	18,00
N ₉₀ K ₁₂₀	18,73	17,65	17,65	17,82	17,06	18,33	17,06	17,76
N ₁₂₀ K ₁₆₀	18,13	17,65	17,35	17,82	17,45	17,35	16,96	17,53
Средние В	18,64	17,82	17,74	18,28	17,65	18,43	17,65	
НСР ₀₅	А=0,52, В=0,61, АВ=1,37							
Слой 20-40 см								
Контроль	19,51	18,82	19,21	19,70	19,02	20,29	18,33	19,27
N ₃₀ K ₄₀	18,92	18,33	18,82	19,21	18,72	19,71	18,33	18,86
N ₆₀ K ₈₀	19,71	18,43	19,12	19,21	18,82	20,10	18,73	19,16
N ₉₀ K ₁₂₀	19,51	18,82	18,92	18,91	18,63	20,10	17,84	18,96
N ₁₂₀ K ₁₆₀	19,12	18,43	18,43	18,81	18,63	18,92	17,16	18,50
Средние В	19,35	18,57	18,90	19,17	18,76	19,82	18,08	
НСР ₀₅	А=0,38, В=0,45, АВ=1,02							
Слой 40-60 см								
Контроль	17,45	17,55	17,25	17,23	18,33	19,22	17,65	17,81
N ₃₀ K ₄₀	19,61	17,94	18,23	18,71	18,82	19,90	18,53	18,82
N ₆₀ K ₈₀	18,43	18,33	17,94	18,91	18,73	19,51	18,43	18,61
N ₉₀ K ₁₂₀	18,43	16,67	17,55	17,72	17,94	18,14	17,16	17,66
N ₁₂₀ K ₁₆₀	17,16	17,15	16,96	16,63	16,82	18,14	16,37	17,03
Средние В	18,22	17,53	17,58	17,84	18,13	18,98	17,63	
НСР ₀₅	А=0,72, В=0,85, АВ=1,90							

Внесение удобрений приводило к потерям обменного кальция из слоя почвы 0-20 см. Это связано с высокой подвижностью данного элемента в почве [5]. Потери кальция из почв зависят от насыщенности почвенного поглощающего комплекса кальцием, гранулометрического состава почвы, уровня увлажнения, биологических особенностей возделываемой культуры [4].

В нашем саду существенное снижение уровня обменного кальция в слое 0-20 см под влиянием удобрений отмечено, начиная с 5-го года проведения опыта (в 2021-2023 г.). Наиболее заметным этот процесс был во влажные годы – в 2021 и 2022 г. (количество осадков за период вегетации составило, соответственно, 392 и 423 мм): во всех вариантах с удобрениями содержание обменного кальция было достоверно (на 7-12%) ниже контроля. В засушливом 2023 г., когда выпало всего 160 мм осадков, значительное уменьшение показателя наблюдалось только при применении дозы $N_{120}K_{160}$. В среднем за 7 лет во всех удобренных вариантах уровень кальция в слое почвы 0-20 см был на 5-7% ниже контроля.

При применении максимальной дозы $N_{120}K_{160}$ значительное уменьшение уровня обменного кальция, в среднем, наблюдалось и на глубине 20-60 см. Это свидетельствует о возможности вымывания части кальция в почве сада за пределы корнеобитаемого слоя почвы (0-60 см) при внесении высоких доз удобрений. В то же время при внесении умеренных доз удобрений $N_{30}K_{40}$ и $N_{60}K_{80}$

отмечено накопление элемента в слое почвы 40-60 см, что указывает на его миграцию в пределах корнеобитаемого слоя.

В среднем за 7 лет применения удобрений в дозах $N_{30}K_{40}$ – $N_{120}K_{160}$ потери кальция из верхнего слоя почвы (0-20 см) составили 86-130 кг/га, в зависимости от дозы. В то же время суммарная величина выноса кальция с урожаем за период исследований не превышала 5 кг/га. Таким образом, основными причинами потерь кальция в почве изучаемого вишневого сада были увеличение его подвижности и последующее вымывание с атмосферными осадками. Подобное снижение величины обменного кальция в почве при систематическом внесении азотных и калийных удобрений было показано для агросерых почв в опытах с яблоней [3, 15].

Содержание обменного магния в 0-60 см слое неудобренной почвы в течение периода исследований варьировало от повышенного до высокого – 2,45-3,72 ммоль/100 г (табл. 4). Наименьшее значение этого показателя на контроле наблюдалось в 2022 г., что могло быть связано с вымыванием элемента за пределы корнеобитаемого слоя. Период вегетации 2022 г. был самым влажным и характеризовался экстремально высоким количеством осадков в апреле и сентябре (145 и 96 мм соответственно).

4. Изменение содержания обменного магния в почве при 7-летнем применении удобрений, ммоль /100 г

Вариант (фактор А)	Год (фактор В)							Сред- ние А
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Слой 0-20 см								
Контроль	2,94	3,43	3,53	3,17	3,04	2,75	3,33	3,17
N ₃₀ K ₄₀	3,13	3,72	3,72	3,37	3,04	3,14	3,14	3,22
N ₆₀ K ₈₀	2,94	3,14	3,43	3,27	2,65	2,94	2,84	3,03
N ₉₀ K ₁₂₀	3,23	3,63	3,63	3,46	2,65	3,33	2,74	3,24
N ₁₂₀ K ₁₆₀	2,94	3,53	3,33	3,27	2,55	2,84	2,74	3,03
Средние В	3,04	3,49						
НСР ₀₅	А =0,27, В=0,32, АВ=0,72							
Слой 20-40 см								
Контроль	3,33	3,72	3,14	3,17	3,14	2,55	3,33	3,20
N ₃₀ K ₄₀	3,14	3,82	3,33	3,27	2,94	2,65	2,84	3,14
N ₆₀ K ₈₀	3,04	4,02	2,94	3,37	2,94	2,74	3,04	3,16
N ₉₀ K ₁₂₀	3,14	3,43	3,14	3,46	3,04	2,55	2,94	3,10
N ₁₂₀ K ₁₆₀	3,43	3,14	3,23	3,46	3,04	3,14	3,14	3,23
Средние В	3,22	3,63						
НСР ₀₅	А=0,22, В=0,26, АВ=0,59							
Слой 40-60 см								
Контроль	3,33	3,63	3,14	3,27	3,14	2,45	3,23	3,17
N ₃₀ K ₄₀	3,14	3,92	3,53	3,46	2,74	2,84	3,04	3,24
N ₆₀ K ₈₀	3,23	3,63	3,53	3,27	3,33	2,45	3,43	3,27
N ₉₀ K ₁₂₀	3,33	3,23	3,33	3,66	2,94	2,74	2,94	3,17
N ₁₂₀ K ₁₆₀	3,14	4,12	3,43	3,86	3,43	2,84	3,04	3,40
Средние В	3,23	3,71	3,39	3,50	3,12	2,66	2,14	
НСР ₀₅	А=0,24, В=0,29, АВ=0,64							

Полученные результаты согласуются с этими данными. В экспериментальном саду при ежегодном внесении мочевины и сульфата калия уровень магния в корнеобитаемом слое почвы был относительно постоянным (табл. 4).

Установлено, что подвижность магния в почве ниже, чем у кальция [5]. Результаты опыта с колонками, проведенного с различными по гранулометрическому составу почвами садов, показали, что при использовании хлорида калия количество вымываемого магния из глинистых и супесчаных почв было в 2 раза меньше, чем кальция [19]. Внесение в течение 12 лет калийных

удобрений в яблоневом саду привело к двукратному снижению уровня кальция, по сравнению с неудобренной почвой, тогда как содержание магния не изменилось [17]. В условиях Юга России после 5 лет применения капельного орошения и фертигации в плодовом саду снизился уровень обменного кальция в верхнем слое почвы под капельницами, при этом содержание обменного магния возросло [10].

Изменение почвенных параметров под влиянием удобрений не оказало негативного воздействия на рост и суммарную продуктивность деревьев вишни (табл. 5).

5. Суммарная продуктивность и прирост диаметра деревьев вишни при применении удобрений (в среднем за 2018-2023 г.)

Вариант	Суммарная продуктивность, кг/дерево	Прирост диаметра штамба, см
Контроль	50,8	1,33
N ₃₀ K ₄₀	49,9	1,42
N ₆₀ K ₈₀	59,2	1,33
N ₉₀ K ₁₂₀	54,1	1,33
N ₁₂₀ K ₁₆₀	59,7	1,35
HCP ₀₅	F _ф <F _т	F _ф <F _т

Заключение. Оценка динамики изменения агрохимических параметров почвы в течение 7 лет показала, что систематическое применение физиологически кислых азотных и калийных удобрений в дозах N₃₀K₄₀ – N₁₂₀K₁₆₀ приводило к увеличению кислотности почвы, преимущественно в слое 0-20 см. Скорость подкисления почвы зависела от доз удобрений. При этом происходили потери кальция из верхнего слоя почвы, что свидетельствует о начале процессов деградации. При применении максимальной дозы удобрений N₁₂₀K₁₆₀ этот эффект отмечен в 60-сантиметровом слое почвенного профиля. В то же время на момент проведения исследований ухудшение агрохимических свойств почвы не оказало негативного влияния на рост и продуктивность деревьев вишни. Это свидетельствует о том, что в первое десятилетие после посадки сада в насыщенной карбонатами агросерой почве сохранялся благоприятный для косточковых культур комплекс агрохимических свойств.

Литература

1. Галашев М.И. Изменение показателей плодородия агросерой почвы неорошаемого яблоневых сада при систематическом внесении удобрений // Агрохимическая наука – синтез академических знаний и практического опыта. Материалы Всероссийской научной конференции, 2023. – С. 265-269.
2. Захаров В.Л. Изменение свойств и снижение бонитета почв разных типов в яблоневых садах Тамбовской области // Вестник Красгау. – 2010. – № 10. – С. 30-36.

3. Леонтьева Л.И., Ветрова О.А. Влияние минеральных удобрений на содержание кальция в почве яблоневых сада и кальциевый статус растений колонновидной яблони // Плодородие. – 2025. – №. 1. – С. 17-20.
4. Литвинович А. В., Лаврищев А. В., Буре В. М., Салаев И.В. Потери кальция из мелиорируемой дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы при разном уровне влагообеспеченности // Агрохимия. – 2023. – №. 10. – С. 75-86.
5. Литвинович А. В., Павлова О. Ю., Лаврищев А. В., Буре В. М. Потери Са, Mg, K, Na, Fe и F из орошаемой лугово-сероземной почвы в результате миграции. Эмпирические модели процесса элювирования (по данным лабораторного опыта) // Агрохимия. – 2020. – №. 1. – С. 58-69.
6. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
7. Овчаренко М.М., Некрасов Р.В., Аканова Н.И., Прудников П.В., Осипов А.И. Приемы повышения плодородия почв (известкование, фосфоритование, гипсование). Науч.-метод. реком. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 116 с.
8. Роева Т.А. Минеральное питание как фактор продуктивности и качества плодов вишни, черешни // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2018. – № 2. – С. 48-69.
9. Соколова А.А., Толпешина И.И., Трофимов С.Я. Почвенная кислотность. Кислотно-основная буферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и почвенном растворе. Изд. 2-е, испр. и доп. – Тула: Гриф и К, 2012. – 124 с.
10. Фоменко Т. Г., Попова В. П., Черников Е. А., Макарова А.А., Ярошенко О.В. Влияние многолетнего капельного орошения плодовых насаждений на трансформацию свойств черноземных почв // Почвоведение. – 2022. – № 9. – С. 1154-1156.
11. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов: учеб. пособие, 2-е изд. Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2015. – 664 с.
12. Bonomelli C., Artacho P. Aluminum toxicity in sweet cherry trees grown in an acidic volcanic soil // Agronomy. – 2021. – Т. 11. – №. 6. – С. 1259.
13. Čabilovski R., Brayek A., Magazin N., Pejić B., Petković K., Manojlović M. Drip fertigation in apple orchards: impact on soil chemical properties and nutrient distribution in relation to soil texture // Journal of Agricultural Sciences. – 2019. – Vol. 25. – P. 481-490.
14. Ge S., Zhu Z., Jiang Y. Long-term impact of fertilization on soil pH and fertility in an apple production system // Journal of soil science and plant nutrition. 2018. – Vol. 18. – № 1. – P. 282-293.
15. Leonicheva E., Stolyarov M., Roeva T., Leonteva L. Calcium in the “soil-plant” system of apple orchard when using nitrogen and potash fertilizers // In E3S Web of Conferences. – 2021. – V. 254. P. 05010
16. Li P., Li, C. Y., Wang, Y. Q., Jiao, C. Q. Effects of fertilizing regime and planting age on soil calcium decline in Luochuan apple orchards // Ying Yong Sheng tai xue bao = The Journal of Applied Ecology. – 2017. -Vol. 28. - № 5. – P. 1611-1618.
17. Nachtigall G. R., Carraro H. R., Ferracci Alleoni L. R. Potassium, calcium, and magnesium distribution in an oxisol under long-term potassium-fertilized apple orchard // Communications in soil science and plant analysis. – 2007. -Vol. 38, № 11-12. – P. 1439-1449.
18. Ren M., Li, C., Gao, X., Niu, H., Cai, Y., Wen, H., ... Zhao, X. High nutrients surplus led to deep soil nitrate accumulation and acidification after cropland conversion to apple orchards on the Loess Plateau, China // Agriculture, Ecosystems and Environment. – 2023. – Vol. 351. – P. 108482.
19. Yu C., Geisseler D. J., Brown P. H., Khalsa S. D. S. Distribution of potassium, calcium, and magnesium ions from potassium fertilizers in columns of orchard soils // Soil Science Society of America Journal. – 2023. – T. 87. – №. 3. – С. 572-585.

CHANGES IN THE ACIDITY AND CONTENT OF EXCHANGEABLE CALCIUM AND MAGNESIUM CATIONS IN THE LOAMY HAPLIC LUVISOL OF A SOUR CHERRY ORCHARD WITH PROLONGED APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS

T.A. Roeva, Leading Researcher, PhD (Agric.), E.V. Leonicheva, Head Leading Researcher, PhD (Biol.), L.I. Leontieva, Senior Researcher, PhD (Agric.).

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Oryol region, Zhilina, Russia, 302530, roeva@orel.vniispk.ru

During a 7-year field experiment conducted on the loamy Haplic Luvisol of a sour cherry orchard, the negative effect of nitrogen and potash fertilizers on soil acidity and the content of exchangeable calcium was revealed. Systematic application of fertilizers in increasing doses from N₃₀K₄₀ to N₁₂₀K₁₆₀ kg/ha led to a significant increase in the exchangeable acidity (by 0.22-0.56 units of pH_{KCl}) and hydraulic acidity (by 0.7-1.8 mmol/100 g) in the 0-20 cm soil layer compared to the control. At the same time, the level of exchangeable calcium decreased by 5-7%. The deterioration of the agrochemical properties of the soil had no effect on the growth and productivity of cherry trees in the first decade after planting the orchard.

Key words: sour cherry (*Prunus cerasus* L.), nitrogen and potassium fertilizers, soil acidity, exchangeable calcium, exchangeable magnesium.