

УДК 631.41:631.445.41:631.45(470.324)

СОВРЕМЕННОЕ СОЛЕНАКОПЛЕНИЕ В ЧЕРНОЗЕМАХ ПОД СТАРОВОЗРАСТНЫМИ ЛЕСОПОЛОСАМИ КАМЕННОЙ СТЕПИ

© 2022 г. Ю. И. Чевердин^{1,*}, А. Ю. Чевердин¹

¹Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева
397463 пос. 2-го участка института им. Докучаева, Воронежская обл., Таловский р-н, Россия

*E-mail: cheverdin62@mail.ru

Поступила в редакцию 14.06.2021 г.

После доработки 18.07.2021 г.

Принята к публикации 15.11.2021 г.

Изучено изменение солевых характеристик черноземов Каменной Степи на примере старовозрастной лесной полосы. Лесная полоса представляет собой дубово-ясеневое лесное насаждение 1899 г. посадки шириной 73 м. На момент проведения исследования ее возраст составлял более 110 лет. Для выявления особенностей процесса соленакопления заложена регулярная сетка скважин опробования глубиной до 2 м. Оценку проводили по активности иона натрия и составу водной вытяжки. Установлено, что непосредственно под лесной полосой формируются глубокозасоленные почвенные горизонты, начиная с глубины 120 см. Наибольшая концентрация солей была характерна для центральной части лесной полосы. В приопушечной части засоленность снижалась до уровня содержания солей, свойственного прилегающим фоновым почвам.

Ключевые слова: агролесомелиоративный комплекс, пашня, натрий, токсичные соли.

DOI: 10.31857/S0002188122020053

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных направлений антропогенного воздействия на агроландшафты степной части России в течение прошлого столетия стало агролесомелиоративное обустройство территории. Изучение изменения характеристик и свойств почвенного покрова под влиянием различного рода внешних воздействий имеет важное значение для оценки изменения плодородия черноземов. В Каменной Степи в конце 19-го столетия (1892 г.) был основан крупный полевой эксперимент по изменению обустройства естественного ландшафта и усилению его обводненности. Ключевым звеном предложенных мероприятий явилась посадка густой сети лесных полос. С момента начала эксперимента намечена программа изучения изменения свойств почв.

Большое внимание вопросам трансформации черноземов ЦЧЗ под влиянием искусственных лесных полос уделено в ряде работ [1–57]. Из этих работ следует, что лесные полосы с момента посадки оказывают благоприятное воздействие на накопление органического вещества, физические, физико-химические, биологические свойства черноземов.

В современной научной литературе уделяется много внимания лесным полосам, как одной из составляющих современных агроландшафтов степной части, определяющих направленность и интенсивность почвообразовательных процессов [10, 14, 15, 42, 43, 47, 48, 50].

При этом многие вопросы изменения свойств черноземов и компонентов современных агролесокультурных ландшафтов недостаточно изучены. Имеются противоречивые сведения, касающиеся объема зоны влияния лесных полос на почвенный покров [11, 13, 22, 24], трансформацию физических свойств черноземов [12, 29]. Значительный интерес представляет влияние лесополос на солевой режим черноземов [38, 42].

Наряду с положительным влиянием лесных полос на черноземы отмечена и их негативная роль, в частности, увеличение количества гидроморфных и сезонно-переувлажненных почв [34, 41]. Проведенными исследованиями в последние годы установлено увеличение концентрации солей в составе водных вытяжек в почвах под лесными полосами [37, 40].

Имеются публикации зарубежных авторов о роли лесных насаждений в изменении водно-солевых характеристик почв [44–57]. Отмечена вы-

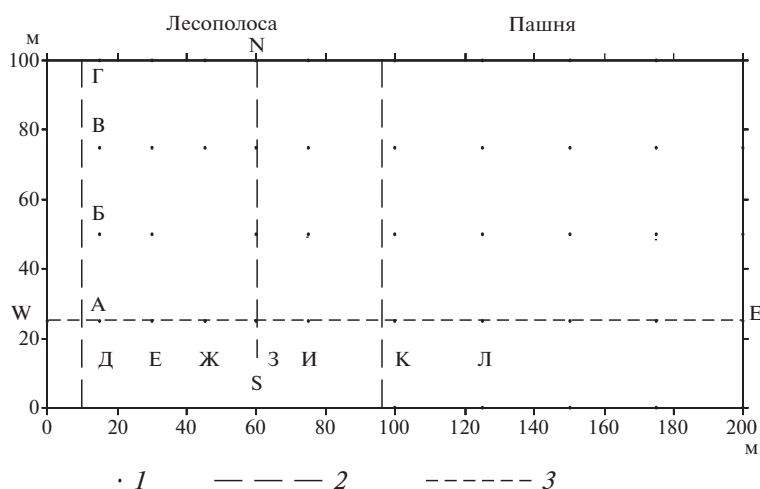


Рис. 1. Сетка опробования на ключевом участке: 1 – скважина, 2 – границы (западная и восточная) лесополосы 43, 3 – трансекты (WE – запад-восток, SN – юг-север) вертикального распределения солей; А, Б, В, Г – трансекты, пересекающие лесную полосу в поперечном направлении с запада на восток, Д, Е, Ж, З, И, К, Л, М – трансекты в направлении с юга на север. То же на рис. 3–5.

сокая скорость транспирации засоленных вод древесными культурами, установлена видовая избирательность в этом отношении. Указано, что даже увеличение засоления почв на низком уровне является абиотическим стресс-фактором, оказывающим сильное влияние на состав древесных культур.

Цель работы – оценка процессов современного соленакопления в черноземах под старовозрастными лесополосами в условиях активного влияния агролесомелиоративного комплекса.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования была старовозрастная лесная полоса и почвы прилегающих пахотных угодий землепользования Воронежского федерального аграрного научного центра (Каменная Степь). Территория относится к юго-восточной части Воронежской обл. Битюгско-Хоперского междуречья и представляет собой слабоволнистую равнину с врезами ветвистых оврагов. Почвообразующими породами служат четвертичные лессовидные глины [4]. Фоновой почвой является чернозем миграционно-мицелярный. Подчиненное положение занимают черноземы сегрегационные, глинисто-иллювиальные и зоотурбированные [32]. Для условий Каменной Степи характерно близкое залегание грунтовых вод к дневной поверхности. На протяжении длительного периода наблюдений (с 1892 г.) отмечена цикличность изменений уровня грунтовых вод (УГВ) [23].

Исследование проводили в лесной полосе 43 и прилегающих к ней пашнях. Лесная полоса заложена в конце 19-го столетия (1899 г.). В настоящее время ее общая площадь составляет ≈ 3.0 га. Протяженность с юга на север составляет 408 м при ширине 73 м. Состав сформировавшегося и функционирующего в настоящее время древостоя состоит из дуба черешчатого (Д), ясеня остролистного (Я) и вяза (В). Диаметр деревьев в среднем составляет 37 см, высота – 26 м [6].

Почвенные пробы отбирали по регулярной сетке опробования ручным буром до глубины 200 см. Под лесной полосой шаг составлял 15×25 м, на пашне – 25×25 м (рис. 1). Количество точек составило в первом случае 24 скважины, в межполосном пространстве – 25 скважин. Почвенные пробы отбирали в слоях 0–20, 20–30, 30–50, 50–70, 70–100, 100–120, 120–150, 150–170 и 170–200 см. Общее количество проанализированных образцов составило 441 шт. При отборе проб в полевых условиях определяли принадлежность почв к почвенной разности.

Активность ионов натрия определяли ион-селективным методом в пасте при 50%-й влажности на иономере ЭВ-74, общее содержание и качественный состав легкорастворимых солей – в водной вытяжке при соотношении почва : вода = 1 : 5 [3].

Почвенную карту ключевого участка строили методом интерполяции по сети точек опробования [33]. Картограммы площадного распределения солей в отдельных слоях и двумерные диаграммы распределения солей в координатах “рас-

стояние—глубина” получали методом кригинга с помощью пакета Surfer-9.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для почвенного покрова изученных ключевых участков лесной полосы и пашни межполосного пространства была характерна относительная однородность. Под исследованной лесной полосой доминировал чернозем обыкновенный с долей до 41%. Равновеликие доли принадлежали чернозему типичному и чернозему выщелоченному — примерно по 23%. Чернозем перерытый занимал чуть более 10%. Под лесной полосой доля зоотурбированного варианта составляла 28%. На остальные компоненты почвенного покрова приходилось по 24%.

Некоторую отличительную особенность имели мощность и глубина почвенных горизонтов в зависимости от характера использования угодий. Для почв лесной полосы можно отметить некоторое увеличение мощности горизонта А (AU или PU + AU) — до 28–45 см против 23–38 см на пашне. Общая мощность гумусового горизонта (AV или AUb) довольно существенно изменялась: на пашне — в интервале от 45 до 100 см, в лесной полосе — от 48 до 95 см. Столь значительное варьирование нижней границы гумусового горизонта связано с наличием в составе почвенного покрова перерытых вариантов. По глубине вскипания также не выявлено существенных различий.

Проведенное исследование характера распределения снега в условиях влияния лесных полос позволило выявить свои особенности. В силу влияния господствующих юго-восточных ветров наибольшее количество снега накапливалось на восточной опушке лесных полос. В период проведения наблюдений величина снежного покрова составила в среднем 57.3 ± 2.3 см, в средней части лесной полосы — 39.7 ± 2.2 см, на западной опушке — 51.2 ± 1.9 см. В соответствии с запасами снега находилось и количество общей влаги в почвенном профиле. На конец марта—начало апреля в 1-метровом слое почвы на опушках отмечена примерно одинаковая влажность — 455 и 460 мм. В центральной части лесной полосы влагозапасы были несколько меньше — 380–440 мм. Это было связано, видимо, с несколькими причинами: во-первых, дубово-ясеневый древостой в значительной степени иссушает почвенную толщу в предшествующий летний период вследствие явления дессукации, во-вторых, — меньшие показатели снегонакопления в зимний период, не позволявшие пополнить влагозапасы до уровня опушечной части.

Исследование активности ионов натрия позволило выявить четкую дифференциацию по почвенному профилю ключевого участка (рис. 2). Определяющим фактором в изменении содержания солей была длительно произрастающая древесная растительность лесной полосы с преобладанием дуба и ясеня. При этом увеличение активности иона натрия начинало наиболее заметно проявляться в горизонтах почвы с глубины 120 см. Пахотные аналоги почв при этом до глубины 2 м оставались незасоленными. Очевидно, в почве под лесной полосой важное место занимают процессы, приводящее к количественному накоплению натрия в глубоко залегающих почвенных горизонтах.

В верхней части почвенного профиля чернозема пахотного аналога отмечено незначительное количество натрия. В пахотном слое оно не превышало 0.25 ммоль/л. Верхние горизонты почвы под лесной полосой также формально не были засоленными. Но, несмотря на это активность ионов натрия возрастала в несколько раз — до 0.50–0.75 ммоль/л. Таким образом, для почв лесных ценозов характерно различие в засоленности, начиная уже с верхних гумусированных горизонтов почвы. На глубине 70–120 см активность натрия составила соответственно для пашни и лесной полосы 0.17–0.23 и 1.1–2.5 ммоль/л, и отмечено начало более заметной дифференциации засоленности почвенных горизонтов исследованных угодий.

В пахотных почвах в общем сохранялся такой же характер активности ионов натрия, свойственных верхним горизонтам, не превышая в основном 1 ммоль/л на глубине 170–200 см. Существенного увеличения количества натрия по всему почвенному профилю не отмечено, что характерно для фоновых почв. Незначительное повышение его концентрации в нижних горизонтах обусловлено контактом со слабоминерализованными грунтовыми водами. В черноземах лесной полосы в горизонте ниже 120 см было характерным существенное увеличение активности натрия до 2–30 ммоль/л. Максимальные величины отмечены на глубине 170–200 см на уровне 30–68 ммоль/л.

Особенности пространственного распределения активности ионов натрия наглядно представлены на рис. 2. Для черноземных почв лесной полосы четко выделялась восточная наветренная сторона с повышенным содержанием натрия. Обнаружена закономерная изменчивость активности Na в пространстве: на восточной опушке и центральной части лесной полосы активность натрия была больше по сравнению с западной частью по всему почвенному профилю. Причем эта

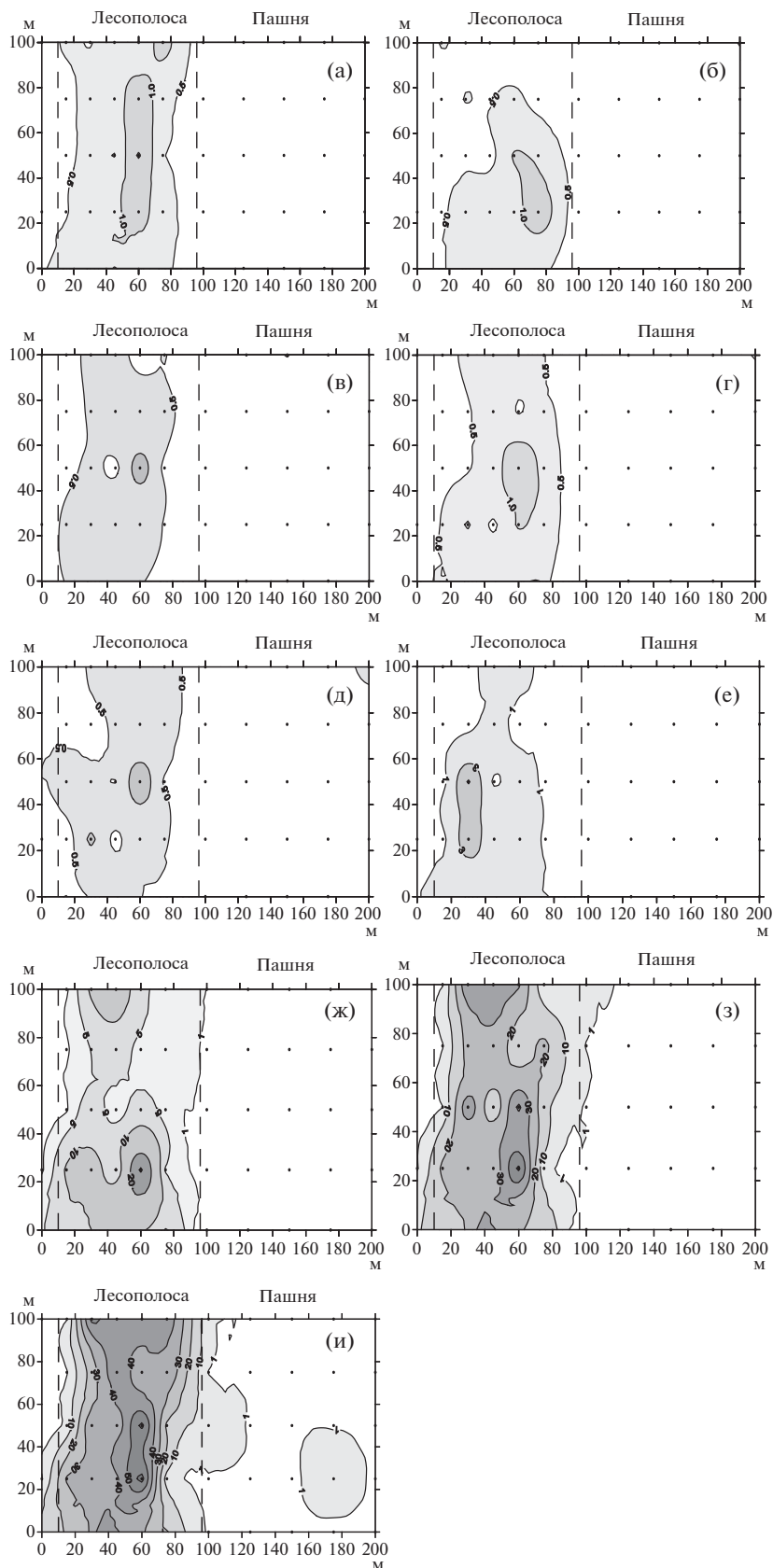


Рис. 2. Площадное распределение активности ионов натрия (ммоль/л при влажности 50%) по слоям: (а) – 0–20 см, (б) – 20–30 см, (в) – 30–50 см, (г) – 50–70 см, (д) – 70–100 см, (е) – 100–120 см, (ж) – 120–150 см, (з) – 150–170 см, (и) – 170–200 см.

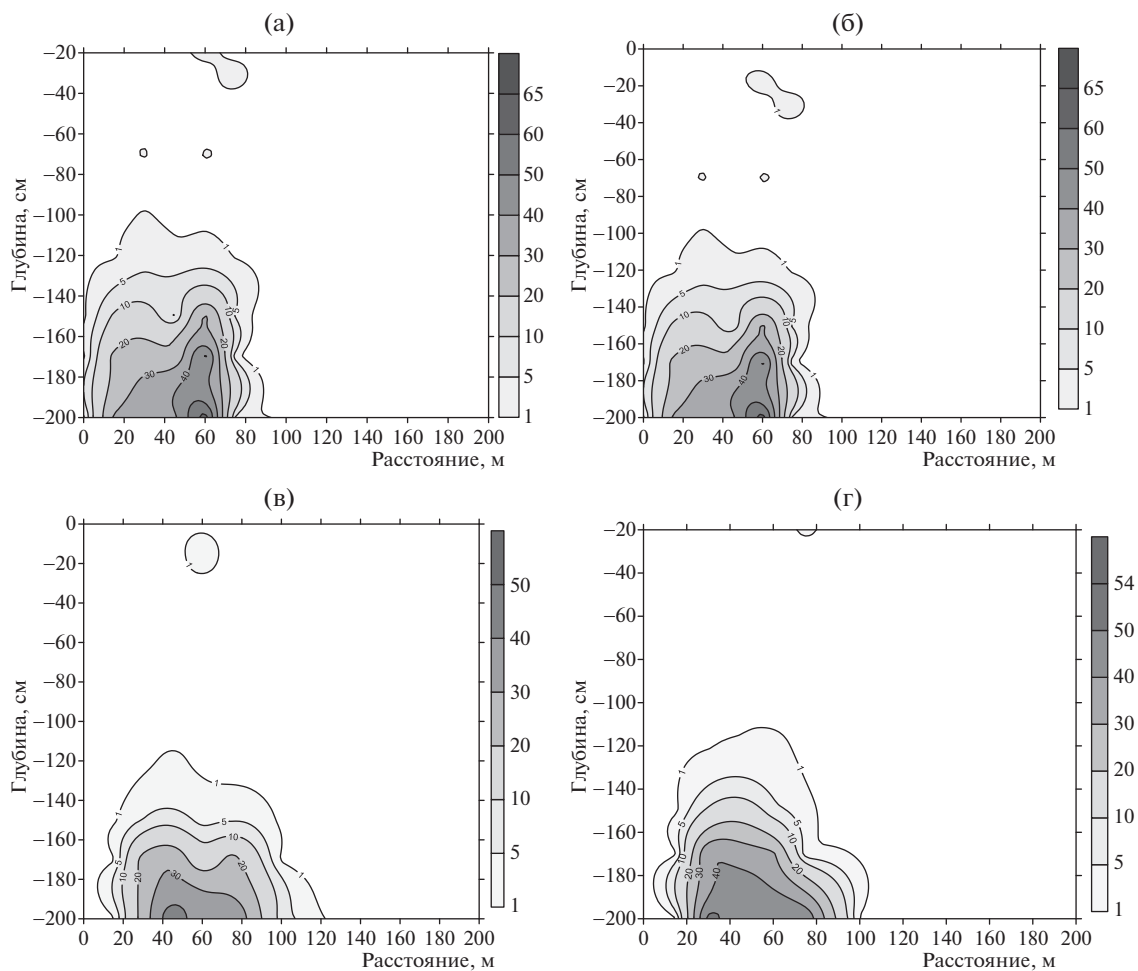


Рис. 3. Изолинии активности ионов натрия (ммоль/л, измерение в пасте при влажности 50%) по трансекте, пересекающей лесополосу 43 в поперечном направлении: (а) – ($Y = 0$ м), (б) – ($Y = 25$ м), (в) – ($Y = 50$ м), (г) – ($Y = 75$ м).

отличительная особенность начинала проявляться с верхних горизонтов. В слое почвы 0–20 см эти показатели равнялись соответственно 0.86, 0.80 и 0.43 ммоль/л. Начиная с глубины 50–70 см, максимальные показатели были характерны для центра лесной полосы.

Рассмотрение анализа профильного распределения активности иона натрия показало существенное увеличение до 37–42 ммоль/л на глубине 170–200 см в центре лесной полосы. По мере удаления от осевой центральной линии отмечено ее заметное снижение. Причем на западной заветренной части показатели были меньше по сравнению с восточной и равнялись в среднем 18–20 и 33–36 ммоль/л соответственно.

На прилегающем к западной стороне участке поля засоленность почвенного профиля была близка к показателям, отмеченным в пашне, прилегающей к лесной полосе с восточной стороны. В первом случае количество натрия составляло

0.22–0.94, во втором – 0.12–0.25 ммоль/л. Таким образом, накопление солей в нижних горизонтах почв отмечено строго под лесополосой с максимумом в центральной ее части и резким переходом к фоновым незасоленным черноземам сразу за ее пределами. Этот вывод иллюстрирован двумерными диаграммами распределения активности ионов натрия вдоль трансект, одна из которых пересекает участок поперек лесополосы, а другая – вдоль осевой ее линии (рис. 3, 4).

Для оценки качественного состава солей исследованных почв сделана водная вытяжка 1 : 5 (рис. 5). Пахотные черноземы характеризовались отсутствием легкорастворимых солей во всем почвенном профиле. Общая сумма солей варьировала в интервале от 0.10 до 0.15%, содержание токсичных солей – 0.05–0.10%. В черноземах под лесной полосой минимумы общей суммы солей (0.08–0.15%) и суммы токсичных солей (0.03–0.10%) были характерны для опушечной части.

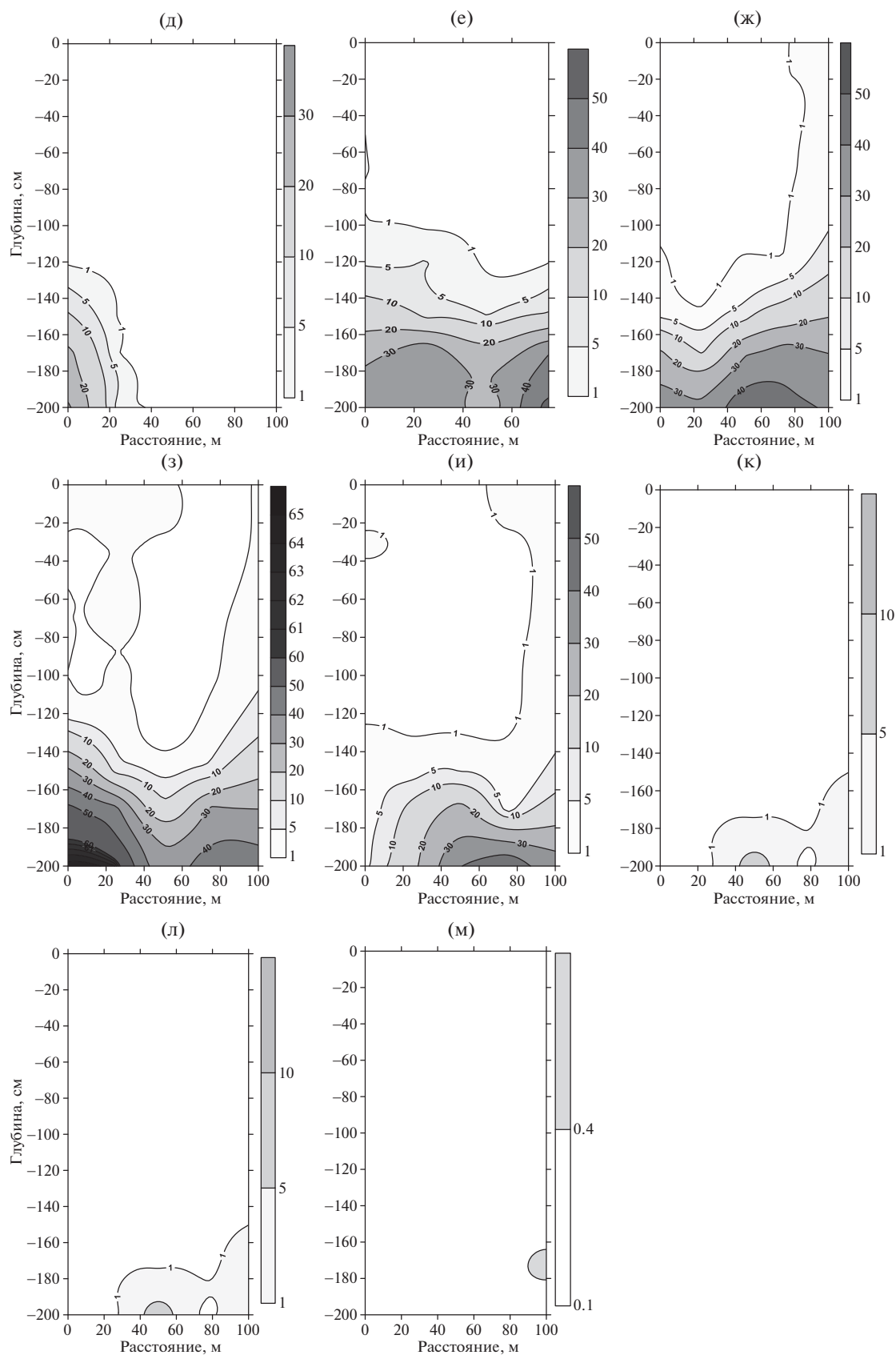


Рис. 4. Изолинии активности ионов натрия (ммоль/л, измерение в пасте при влажности 50%) по трансекте от западного края лесополосы 43 с юга на север: (д) – ($X = 15$ м), (е) – ($X = 30$ м), (ж) – ($X = 45$ м), (з) – ($X = 60$ м), (и) – ($X = 75$ м), (к) – ($X = 100$ м), (л) – ($X = 125$ м), (м) – ($X = 150$ м).

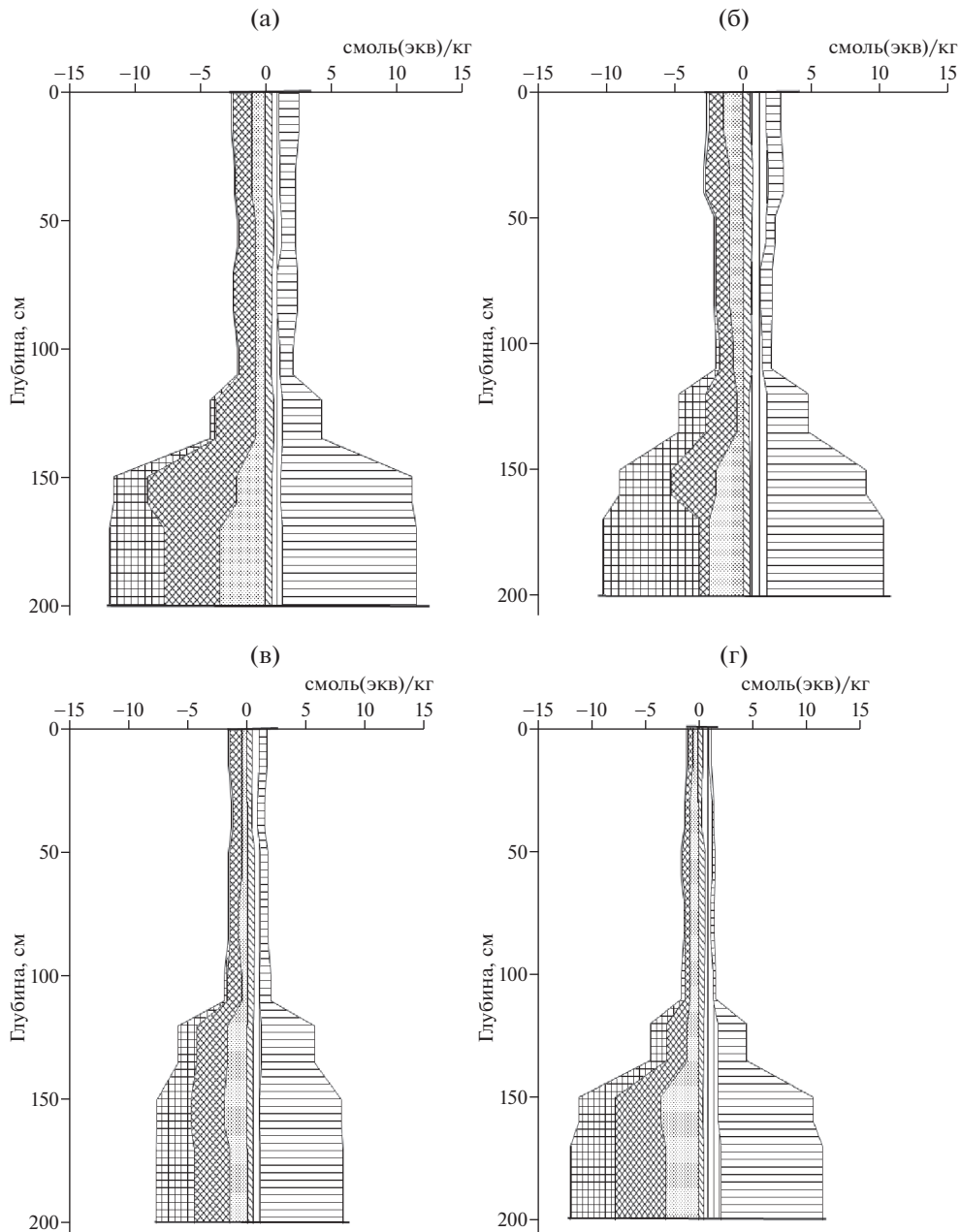


Рис. 5. Солевой профиль по трансекте от западного края лесополосы 43 с юга на север: (а) – ($X = 15$ м), (б) – ($X = 30$ м), (в) – ($X = 45$ м), (г) – ($X = 60$ м), (д) – ($X = 75$ м), (е) – ($X = 100$ м), (ж) – ($X = 125$ м), (а–г) – лесная полоса 43, (д, е) – пашня межполосного пространства).

Причем как западная, так и восточная опушка по степени засоления в гумусовой толще не различались, оставаясь незасоленными. Начиная с глубины 120 см, отмечено существенное увеличение засоленности почв. Особенно четко это проявилось на восточной опушке, где в зимние месяцы накапливалось максимальное количество снега. Величина общей суммы солей водной вытяжки в этом случае увеличивалась от 0.12–0.17% (в слое 120–150 см) до 0.13–0.77% (в слое 170–200 см).

Сумма токсичных солей изменялась от 0.05–0.25 до 0.42–0.56%, что соответствовало градации от слабого до сильного засоления.

Посадка лесных полос в степных условиях в первую очередь изменяет характер распределения снега в агроландшафте, приходные и расходные части водного баланса [18, 30, 31]. В лесостепной и степной части под дубовым насаждением почва отличается большим поступлением влаги на питание грунтовых вод, десукции и денсации [8, 9,

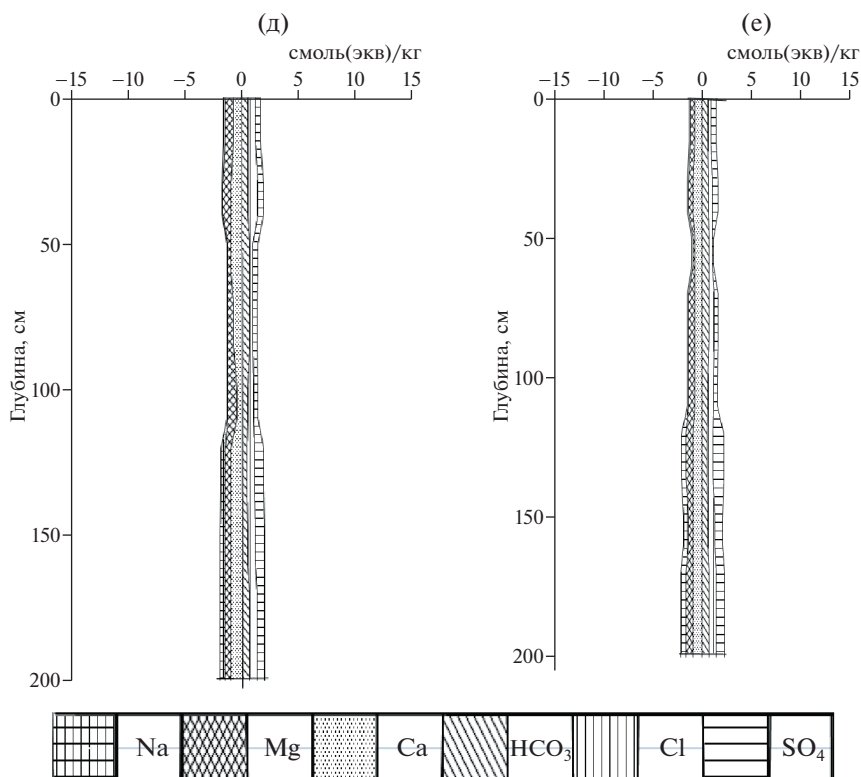


Рис. 5. Окончание.

31]. При этом отмечено повышение уровня грунтовых вод под влиянием старовозрастных лесных полос [16]. В степной зоне за счет более высокого температурного фона увеличивается испаряемость, и, как следствие, концентрация растворимых солей в зоне аэрации почвенной толщи [17]. В работе [27] отмечено негативное влияние наличия солей в лессовых почвах степи на развитие древесной растительности.

Снеговые воды агроландшафта Каменная Степь имеют низкую минерализацию, равную 65.7 мг/л в среднем за период наблюдений 1995–2008 гг. Анионы представлены гидрокарбонатами, хлоридами и сульфатами приблизительно в равном соотношении. Среди катионов доминирующее положение занимает кальций. Доли магния и натрия незначительны. Величина рН талых вод составляет 6.82. Таким образом, накопление снега в лесополосах не может стать причиной накопления солей в почвах.

Причин повышения концентрации солей в почвенном профиле под старовозрастной лесной полосой несколько. Во-первых, несмотря на довольно высокую интенсивность осадков в летний период дополнительное поступление влаги в почву ограничивается так называемым горизонтальным стоком. Во-вторых, по нашему мнению, высокие

показатели транспирации дубовых насаждений в летний период способствуют подтягиванию солевых растворов к поверхности почвы, и, как результат, повышению концентрации солей на определенной глубине под древесной растительностью в течение длительного времени. На момент проведения исследования возраст лесной полосы составил более 120 лет. В-третьих, равномерное распределение зимних твердых осадков на поверхности почвы с высокими показателями водопроницаемости лесной полосы способствуют поглощению всего количества влаги и многолетнему накоплению солей. Возможно, эти закономерности носят общий региональный характер. Но, в то же время нельзя исключать свойства почвы, и, в частности, характеристики подстилающей породы. Функция подстилающей породы в процессах соленакопления, несомненно, играет определенную роль.

Существует реальная возможность изменения состава грунтовых вод под старовозрастными лесными полосами в степной части России. Их минерализация может достигать >10 г/л [23, 38]. Накопление солей на определенной глубине связано, по-видимому, с биологическими особенностями дуба, избирательностью поглощения отдельных компонентов почвенного раствора в

зоне максимального всасывания воды корневой системой. Существует мнение о зависимости накопления солей под деревьями от гранулометрического состава почв. В более тяжелых почвах, богатых органикой, содержание солей больше [45, 47, 48, 57].

Вырубка деревьев, которая изменяет гидрологический баланс ландшафтов и может способствовать засолению почв, приводит к изменению и качества грунтовых вод [53, 54, 56]. Облесение ландшафта приводит к снижению удаления солей с водосборной территории до 13% [44].

Исследованиями [52] установлено увеличение концентрации хлоридов в непосредственной близости от дубовых насаждений на глубине >1 м. На удалении >6 м содержание хлоридов резко снижалось. Было высказано мнение, что накопление хлоридов связано с активной деятельностью корневой системы [51, 55]. Максимальное накопление хлоридов отмечено в образцах, отобранных в осенний период [53]. Варьирование количества осадков по годам не оказывало при этом существенного влияния на концентрацию Cl в почве.

От характера произрастающей растительности во многом зависит транспирация влаги из почвы [46]. В летний период под дубовым насаждением транспирация влаги одного дерева составляет до 150 л/сут [51]. Древесные культуры снижают уровень грунтовых вод непосредственно под насаждением. При удалении более чем на 10 м этот эффект нивелируется [47].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование в агролесомелиоративном стационаре “Каменная Степь” изменения концентрации солей выявило закономерное увеличение содержания натрия в черноземах под старовозрастной дубово-ясеновой лесной полосой. Наибольшее количество солей отмечено на глубине 150–200 см, способствуя формированию глубокозасоленных почвенных горизонтов.

Выявлена четкая пространственная дифференциация увеличения содержания солей непосредственно под лесной полосой с максимумом вдоль центральной осевой линии. Для опушечной части характерен четкий и резкий переход к незасоленным почвам пашни, что может свидетельствовать о снижении роли древесных культур.

Возможным механизмом накопления солей в черноземах Каменной Степи под лесополосами является изменившийся гидрологический режим. Высокая транспирация взрослого здорового

лесного насаждения с деревьями до 16–25 м высотой на фоне общего повышенного залегания уровня грунтовых вод на территории агролесоландшафта способствует активному расходу воды под лесополосами в летний период, вызывая локальное понижение уровня грунтовых вод вдоль лесополосы, пополнение образовавшейся депрессионной воронки грунтовыми водами со стороны окружающих полей и концентрирование передвигающихся с водой солей в области отбора воды корневыми системами.

Авторский коллектив выражает глубокую признательность и благодарность Н.Б. Хитрову за ценные советы и пожелания, высказанные при подготовке статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Адерихин П.Г., Богатырева З.С.* Влияние ползащитных лесных полос на структуру обыкновенных черноземов Каменной Степи // Почвоведение. 1979. № 2. С. 71–81.
2. *Адерихин Я.Г., Богатырева З.С.* Воздействие защитных лесных насаждений на содержание и состав органического вещества обыкновенных черноземов Каменной степи // Почвоведение. 1974. № 5. С. 43–53.
3. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 488 с.
4. *Басов Г.М., Гриценко М.Н.* Гидрологическая роль лесных полос (по материалам исследований, проведенных в Каменной степи). М.: Гослесбумиздат, 1963. 201 с.
5. *Бойко В.П., Горбуленко А.С.* К вопросу воздействия ползащитных лесных полос на почву // Почвоведение. 1949. № 6. С. 313–324.
6. *Вавин В.С., Рымарь В.Т., Ахтямов А.Г., Свиридов Л.Т.* Создание долговечных защитных насаждений в условиях юго-востока ЦЧЗ. Воронеж, 2007. 240 с.
7. *Винокурова И.К.* Мелиоративная роль системы защитных лесных полос // Преобразование природы в Каменной степи. М., 1970. С. 64–77.
8. *Высоцкий Г.Н.* Избр. тр. М.: Сельхозгиз, 1960. 435 с.
9. *Георгий Николаевич Высоцкий и его труды (автобиография)* // Почвоведение. 1941. № 3. С. 13–42.
10. *Ковалев Н.Г., Анциферова О.Н., Полозова В.Г., Сухоруких Ю.И., Свинцов И.П.* О создании лесных насаждений на непригодных для сельскохозяйственного использования землях // Вестн. сел.-хоз. науки. 2017. № 1. С. 4–7.
11. *Колесникова Л.В.* Лесные полосы и их влияние на плодородие чернозема обыкновенного и продуктивность угодий в степи Приволжской возвышенности: Дис. ... канд. с.-х. наук. Саратов, 2006. 238 с.
12. *Королев В.А., Громовик А.И., Йонко О.А.* Изменение физических свойств почв Каменной степи под влиянием ползащитных лесных полос // Почвоведение. 2012. № 3. С. 299–308.
<https://doi.org/10.1134/S1064229312030064>

13. *Кретицин В.М.* Мониторинг плодородия почв лесоаграрных ландшафтов лесостепной зоны // Докл. ВАСХНИЛ. 1992. № 3. С. 16–20.
14. *Кулик К.Н.* Защитные лесные насаждения – основа экологического каркаса агротерриторий // Вестн. рос. сел.-хоз. науки. 2018. № 1. С. 18–21.
15. *Куулар Ч.И., Сорокина О.А.* Оценка почвозащитной роли искусственных лесонасаждений в Ширинской степи // Плодородие. 2014. № 2. С. 39–41.
16. *Лабунский И.М.* Орошение степей Велико-Анадолы // Почвоведение. 1948. № 5. С. 285–298.
17. *Нестеренко Ю.М.* Водная компонента аридных зон: экологическое и хозяйственное значение. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 286 с.
18. *Петров Н.Г.* Система лесных полос. М., 1975. 115 с.
19. *Поротиков И.Ф., Чевердин Ю.И.* Агроресомелиоративный комплекс и гидрогенез черноземов // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения. Тез. и докл. Всерос. конф., Москва, 16–18 августа 1998 г. Т. 1. М., 1998. С. 303–304.
20. *Приходько В.Е., Чевердин Ю.И., Титова Т.В.* Изменение форм органического веществ черноземов Каменной степи при разном использовании, местоположении и увеличении степени гидроморфизма // Почвоведение. 2013. № 12. С. 1494–1504. <https://doi.org/10.1134/S1064229313120065>
21. *Сауткина М.Ю., Чевердин Ю.И.* Микробиологическая оценка состояния почвенного покрова агроресомелиоративных ландшафтов Каменной Степи // Лесн. журн. (Изв. высш. учеб. завед.). 2019. № 6. С. 62–78. <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.6.62>
22. *Свищов И.П., Шмыков В.А., Шабарина Е.В., Тищенко В.В.* Роль лесных полос в мелиорации агроландшафтов в условиях речных долин Среднерусской лесостепи // Плодородие. 2013. № 2. С. 31–33.
23. *Середин Е.А., Кожухарь Н.С.* Аналитический обзор состояния недр на опорном полигоне “Каменная Степь” за период 2005–2009 гг. Вып. 1 (отчет). Воронеж, 2010. 59 с.
24. *Смирнова М.А., Геннадиев А.Н., Чендев Ю.Г., Ковач Р.Г.* Влияние полезных лесных насаждений на локальное разнообразие почв (Белгородская область) // Почвоведение. 2020. № 9. С. 1031–1042. Doi: <https://doi.org/10.31857/S0032180X20090166>
25. *Соловьев П.Е.* Влияние лесных насаждений на почвообразовательный процесс и плодородие почв. М.: Изд-во МГУ, 1967. 201 с.
26. *Сухарев И.П.* Гидрологическая и противоэрозионная роль лесных полос. Воронеж: Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1966. 119 с.
27. *Танфильев Г.И.* Пределы лесов на юге России. 1894. 167 с.
28. *Тумин Г.М.* Влияние лесных полос на почву в Каменной Степи. Воронеж: Изд-во “Коммуна”, 1930. 40 с.
29. *Турусов В.И., Чевердин Ю.И., Беспалов В.А., Титова Т.В.* Изменения физических свойств черноземов сегрегационных в агроресомелиоративных ландшафтах Центрального Черноземья // Лесн. журн. (Изв. высш. учеб. завед.). 2020. № 4. С. 95–112. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2020-4-95-112>
30. *Турусов В.И., Чеканышкин А.С., Тищенко В.В.* Агроэкологическая роль лесных полос в преобразовании ландшафтов (на примере Каменной Степи). Каменная Степь, 2012. 191 с.
31. *Харитонов Г.А.* Осадки в лесу, поле и поступление их в почву // Почвоведение. 1949. № 2. С. 95–109.
32. *Хитров Н.Б.* Структура почвенного покрова Каменной Степи // Разнообразие почв Каменной Степи. Научн. тр. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2009. С. 41–71.
33. *Хитров Н.Б.* Создание детальных почвенных карт на основе интерполяции данных о свойствах почв // Почвоведение. 2012. № 10. С. 1045–1046.
34. *Хитров Н.Б., Чевердин Ю.И.* Почвы Каменной степи от времени В.В. Докучаева до наших дней // Живые и биокосн. сист. 2016. № 16. <http://www.jbks.ru/archive/issue-16/article-2>
35. *Хитров Н.Б., Чевердин Ю.И.* Сезонно переувлажненные почвы Каменной Степи // Деградация богатых и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М., 2012. С. 64–89.
36. *Чевердин Ю.И.* Изменения свойств почв юго-востока Центрального Черноземья под влиянием антропогенного воздействия. Воронеж: Истоки, 2013. 336 с.
37. *Чевердин Ю.И.* Солевой состав черноземов в зоне влияния лесной полосы // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. Сб. докл. Международ. научн.-практ. конф. Курского отделения МОО “Общество почвоведов имени В.В. Докучаева”. Курск: Курский ФАНЦ, 2020. С. 416–418.
38. *Чевердин Ю.И., Вавин В.С., Ахтямов А.Г., Воронин Д.А.* Роль лесных насаждений в изменении свойств черноземов // Достиж. науки и техн. АПК. 2014. № 2. С. 11–14.
39. *Чевердин Ю.И., Поротиков И.Ф., Свиридов А.К., Титова Т.В., Иванов В.А.* Роль лесных насаждений в сезонной переувлажненности почв Каменной Степи // Черноземы Центральной России: генезис, география, эволюция. Мат-лы Международ. научн. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. основателя Воронежской школы почвоведов П.Г. Адерихина, 25–28 мая 2004 г. Воронеж, 2004. С. 328–332.
40. *Чевердин Ю.И., Сауткина М.Ю.* Роль искусственных лесных насаждений в изменении солевых характеристик черноземов степной зоны // Лесные почвы и функционирование лесных экосистем: Мат-лы VIII Всерос. научн. конф. с международ. участием М.: ЦЭПЛ РАН, 2019. С. 85–87.
41. *Чевердин Ю.И., Титова Т.В.* Гидроморфные почвы Каменной Степи: Монография. Воронеж: Истоки, 2020. 253 с.
42. *Чендев Ю.Г., Геннадиев А.Н., Лукин С.В., Соэр Т.Д., Заздравных Е.А., Белеванцев В.Г., Смирнова М.А.* Изменение лесостепных черноземов под влиянием лесополос на юге Среднерусской возвышенно-

- сти // Почвоведение. 2020. № 8. С. 934–947.
https://doi.org/10.31857/S0032180X20080031
43. Чендев Ю.Г., Соэр Т.Д., Геннадиев А.Н., Новых Л.Л., Петин А.Н., Петина В.И., Заздравных Е.А., Буррас С.Л. Накопление органического углерода в черноземах (моллисолях) под полезайщными лесными насаждениями в России и США // Почвоведение. 2015. № 1. С. 49–60.
https://doi.org/10.1134/S1064229315010032
 44. van Dijk A.I.J.M., Hairsine P.B., Penã Arancibia J., Dowling T.I. Reforestation, water availability and stream salinity: A multi-scale analysis in the Murray-Darling Basin, Australia // Forest Ecol. Manag. 2007. V. 251. P. 94–109.
https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.06.012
 45. Antonellini M., Mollema P.N. Impact of groundwater salinity on vegetation species richness in the coastal pine forests and wetlands of Ravenna, Italy // Ecol. Engin. 2010. V. 36. P. 1201–1211.
 46. Chhabra R., Thakur N.P. Lysimeter study on the use of biodrainage to control waterlogging and secondary salinization in (canal) irrigated arid/semi-arid environment // Irrigat. Drain. Syst. 1998. № 12. P. 265–288.
 47. Dagar J.C., Minhas P.S. Global perspectives on agroforestry for the management of salt affected soils // Agroforest. Manag. Waterlog. Saline Soils Poor-qual. Waters. 2016. P. 5–22.
https://doi.org/10.1007/978-81-322-2659-8_2
 48. Dagar J.C., Minhas P.S. Use of tree plantations in water–table drawdown and combating soil salinity // Agroforest. Manag. Waterlog. Saline Soils Poor-qual. Waters Adv. Agroforest. 2016. V. 13. P. 33–48.
https://doi.org/10.1007/978-81-322-2659-8_3
 49. Dagar J.C., Sharma P.C., Chaudhari S.K., Jat H.S., Sharif A. Climate change vis-a-vis saline agriculture: Impact and adaptation strategies // Springer India, Innovative Saline Agriculture, 2016.
https://doi.org/10.1007/978-81-322-2770-0_2
 50. Georgea S.J., Harperb R.J., Hobbsc R.J., Tibbetta M. Asustainable agricultural landscape for Australia: A review of interlacing carbon sequestration, biodiversity and salinity management in agroforestry systems // Agricult. Ecosyst. Environ. 2012. V. 163. P. 28–36.
 51. Grimaldi C, Thomas Z., Fossey M., Fauvel Y., Merot P. High chloride concentrations in the soil and groundwater under an oak hedge in the West of France: an indicator of evapotranspiration and water movement // Hydrol. Process. 2009. V. 23. P. 1865–1873.
 52. Hao H., Grimaldi C., Walter C., Dutin G., Trinkler B., Merot P. Chloride concentration distribution under oak hedgerow: an indicator of the water–uptake zone of tree roots? // Plant Soil. 2015. V. 386. P. 357–369.
https://doi.org/10.1007/s11104-014-2262-y
 53. Runyon C.W., D’Odorico P. Ecohydrological feedbacks between salt accumulation and vegetation dynamics: role of vegetation–groundwater interactions // Water Resour. Res. 2010. V. 46 (W11561). P. 11.
 54. Smith M., Dixon R., Bonieck, L., Berti M., Sparks T., Bari M., Platt J. Salinity situation statement: Warren River, Department of Water, Water Resource Technical. Ser. 2006. WRT 32. Government of Western Australia, Perth.
 55. Thomas Z., Ghazavi R., Merot P., Granier A. Modelling and observation of hedgerow transpiration effect on water balance components at the hillslope scale in Brittany // Hydrol. Process. 2012. V. 26. P. 4001–4014.
 56. Williamson D.R. The hydrology of salt affected soils in Australia // Reclamat. Revegetat. Res. 1986. № 5. P. 181–196.
 57. Zanoni D. Caratterizzazione pedologicadella Pineta di San Vitale, Ravenna, Italy // PhD thesis, University of Bologna, Italy. 2008.

Modern Salt Accumulation in Chernozems under Old-Growth Forest Belts in the Stone Steppe

Yu. I. Cheverdin^{a,#} and A. Yu. Cheverdin^a

^aVoronezh Federal Agricultural Scientific Centre named after V.V. Dokuchaev,
settlement of the 2nd section of the Institute named after Dokuchaev,
Voronezh region, Talovsky district 397463, Russia

[#]E-mail: cheverdin62@mail.ru

The change in the salt characteristics of the chernozems of the Stone Steppe was studied on the example of an old-age forest strip. The forest strip is an oak-ash forest plantation of 1899 with a width of 73 m. At the time of the study, her age was more than 110 years. To identify the features of the salt accumulation process, a regular grid of sampling wells with a depth of up to 2 m is laid. The assessment was carried out by the activity of the sodium ion and the composition of the aqueous extract. It has been established that deep-saline soil horizons are formed directly under the forest strip, starting from a depth of 120 cm. The highest concentration of salts was characteristic of the central part of the forest strip. In the apical part, the contamination decreased to the level of salt content characteristic of adjacent background soils.

Key words: agroforestry complex, arable land, sodium, toxic salts.