

DOI: 10.31862/2500-2961-2020-10-1-40-62

Т.И. Панкова

Курский институт кооперации (филиал)
Белгородского университета кооперации, экономики и права,
305004, г. Курск, Российская Федерация;

Курский федеральный аграрный научный центр,
305021, г. Курск, Российская Федерация

Динамика агроэкологического состояния чернозема типичного под лесополосами в зависимости от местоположения в рельефе (Курская область, Россия)

В почве под разновозрастными лесополосами, расположенными на различных экспозициях склона на территории опытного поля Всероссийского научно-исследовательского института земледелия и защиты почв от эрозии (Курская область, Медвенский район), установлены особенности динамики показателей плодородия чернозема типичного, определяющих его агроэкологическое состояние. Период исследований составил 16 лет, возраст лесополос – 20 и 36 лет. Во всех лесополосах, независимо от местоположения в рельефе, отмечено улучшение агрофизического состояния почвы, увеличение содержания гумуса, подвижных гумусовых веществ, подвижных калия и фосфора. Однако интенсивность протекающих изменений различны в зависимости от экспозиции лесополосы на склоне. Так, на южном склоне произошло максимальное увеличение содержания гумуса, подвижного фосфора, обменных оснований, водопрочных агрегатов. В почве водораздельного плато произошло существенное увеличение содержания гумуса, степени гумификации, подвижных гумусовых веществ, а их качественный состав и содержание агрономически ценных агрегатов практически не изменились. На северном склоне отмечено максимальное увеличение критерия водопрочности почвы. С повышением возраста лесополос увеличивается надземная травянистая фитомасса при возрастании в ней доли зеленой биомассы и уменьшается количество накапливаемой

© Панкова Т.И., 2020

Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



подстилки. Наибольшая продуктивность фитомассы была в прибалочной лесополосе южного склона. Исследования показали, что длительное произрастание лесополос улучшает агроэкологическое состояние почвы независимо от их положения в рельефе, что способствует увеличению экологического потенциала агроландшафта. Правильное понимание направленности происходящих изменений в агроэкологическом состоянии почвы позволит оптимизировать устройство и функционирование агроландшафта.

Ключевые слова: чернозем типичный, лесополоса, экспозиция склона, агроэкологическое состояние чернозема типичного, гумусное состояние чернозема типичного, свойства чернозема типичного, агрофизические свойства чернозема типичного, агрохимические свойства чернозема типичного, биомасса чернозема типичного

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Панкова Т.И. Динамика агроэкологического состояния чернозема типичного под лесополосами в зависимости от местоположения в рельефе (Курская область, Россия) // Социально-экологические технологии. 2020. Т. 10. № 1. С. 40–62. DOI: 10.31862/2500-2961-2020-10-1-40-62

Original research

DOI: 10.31862/2500-2961-2020-10-1-40-62

T.I. Pankova

Kursk Institute of Cooperation –
branch of Belgorod University of Cooperation, Economics and Law,
305004, Kursk, Russian Federation;
Kursk Federal Agricultural Research Center,
305021, Kursk, Russian Federation

Dynamics of the agroecological state of typical chernozem under forest belts depending on the location in the relief (Kursk region, Russia)

Features of fertility dynamics indicators of typical chernozem determining agroecological state soil under these ecosystems are established under different-age forest shelter belts located on various slope exposures on the territory

of the experimental field of All-Russia Research Institute of Arable Farming and Soil Erosion Control (Kursk Region, Medvensky District). The study period was 16 years, the age of the forest shelter belts is 20 and 36 years. It is found out that long-term growth of woody plants on typical chernozem results in an increase in its fertility. Moreover, there is the variation of soil properties differs in intensity in forest shelter belts that differ by location in the relief. In all forest shelter belts, regardless of the location in the relief, there is an improvement in the agrophysical state of the soil, an increase in the content of humus, mobile humus substances, mobile potassium, and phosphorus. However, the intensity of changes varies depending on the exposure of the forest shelter belt on the slope. So, on the southern slope there was a maximum increase in the content of humus, mobile phosphorus, exchange bases, and water-flow aggregates. In the soil of the watershed plateau, there was a significant increase in the content of humus, the degree of humification, mobile humus substances, but their qualitative composition and content of agronomically valuable aggregates have not changed. On the northern slope, there was the maximum increase in the criterion of water resistance of soil. With increasing age of forest belts, the aboveground herbaceous phytomass increases with an increase in its share of green biomass and the amount of accumulated litter decreases. The highest phytomass productivity was in the offshore forest belt of the southern slope. Studies have shown that long-term growth of forest shelter belts improves the agroecological state of the soil, regardless of their position in the terrain, which contributes to an increase in the ecological potential of the agricultural landscape. A correct understanding of the direction of changes in the agroecological state of the soil will optimize the structure and functioning of the agricultural landscape.

Key words: typical chernozem, forest shelter belt, slope exposure, agroecological state of typical chernozem, humus state of typical chernozem, properties of typical chernozem, agrophysical properties of typical chernozem, agrochemical, typical chernozem biomass.

FOR CITATION: Pankova T.I. Dynamics of the agroecological state of typical chernozem under forest belts depending on the location in the relief (Kursk region, Russia). *Environment and Human: Ecological Studies*. 2020. Vol. 10. № 1. Pp. 40–62. (In Russ.) DOI: 10.31862/2500-2961-2020-10-1-40-62

Введение

Лесополосы, являясь основным структурообразующим элементом экологического каркаса агроландшафта, играют в нем большую агроэкологическую, природоохранную, организующую, средообразующую

роль [Полеззащитное лесоразведение, 2012; Королев, Громовик, Йонко, 2012; Гераськин, Каргин, Каргин, 2014], во многом определяя его экологический потенциал.

Несмотря на то, что в лесостепной зоне лесополосы распространены фрагментарно, они оказывают существенное влияние на сопряженные с ними территории и, значит, на функционирование агроландшафта в целом [Физические свойства..., 2012]. В почве под многолетними лесополосами формируются условия, отличающиеся от условий, складывающихся под степной растительностью, что обуславливает изменение почвообразовательных процессов. Кроме того, нельзя забывать о влиянии рельефа на варьирование свойств почвы, что несомненно сказывается на специфике почвообразовательных процессов под данными биоценозами. В результате в экосистеме многолетних лесополос изменяются почвенные свойства, характеризующие агроэкологическое состояние черноземных почв.

По нашим наблюдениям, в исследованиях искусственных лесных насаждений сделан акцент на изучении свойств почвы под лесополосами в сопоставлении с другими угольями агроландшафта, в частности, с пашней. Большинство исследователей указывают, что длительное произрастание лесополос способствует улучшению многих показателей плодородия. Так, встречается много работ, в которых дана оценка и установлено улучшение влагообеспеченности и содержания гумуса в почве под лесополосами по сравнению со смежными участками [Ахтырцев, Лепилин, 1991; Беляев, 1991; Сорокина, 2007; Полеззащитное лесоразведение..., 2012; Гераськин, Каргин, Каргин, 2014; Долгополова, Широких, 2015; Особенности миграционных процессов..., 2015; Балакай, 2016; Лесополосы, землепользование и оценка земель, 2016; Надточая, 2016; Системы защитных лесных насаждений..., 2016; Барабанов, Панов, 2017; Панкова, Масютенко, 2017; Троц, 2017; Агроресомелиоративный комплекс «Каменная Степь»..., 2018; Бойченко, 2018; Тарасов, Подлесных, Зарудная, 2018; Физические свойства черноземов обыкновенных..., 2012; Чендев, Беспалова, 2019].

В отдельных работах представлены результаты изучения содержания в почве лесополос обменных оснований [Беляев, 1991; Системы защитных лесных насаждений..., 2016; Жумабек, Мухаметкаримов, Рамазанова, 2017], обменного калия и подвижного фосфора [Надточая, 2016; Жумабек, Мухаметкаримов, Рамазанова, 2017], а также ее структурно-агрегатного состояния [Адерихин, Богатырева, 1979; Королев, Громовик, Йонко, 2012; Беспалов, Чевердин, Титова, 2018] и плотности [Беляев, 1991; Королев, Громовик, Йонко, 2012].

Анализ научной литературы последних лет показывает недостаточность комплексного исследования почвенных свойств под лесополосами, занимающих различное местоположение в рельефе, а также изменения их в течение длительного периода времени. Поэтому изучение динамики агроэкологического состояния черноземных почв в лесополосах с учетом их экспозиции на склоне является актуальным, т.к. позволит выявить основные направления изменения свойств почвы в агроландшафте в условиях сильнорасчлененного рельефа, в частности Центрально-Черноземного региона.

Новизна исследования состоит в том, что впервые для Курской области дана оценка и выявлена динамика изменения комплекса свойств черноземных почв в лесополосах, различно ориентированных на склоне: показателей гумусного состояния почвы (качественный состав лабильного гумуса), физических (плотность, водопрочность, структурность почвы), химических (содержание обменных оснований, показатель кислотности почвы, подвижных фосфора и калия).

Кроме того, определены запасы и структура надземной биомассы травянистых растений в изучаемых лесополосах. Биомасса растений является одним из важных показателей состояния растительного покрова, почвы и происходящих в них изменений.

Большой научный и прикладной интерес представляют исследования особенностей ее территориальной дифференциации, позволяющие дать более полную оценку изменениям растительности в конкретных биоценозах.

Цели и задачи

Цель исследования – изучение динамики агроэкологического состояния чернозема типичного в многолетних лесополосах различных экспозиций в условиях Курской области, что необходимо для прогнозирования функционирования и оптимизации устройства агроландшафта.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи.

1. Оценить изменение во времени запасов биомассы травянистых растений и подстилки в экосистемах лесополос в зависимости от местоположения их в рельефе.

2. Исследовать направление и интенсивность изменения физико-химических свойств, показателей физического и гумусного состояния чернозема типичного, определяющих его агроэкологическое состояние в лесополосах в условиях сильнорасчлененного рельефа.

Методика и методы

Исследования проводили в экосистеме лесополос, расположенных на разных экспозициях склона на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института земледелия и защиты почв от эрозии (Курская область, Медвенский район) в черноземе типичном тяжелосуглинистом в слое 0–20 см. Лесные полосы посадки 1980 г. состоят из смеси евроамериканских гибридов тополя «Заря» и «Робуста-236». Гибриды относятся к подроду бальзамического тополя, отличаются свето- и влаголюбием, требовательностью к плодородию почвы. В 2000 г. отбор почвенных образцов производили в прибалочной лесополосе южной экспозиции, приводораздельной лесополосе водораздельного плато и водорегулирующей лесополосе северной экспозиции, в 2016 г. – еще и в прибалочной лесополосе северной экспозиции. Возраст лесополос составлял, соответственно, 20 и 36 лет. Одновременно учитывали надземную фитомассу и подстилку с площадок 1 м² в 3-кратной повторности в июле-августе в каждый срок. Растения, срезанные у поверхности почвы, разбирали на живую фитомассу и ветошь. Образцы, высушенные до абсолютно сухого вещества, взвешивали.

В почвенных образцах определяли следующие показатели почвенного плодородия:

1) физико-химические свойства: сумма обменно-поглощенных оснований Ca^{2+} и Mg^{2+} – объемным методом трилонометрически; pH водной и солевой вытяжки – потенциометрически [Агрохимические методы исследования почв, 1975];

2) агрохимические свойства: подвижные фосфор и калий – по методу Чирикова в модификации Вишневого [Там же];

3) показатели гумусного состояния почвы: гумус – по методу Тюрина в модификации Никитина со спектрофотометрическим окончанием по Орлову и Гриндель [Никитин, 1983]; количественный и качественный состав подвижных гумусовых веществ, извлекаемых 0,1 н. раствором NaOH из недекальцинированных почв черноземного типа – по методу Тюрина в модификации Почвенного института им. В.В. Докучаева [Рекомендации для исследования баланса..., 1984].

4) агрофизические свойства: структурно-агрегатный анализ (мокрое и сухое просеивание) – по методу Н.И. Саввинова; плотность почвы – буром по методу Качинского [Вадюнина, Корчагина, 1986].

Полученные экспериментальные данные были обработаны современными методами математической статистики [Доспехов, 1985; Дмитриев, 2019] по стандартным компьютерным программам.

Результаты и обсуждение

Лесополосы являются барьером для ветровых потоков, поэтому в них концентрируются животные и накапливается много семян травянистых растений из соседних мест обитаний. Лесные полосы – это экологическая ниша для травянистой флоры, особенно для теневыносливых и тенелюбивых растений.

В 2000 г. общая биомасса травянистых растений была максимальной в приводораздельной лесополосе ($100,1 \pm 9,7$ т/га), что на 24,8–14,0% больше, чем в лесополосах на склонах южной и северной экспозиций, соответственно (рис. 1). Доля ветоши – мертвых частей растений – в общей биомассе была минимальна в лесополосе водораздельного плато (30,3%) и составляла $30,3 \pm 3,4$ т/га. В лесополосах южной и северной экспозиций происходит уменьшение общей биомассы травянистых растений и доли зеленой части в ней, но увеличение доли ветоши. Так, надземная биомасса в лесополосе южной экспозиции в этот срок отбора образцов составила $75,3 \pm 7,1$ т/га, доля ветоши в ней – 49,4%, а в лесополосе северной экспозиции – $86,1 \pm 18,8$ т/га, на ветошь приходилось 39,7%.

За 16 лет наблюдений отмечено увеличение количества надземной травянистой биомассы во всех исследуемых лесополосах (рис. 1). Но максимальным прирост был в лесополосе южной экспозиции – 67,2% ($229,1 \pm 26,4$ т/га). В других лесополосах увеличение было меньше – на 45,9–51,6%, и биомасса составила $185,0 \pm 7,73$ т/га в приводораздельной лесополосе и $178,0 \pm 14,1$ т/га в лесополосе северного склона. Изменение доли зеленой части растений в составе общей биомассы имеет аналогичный характер: максимальное увеличение произошло в лесополосе на южном склоне (на 70,5%), в других лесополосах меньше – на 53,5% на северной экспозиции и на 31,3% на водораздельном плато. Продуктивность экосистемы прибалочной лесополосы на северном склоне за период наблюдений была максимальной. Так, прирост надземной биомассы в ней составил 9,6 т/га в год, что в 1,7–1,8 раза больше, чем в лесополосах других экспозиций.

Подстилка, представляющая собой неразложившуюся и полуразложившуюся растительную массу, состоит из опада травянистого покрова, веток тополя, его листьев, плодов прошлых лет и нынешнего года, обуславливает специфику экологических условий и имеет большое значение в жизни растительных сообществ. Отмечено, что во все сроки проведения исследований количество подстилки, накапливаемой во всех лесополосах, независимо от местоположения их в рельефе, значительно превосходило надземную биомассу травянистых растений.

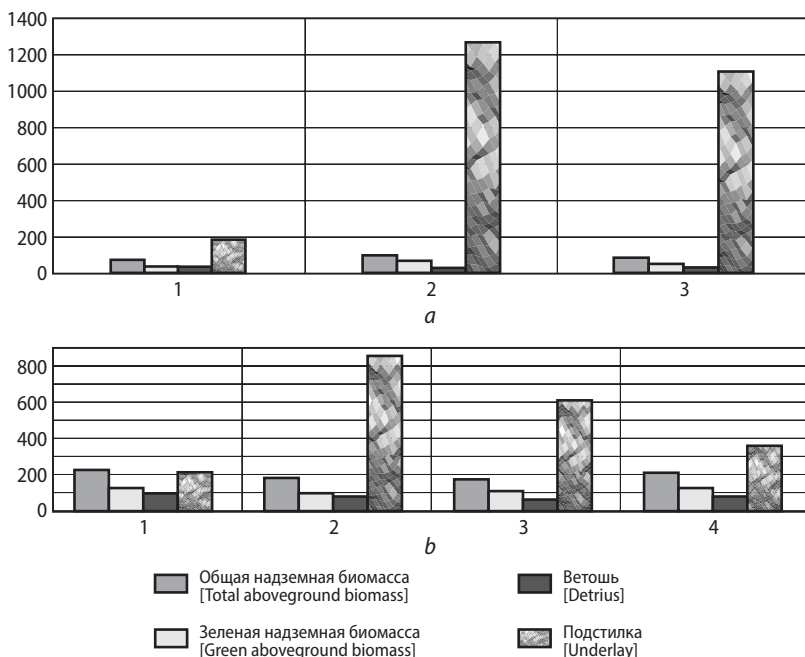


Рис. 1. Изменение общей надземной травянистой биомассы, зеленой надземной биомассы, ветоши и подстилки (т/га) в лесополосах в зависимости от экспозиции:

a – 2000 г.; *b* – 2016 г.

1 – прибалочная лесополоса, южная экспозиция; 2 – приводораздельная лесополоса, водораздельное плато; 3 – водорегулирующая лесополоса, северная экспозиция; 4 – прибалочная лесополоса, северная экспозиция

Fig. 1. Change in total above-ground grassy biomass, green above-ground biomass, detritus and underlay (t/he) in forest belts depending on the exposure:

a – 2000; *b* – 2016

1 – near beam forest belt, the southern exposure; 2 – dividing forest belt, dividing plateau; 3 – water-regulating forest belt, northern exposure; 4 – near beam forest belt, the northern exposure

В 2000 г. в приводораздельной лесополосе и водорегулирующей лесополосе северной экспозиции это превышение было максимальным (в 12,7 и 12,9 раза соответственно) и составляло $1268,6 \pm 85,8$ т/га и $1108,4 \pm 269,9$ т/га. В лесополосе южной экспозиции превышение массы подстилки намного меньше – всего в 2,5 раза ($186,4 \pm 37,2$ т/га). В первый срок отбора образцов количество подстилки было минимально

в этой же лесополосе – в 6,8–5,9 раз меньше, чем в других лесополосах. За 16 лет наблюдений масса подстилки, накапливаемой в лесополосах, увеличилась только на южной экспозиции (на 13,8%) и составила $216,2 \pm 47,1$ т/га. В лесополосах других местоположений количество подстилки уменьшилось на 32,6–44,8% и составило $855,1 \pm 84,1$ т/га на водораздельном плато и $611,8 \pm 70,1$ т/га – на северном склоне. Во второй срок отбора образцов также отмечено превышение массы подстилки над общей надземной биомассой, кроме лесополосы южной экспозиции: в 4,6 раза на водораздельном плато и в 3,4 раза на северной экспозиции. В 36-летней прибалочной лесополосе северного склона масса накапливаемой подстилки на 40,7% была больше ($364,7 \pm 106,5$ т/га), чем в аналогичной лесополосе противоположного склона ($216,2 \pm 47,1$ т/га). Количество подстилки, накапливаемой в лесополосах, расположенных в различных местах одного склона, было неодинаковым. Так, в водорегулирующей лесополосе ее было в 3,4 раза больше, чем в прибалочной, расположенной ниже по склону.

Таким образом, установлено, что за период наблюдений в лесополосах увеличилась общая биомасса травянистых растений, но уменьшилось количество подстилки, накапливаемой в них. Общая биомасса и количество подстилки во все годы исследований были наибольшими в лесополосе водораздельного плато. Наибольшая продуктивность надземной биомассы была отмечена в прибалочной лесополосе южного склона.

Для прогнозирования развития и научного обоснования использования черноземов важное значение имеют свойства, определяющие гумусное состояние почвы. Именно органическое вещество почвы создает фундамент для выполнения почвами биосферных функций и определяет особенности агроэкологического состояния почвы. А.Б. Беляев (1991) отмечал, что длительное произрастание лесополос улучшает гумусное состояние почв в них. По нашим данным, в 2000 г. минимальное содержание гумуса в слое почвы 0–20 см было в приводораздельной лесополосе ($5,93 \pm 0,11\%$), что на 8,2–5,3% меньше, чем в почве лесополос южной и северной экспозиций ($6,46 \pm 0,22$ и $6,26 \pm 0,19\%$ соответственно). Но через 16 лет в лесополосе водораздельного плато содержание гумуса стало максимальным – $7,22 \pm 0,06\%$, т.е. прирост составил 17,9%. В остальных лесополосах процессы накопления гумуса протекали медленнее. Так, в почве на северной экспозиции прирост составил 11,8%, а на южной – 7,2%, содержание гумуса было $7,1 \pm 0,07$ и $6,96 \pm 0,10\%$, соответственно. Увеличение содержания гумуса в почве лесополос, очевидно, связано с накоплением в биоценозах большого количества

растительных остатков – источника органического вещества, а также с происходящим смывом в них верхнего гумусового слоя почвы с пашни. Однако Д.В. Дубовик и Е.В. Дубовик (2011) приводят данные, согласно которым за 10 лет содержание гумуса увеличилось только в лесополосе южной экспозиции.

Исследование почвы в лесополосах различных экспозиций в 2016 г. показало минимальное содержание гумуса в прибалочной лесополосе северной экспозиции ($6,23 \pm 0,12\%$), что на 12,3% меньше, чем в почве рядом расположенной водорегулирующей лесополосы и на 10,5% меньше, чем в аналогичной лесополосе южной экспозиции. Это, видимо, связано с тем, что прибалочные лесополосы высаживались на сильно и среднеэродированных почвах.

Во все сроки наблюдений содержание всех видов подвижных гумусовых веществ в поверхностном слое почвы водорегулирующей лесополосы северной экспозиции было наибольшим (табл. 1). Причем за 16 лет наблюдений здесь произошел наибольший прирост этих показателей: подвижных гумусовых веществ – на 31,7%, подвижных гуминовых кислот – на 33,2%; подвижных фульвокислот – на 30,1%. Увеличение всех видов подвижных гумусовых веществ на других экспозициях происходило медленнее: в почве водораздельного плато – на 18,3–27,3%, в почве южного склона – на 15,7–20,1%.

В 2000 г. содержание подвижных гумусовых веществ в почве водорегулирующей лесополосы северной экспозиции составило $4393 \pm 529,1$ мг/кг почвы, что было на 7,6% больше, чем в почве водораздельного плато и на 27,6% выше, чем в лесополосе южной экспозиции. В следующий срок отбора образцов разрыв в содержании подвижных гумусовых веществ возрос и стал больше уже на 22,7% и 40,1%, соответственно.

Разница в содержании подвижных фульвокислот в почве различно ориентированных лесополос во все годы исследований не такая существенная, как в содержании подвижных гумусовых веществ и подвижных гуминовых кислот. Отмечено, что содержание подвижных фульвокислот в поверхностном слое почвы и их прирост за период наблюдений были минимальны в прибалочной лесополосе южного склона (см. табл. 1).

В 2016 г. содержание всех видов подвижных гумусовых веществ было наименьшим в почве прибалочных лесополос, расположенных на противоположных склонах. Причем на южной экспозиции на 3,6–8,2% меньше, чем на северной.

Таблица 1

**Содержание подвижных гумусовых веществ (мг/кг) в черноземе типичном
под лесополосами различных экспозиций**
**[The content of mobile humus substances (mg/kg) in typical chernozem
under forest belts of various expositions]**

	2000 г.			2016 г.			
	Прибалочная лесополоса, южная экспозиция [Near beam forest belt, the southern exposure]	Приводораздельная лесополоса, водораздельное плато [Dividing forest belt, dividing plateau]	Водорегулирующая лесополоса, северная экспозиция [Water-regulating forest belt, northern exposure]	Прибалочная лесополоса, южная экспозиция [Near beam forest belt, the southern exposure]	Приводораздельная лесополоса, водораздельное плато [Dividing forest belt, dividing plateau]	Водорегулирующая лесополоса, северная экспозиция [Water-regulating forest belt, northern exposure]	Прибалочная лесополоса, северная экспозиция [Near beam forest belt, the northern exposure]
Подвижные гумусовые вещества [Mobile humus substances]	3179	4060	4393	3854	4969	6428	4077
Подвижные гуминовые кислоты [Mobile humic acids]	1265	1629	2139	1584	2243	3205	1722
Подвижные фульвокислоты [Mobile fulvic acids]	1914	2097	2253	2270	2727	3224	2355

За годы наблюдений степень гумификации подвижных гумусовых веществ, представляющая собой отношение содержания в почве подвижных гуминовых кислот к содержанию подвижных гумусовых веществ ($C_{\text{ПК}} : C_{\text{ПВ}}$), в почве лесополос южной и северной экспозиций возросло несущественно, всего на 2,7 и 1,8%, соответственно, но на водораздельном плато увеличение было значительно больше и составило 11,1% (с 0,4 в 2000 г. до 0,45 в 2016 г.).

Отмечена тенденция улучшения качественного состава подвижных гумусовых веществ в почве отдельных лесополос. Так, значение отношения $C_{\text{ПК}} : C_{\text{ФК}}$, характеризующее качественный состав подвижных гумусовых веществ, за годы наблюдений незначительно увеличилось в почве лесополос южной и северной экспозиций (от 0,67 до 0,70 и от 0,96 до 1,0, соответственно). А в почве водораздельного плато значения этого показателя за период наблюдений практически не изменились (0,8–0,82).

Сравнение почв рядом расположенных лесополос на северной экспозиции показало, что в почве прибалочной лесополосы, расположенной в нижней части склона, содержание подвижных гумусовых веществ меньше на 36,6%, подвижных гуминовых кислот – на 46,3% и подвижных фульвокислот – на 27,0%, чем в почве водорегулирующей лесополосы, расположенной выше. Также в прибалочной лесополосе степень гумификации меньше и качественный состав ППВ хуже (значения этих показателей меньше на 16,0 и 26,6%, соответственно).

Результаты исследований показывают, что можно говорить о стабильной тенденции увеличения доли подвижных гуминовых кислот в составе подвижных гумусовых веществ в направлении с южной экспозиции на северную. Так, в 2016 г. доля подвижных гуминовых кислот в составе подвижных гумусовых веществ составляла 41,1% в почве южной экспозиции, 45,1% – на водораздельном плато, 49,9% – на северной экспозиции.

В 2000 г. содержание подвижного фосфора в почве под лесополой южной экспозиции было на 10,1 и 12,5% меньше, чем под лесополосами водораздельного плато и северной экспозиции и составляло $11,1 \pm 0,6$ мг/100 г почвы. Через 16 лет содержание подвижного фосфора на южном склоне возросло на 18,3% и составило $13,6 \pm 0,67$ мг/100 г, что по-прежнему меньше, чем в почве сравниваемых лесополос. Под ними увеличение произошло на 11,8–15,5% и составило $14,1 \pm 0,95$ мг/100 г (водораздельное плато) и $15,0 \pm 0,82$ мг/100 г почвы (северная экспозиция). В 2016 г. в почве под прибалочной лесополой северной экспозиции содержание подвижного фосфора было минимальным

($9,97 \pm 0,58$ мг/100 г почвы), что на 33,5% меньше, чем в водорегулирующей лесополосе, расположенной рядом, и на 26,7% меньше, чем в прибалочной лесополосе противоположного склона.

В 2000 г. содержание подвижного калия было максимальным в лесополосе северной экспозиции ($13,6 \pm 1,37$ мг/100 г почвы), что на 14,3% больше, чем в почве водораздельного плато и на 38,6% больше, чем в почве прибалочной лесополосы южной экспозиции. За 16 лет наблюдений произошло значительное увеличение содержания подвижного калия в почве всех наблюдаемых лесополос, особенно на склоне южной экспозиции (на 57,8%), и содержание в ней составило уже $19,7 \pm 2,66$ мг/100 г почвы, на склоне северной экспозиции (водорегулирующая лесополоса) зафиксирован прирост этого питательного элемента на 40,4%, на водораздельном плато – 35,3%, содержание его составило $22,8 \pm 0,8$ мг/100 г и $18,0 \pm 2,16$ мг/100 г, соответственно. Увеличение содержания подвижных фосфора и калия в почве лесополос можно объяснить смывом в них стоковых вод с полей. Согласно исследованиям Д.В. Дубовик и Е.В. Дубовик (2011) за 10 лет наблюдений увеличение подвижных фосфора и калия произошло только в лесополосе южной экспозиции, а в лесополосах водораздельного плато и северной экспозиции их содержание оставалось стабильным.

Во все сроки отбора почвенных образцов отмечено наибольшее содержание суммы обменных оснований и обменного кальция в почве лесополосы южной экспозиции: $28,6 \pm 0,64$ мг · экв/100 г почвы и $24,8 \pm 0,8$ мг · экв/100 г соответственно в 2000 г. и $32,9 \pm 0,64$ мг · экв/100 г и $28,7 \pm 0,89$ мг · экв/100 г почвы в 2016 г. соответственно (рис. 2). Отмечено увеличение доли обменного кальция в составе суммы обменных оснований на всех экспозициях, кроме южной. В почве водораздельного плато доля кальция увеличилась на 7,1%, на северной экспозиции – на 3,5%. Аналогичные данные, показывающие увеличение содержания обменных оснований в почве, происходящее с возрастом лесополос, получили Д.В. Дубовик и Е.В. Дубовик (2011). Однако А.Б. Беляев (1991) приводит данные, согласно которым длительность произрастания лесных полос не повлияла на увеличение содержания обменных катионов в почве.

Определение в 2016 г. содержания обменных оснований в слое 0–20 см почвы прибалочных лесополос полярных склонов показало незначительное превышение их на южной экспозиции. Так, здесь содержание суммы обменных оснований и обменного кальция всего на 4,7% и 7,2%, выше, чем в почве лесополосы северного склона и составило $32,9 \pm 0,64$ и $28,9 \pm 0,86$ мг · экв/100 г почвы (см. рис. 2). Но обменного магния, по нашим наблюдениям, наоборот, больше содержится в почве северной экспозиции (на 5,2%) и составляет $4,43 \pm 0,17$ мг · экв/100 г почвы.

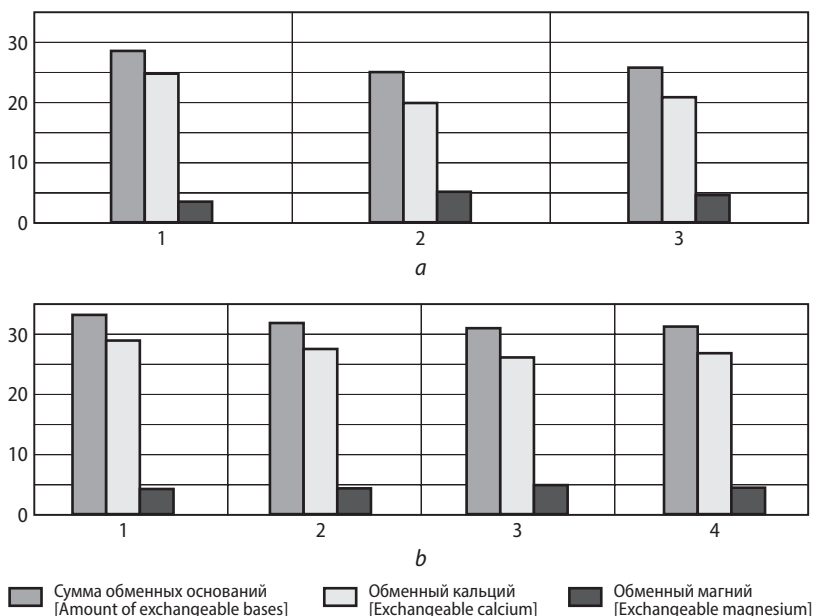


Рис. 2. Содержание обменных оснований (мг · экв/100 г) в черноземе типичном под лесополосами различных экспозиций:

a – 2000 г.; *b* – 2016 г.

1 – прибалочная лесополоса, южная экспозиция; 2 – приводораздельная лесополоса, водораздельное плато; 3 – водорегулирующая лесополоса, северная экспозиция; 4 – прибалочная лесополоса, северная экспозиция

Fig. 2. The content of exchangeable bases (mg-equivalent/100 g) in typical chernozem under forest belts of various exposures:

a – 2000; *b* – 2016

1 – near beam forest belt, the southern exposure; 2 – dividing forest belt, dividing plateau; 3 – water-regulating forest belt, the northern exposure; 4 – near beam forest belt, the northern exposure

Сравнение содержания обменных оснований в почве двух 36-летних лесополос, расположенных на северном склоне, показало, что содержание суммы обменных оснований и обменного кальция незначительно выше в почве прибалочной лесополосы (на 1,0% и на 2,4%), но содержание обменного магния, наоборот, на 7,6% ниже, чем в почве водорегулирующей лесополосы ($4,4 \pm 0,17$ и $4,8 \pm 0,46$ мг · экв/100 г почвы соответственно).

Кислотность почвы в лесополосах во все сроки измерения изменялась незначительно. В 2000 г. максимальное значение pH водного раствора

отмечено в почве лесополосы южной экспозиции ($6,8 \pm 0,03$), за 16 лет произошло увеличение на 5,6% и составило $7,2 \pm 0,06$. В 2016 г. наибольшее значение pH водного раствора было в почве водораздельного плато – $7,6 \pm 0,15$, хотя в первый срок отбора образцов данный показатель составлял $6,5 \pm 0,07$, т.е. произошло увеличение на 14,5%. Значение pH солевого раствора за период наблюдений максимально увеличилось в почве этой же лесополосы. Так, в 2000 г. значение этого показателя было $5,7 \pm 0,06$, а в 2016 г. – уже $6,6 \pm 0,12$.

Определение в 2016 г. кислотности почвенного раствора в изучаемых лесополосах показало, что значения pH водного и pH солевого растворов минимальны в почве прибалочной лесополосы северной экспозиции ($6,6 \pm 0,06$ и $5,6 \pm 0,07$ соответственно), что на 8,3 и 11,1% меньше, чем в почве аналогичной лесополосы южной экспозиции, а также на 6,1 и 8,9% меньше, чем в почве лесополосы, расположенной в верхней части северного склона.

Таким образом, отмечена тенденция постепенного подщелачивания почвы под лесополосами, причем в почве приводораздельной лесополосы этот процесс идет наиболее активно, в других лесополосах смещение кислотности происходило в 2,4–2,3 раза медленнее.

За период наблюдений за агроэкологическим состоянием почвы различных лесополос не выявлено существенных изменений ее плотности. Так, в 2000 г. значения плотности почвы варьировали от $0,99 \pm 0,03$ г/см³ в лесополосе южной экспозиции до $1,03 \pm 0,02$ г/см³ на водораздельном плато. Через 16 лет плотность почвы изменилась следующим образом: на южной экспозиции уменьшилась на 3,8% ($0,95 \pm 0,04$ г/см³), на водораздельном плато – на 9,3% ($0,93 \pm 0,02$ г/см³), но увеличилась на северной экспозиции на 9,6% ($1,12 \pm 0,01$ г/см³).

Структура почвы является важным фактором плодородия почвы и в большой степени влияет на особенности формирования физических свойств почвы. Положительное влияние лесополос на структурообразование почвы отмечено в работах ряда авторов [Адерихин, Богатырева, 1979; Беляев, 1991; Королев, Громовик, Йонко, 2012; Беспалов, Чевердин, Титова, 2015]. Наши исследования также подтверждают, что длительное произрастание лесных насаждений улучшает структуру почвы. Так, коэффициент структурности почвы при сухом просеивании во все сроки исследований был максимальным в почве лесополосы южной экспозиции (рис. 3), увеличение его значений произошло на 17,0% с $7,1 \pm 0,85$ до $8,5 \pm 1,64$. В почве приводораздельной лесополосы коэффициент структурности почвы при сухом просеивании в первый срок отбора образцов был минимальным – $2,9 \pm 0,35$, но за 16 лет произошло

значительное улучшение структуры почвы, о чем говорит увеличение этого коэффициента на 38,8% – до $4,8 \pm 0,55$. В почве лесополосы водорегулирующей лесополосы северной экспозиции коэффициент структурности почвы при сухом просеивании изменился незначительно (с 6,36 до 7,0).

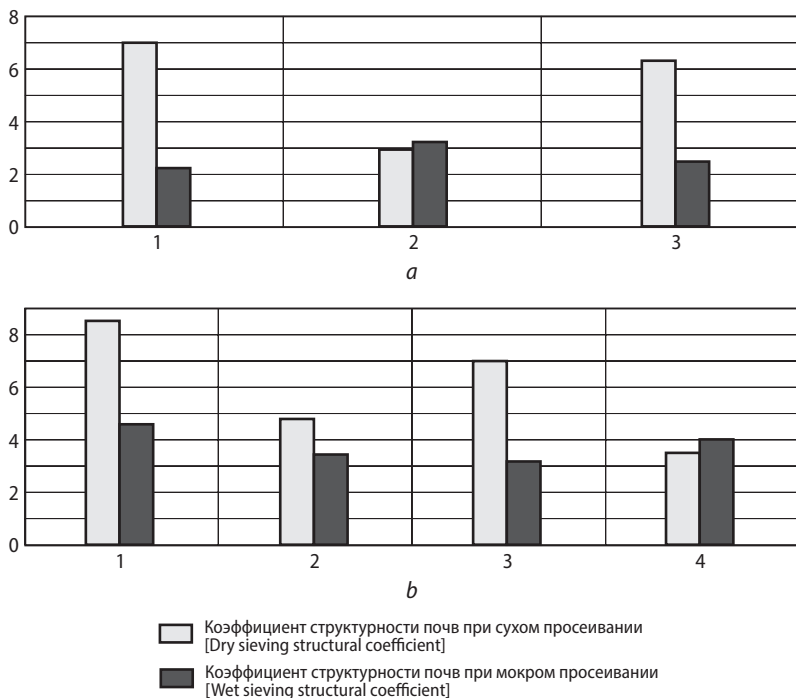


Рис. 3. Изменение коэффициентов структурности чернозема типичного под лесополосами различных экспозиций:

a – 2000 г.; *b* – 2016 г.

1 – прибалочная лесополоса, южная экспозиция; 2 – приводораздельная лесополоса, водораздельное плато; 3 – водорегулирующая лесополоса, северная экспозиция; 4 – прибалочная лесополоса, северная экспозиция

Fig. 3. Change in structural coefficients of typical chernozem under forest belts of various exposures:

a – 2000; *b* – 2016

1 – near beam forest belt, the southern exposure; 2 – dividing forest belt, dividing plateau; 3 – water-regulating forest belt, the northern exposure; 4 – near beam forest belt, the northern exposure

В первый срок отбора образцов в изучаемых лесополосах отмечено несущественное варьирование коэффициента структурности почвы при мокром просеивании почвы – от $2,5 \pm 0,21$ на северном склоне до $3,2 \pm 0,36$ на водораздельном плато. В 2016 г. диапазон изменений значений коэффициента структурности при мокром просеивании почвы существенно расширился – от $3,18 \pm 0,08$ на северном склоне до $4,6 \pm 1,32$ на южном (см. рис. 3). За годы наблюдений увеличение значений этого коэффициента было наибольшим в почве лесополосы южной экспозиции – с $2,3 \pm 0,23$ до $4,6 \pm 1,32$ (на 50,4%), а наименьшим – в приводораздельной лесополосе – с $3,2 \pm 0,36$ до $3,5 \pm 0,67$ (на 6,38%). Отмечено, что коэффициент структурности при мокром просеивании почвы в почве 36-летних прибалочных лесополос, ориентированных противоположно, имели близкие значения ($4,6 \pm 1,32$ на южном и $4,0 \pm 0,61$ на северном склоне).

В почве 20-летней приводораздельной лесополосы содержание водопрочных агрегатов было максимальным ($76 \pm 2,23\%$), и за период наблюдений их количество практически не изменилось ($75 \pm 4,34\%$). А на противоположно ориентированных склонах за период исследований их содержание увеличилось: на южной экспозиции – на 12,9% (от $69,2 \pm 2,3$ до $79,5 \pm 5,66\%$), на северной – на 6,6% (от $71,2 \pm 1,9$ до $76,1 \pm 0,44\%$). В 2000 г. водопрочность агрономически ценных агрегатов была наилучшей в почве лесополосы водораздельного плато. Здесь критерий водопрочности почвы был максимальным ($4,7 \pm 0,44$), что на 25,9–15,8% больше, чем в лесополосах южной и северной экспозиций. За 16 лет водопрочность агрегатов в почве приводораздельной лесополосы не изменилась, значение критерия водопрочности почвы осталось прежним – $4,7 \pm 0,84$. В других лесополосах водопрочность почвы улучшилась. Так, в почве прибалочной лесополосы южной экспозиции критерий водопрочности почвы увеличился на 11,5% (с $3,5 \pm 0,15$ до $3,9 \pm 0,51$), а в почве водорегулирующей лесополосы северной экспозиции – на 37,4% (с $4,0 \pm 0,23$ до $6,3 \pm 1,03$). В 2016 г. в прибалочной лесополосе северной экспозиции водопрочность почвенных агрегатов поверхностного слоя была лучше, чем в других лесополосах. Значение критерия водопрочности почвы водоустойчивых агрегатов этой лесополосы было максимальным ($7,5 \pm 1,49$), что в 1,9 раза больше, чем в аналогичной лесополосе противоположной экспозиции.

Таким образом, в почве под многолетними лесополосами, расположенными на различных экспозициях склона, осуществляются почвообразовательные процессы, которые отличаются по интенсивности

и направленности. Сочетание и наложение их друг на друга, а также временного фактора и местоположения в рельефе приводят к дифференциации агроэкологического состояния почвы под лесополосами, оценка которого необходима для научно обоснованного управления функционированием экологически сбалансированных агроландшафтов, увеличения их экологической емкости и экологического потенциала.

Выводы

1. Установлено, что за 16 лет во всех изучаемых лесополосах на 45,9–67,2% увеличилась общая биомасса травянистых растений, но на 32,6–44,8% уменьшилось количество подстилки, накапливаемой в них, кроме прибалочной лесополосы южной экспозиции. Общая биомасса и количество подстилки во все годы исследования были наибольшими в приводораздельной лесополосе. Отмечена наибольшая продуктивность надземной биомассы в прибалочной лесополосе южного склона (9,6 т/га в год).

2. Минимальное содержание гумуса отмечено в почве прибалочной лесополосы северной экспозиции, что на 13,9–11,7% меньше, чем в почве лесополосы, расположенной на склоне выше, и в почве аналогичной лесополосы противоположного склона. Это можно объяснить тем фактом, что прибалочные лесополосы высаживали на сильно и среднеэродированные почвы.

3. Наиболее интенсивно процесс накопления гумуса идет в почве приводораздельной лесополосы и водорегулирующей лесополосы северной экспозиции, прирост его за период исследований составил 17,7 и 11,8% соответственно.

4. За период наблюдений отмечено увеличение доли подвижных гуминовых кислот в составе подвижных гумусовых веществ, причем в почве северной экспозиции она выше, чем на южной экспозиции.

5. Во все годы исследований наибольшее содержание подвижных гумусовых веществ было зафиксировано в почве водорегулирующей лесополосы северной экспозиции. За 16 лет наблюдений здесь отмечено наибольшее увеличение этих показателей – на 29,8–33,2%.

6. Отмечен очень высокий прирост содержания подвижного калия в почве всех лесополос, особенно на южной экспозиции (57,8%).

7. Максимальное количество обменных оснований во все сроки исследований содержалось в почве лесополосы южной экспозиции. Но за 16-летний период в почве только этой лесополосы не увеличилась доля обменного кальция в составе обменных оснований.

8. Во всех лесополосах отмечена тенденция уменьшения кислотности почвы. Наиболее интенсивно этот процесс происходит в водораздельной лесополосе.

9. За 16 лет наблюдений содержание агрономически ценных агрегатов и их водопрочность существенно увеличились на полярных склонах и практически не изменились на водораздельном плато.

10. Отмечена тенденция уменьшения плотности верхнего слоя почвы в лесополосе южного склона и водораздельного плато, но увеличения ее на северном склоне.

11. Во все сроки исследования значения коэффициентов структурности почвы при сухом и мокром просеивании под всеми лесополосами имели высокие значения. Но максимальное значение коэффициента структурности почвы при сухом просеивании было в почве южной экспозиции, а наибольшее увеличение за период наблюдений – на водораздельном плато (на 38,8%). Максимальное увеличение значения коэффициента структурности почвы при мокром просеивании произошло в почве южной экспозиции (на 50,4%).

Библиографический список / References

Агролесомелиоративный комплекс «Каменная Степь»: тенденции и направления изменения почвенного покрова / Турусов В.И., Чевердин Ю.И., Беспалов В.А., Титова Т.В. // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: Сборник докладов Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева», 20 апреля 2018 г., Курск, 2018. С. 484–488. [Turusov V.I., Cheverdin Yu.I., Bepalov V.A., Titova T.V. Agroforestry complex “Kamennaya Step”: Trends and directions of changes in soil cover. *Aktual'nye problemy pochvovedeniya, ekologii i zemledeliya*. Kursk, 2018. Pp. 484–488. (In Russ.)]

Агрохимические методы исследования почв. М., 1975. [Agrohimicheskie metody issledovaniya pochv [Agrochemical methods of soil research]. Moscow, 1975.]

Адерихин П.Г., Богатырева З.С. Влияние полевых полос на структуру обыкновенных черноземов Каменной Степи // Почвоведение. 1979. № 7. С. 71–80. [Aderihin P.G., Bogatyreva Z.S. Influence of shelterbelts on the structure of ordinary chernozems of the Kamennaya Steppe. *Pochvovedenie*. 1979. No. 7. Pp. 71–80. (In Russ.)]

Ахтырцев Б.П., Лепилин И.А. Водные свойства черноземов обыкновенных южнорусской степи при разных видах использования // Почвоведение. 1991. № 3. С. 66–79. [Ahtyrcev B.P., Lepilin I.A. Water properties of ordinary chernozems of the Southern Russian steppe for various uses. *Pochvovedenie*. 1991. No. 3. Pp. 66–79. (In Russ.)]

Балакай Н.И. Роль защитных лесных насаждений в формировании микроклимата и водно-физических свойств почвы // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2016. № 4 (64). С. 182–187. [Balakaj N.I. The role

of protective forest stands in the formation of microclimate and water-physical properties of the soil. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya*. 2016. No. 4 (64). Pp. 182–187. (In Russ.)]

Барабанов А.Т., Панов В.И. Оценка влияния защитных лесонасаждений на водный баланс агроландшафтов // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: Сборник докладов Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева», 21 апреля 2017 г. Курск, 2017. С. 29–33. [Barabanov A.T., Panov V.I. Assessment of the impact of protective forest stands on the water balance of agrolandscapes. *Agroekologicheskie problemy pochvovedeniya i zemledeliya*. Kursk, 2017. Pp. 29–33. (In Russ.)]

Беляев А.Б. Влияние лесонасаждений на улучшение почв лесостепи // Почвоведение. 1991. № 12. С. 109–119. [Belyaev A.B. The influence of afforestation on the improvement of forest-steppe soils. *Pochvovedenie*. 1991. No. 12. Pp. 109–119. (In Russ.)]

Беспалов В.А., Чевердин Ю.И., Титова Т.В. Эволюционные изменения структурно-агрегатного состояния черноземных почв // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2018. № 2. С. 74–79. [Bespalov V.A., Cheverdin Yu.I., Titova T.V. Evolutionary changes in the structurally-aggregate state of chernozem soils. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018. No. 2. Pp. 74–79. (In Russ.)]

Бойченко М.Н. Лесные насаждения – неотъемлемый элемент ресурсного потенциала агроландшафта // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: Сборник докладов международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева», 20 апреля 2018 г. Курск, 2018. С. 75–78. [Bojchenko M.N. Forest plantations – an integral element of the resource potential of the agrolandscape. *Aktual'nye problemy pochvovedeniya, ekologii i zemledeliya*. Kursk, 2018. Pp. 75–78. (In Russ.)]

Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М., 1986. [Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. *Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv* [Methods of studying the physical properties of soils]. Moscow, 1986.]

Гераськин М.М., Каргин В.И., Каргин И.Ф. Агроэкологическая роль полезащитных лесополос в организации территории лесопользования // Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 3. С. 31–34. [Geras'kin M.M., Kargin V.I., Kargin I.F. Agroecological role of shelterbelts in the organization of forest use. *Vestnik Rossijskoj Akademii sel'skohozyajstvennykh nauk*. 2014. No. 3. Pp. 31–34. (In Russ.)]

Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. М., 2019. [Dmitriev E.A. *Matematicheskaya statistika v pochvovedenii* [Mathematical statistics in soil science]. Moscow, 2019.]

Долгополова Н.В., Широких Е.В. Изменение запаса органического вещества чернозема типичного в зависимости от вида, эродированности и местоположения угодий // Региональный вестник. 2015. № 1. С. 27–30. [Dolgotolova N.V., Shirokih E.V. Change in the stock of organic matter of typical black soil depending on the type, erosion and location of the land. *Regional'nyj vestnik*. 2015. No. 1. Pp. 27–30. (In Russ.)]

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985. [Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Field experience methodology]. Moscow, 1985.]

Дубовик Д.В., Дубовик Е.В. Изменение агрохимических свойств чернозема типичного под различными угодьями на полярных склонах агроландшафта за десятилетний период их использования // *Агрохимия*. 2011. № 36. С. 82–87. [Dubovik D.V., Dubovik E.V. Change in the agrochemical properties of chernozem typical under various lands on the polar slopes of the agrolandscape over a ten-year period of their use. *Agrohimiya*. 2011. No. 36. Pp. 82–87. (In Russ.)]

Жумабек Б., Мухаметкаримов К., Рамазанова Р.Х. Агрохимические, физические и физико-химические свойства черноземов обыкновенных под лесными насаждениями в степной зоне северного Казахстана // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2017. № 11-3 (65). С. 115–122. [Zhumabek B., Mухametkarimov K., Ramazanova R.H. Agrochemical, physical and physico-chemical properties of common chernozems under forest stands in the steppe zone of northern Kazakhstan. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 2017. No. 11-3 (65). Pp. 115–122. (In Russ.)]

Королев В.А., Громовик А.И., Йонко О.А. Изменение физических свойств почв Каменной Степи под влиянием полегающих лесных полос // *Почвоведение*. 2012. № 3. С. 299–308. [Korolev V.A., Gromovik A.I., Jonko O.A. Change in the physical properties of soils of the Kamennaya Steppe under the influence of forest shelterbelts. *Pochvovedenie*. 2012. No. 3. Pp. 299–308. (In Russ.)]

Лесополосы, землепользование и оценка земель / Куленкамп А.Ю., Айдиева А.Ю. и др. // *Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: Сборник докладов научно-практической конференции с Международным участием Курского отделения МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева», 22 апреля 2016 г. Курск, 2016. С. 153–158. [Kulenkamp A.Yu., Ajdieva A.Yu., Belobrov V.P. et al. Forest belts, land use and land valuation *Aktual'nye problemy pochvovedeniya, ekologii i zemledeliya*. Kursk, 2016. Pp. 153–158. (In Russ.)]*

Надточая А.А. Изменение агрохимических показателей плодородия черноземов под разными фитоценозами // *Территория науки*. 2016. № 6. С. 130–134. [Nadtochaya A.A. Change in agrochemical indicators of fertility of chernozems under different phytocenoses. *Territoriya nauki*. 2016. No. 6. Pp. 130–134. (In Russ.)]

Никитин Б.А. Уточнение к методике определения гумуса в почве // *Агрохимия*. 1983. № 8. С. 101–106. [Nikitin B.A. Refinement to the method of determination of humus in the soil. *Agrohimiya*. 1983. No. 8. Pp. 101–106. (In Russ.)]

Особенности миграционных процессов в черноземах степных агроландшафтов под влиянием лесных массивов / Русанов А.М., Милановский Е.Ю., Шейн Е.В. и др. // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2015. № 6 (181). С. 139–142. [Rusanov A.M., Milanovskij E.Yu., Shein E.V. et al. Features of migration processes in chernozems of steppe agrolandscapes under the influence of forests. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2015. No. 6 (181). Pp. 139–142. (In Russ.)]

Панкова Т.И., Масютенко Н.П. Изменение показателей гумусного состояния чернозема типичного в зависимости от вида землепользования и местоположения в рельефе // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2017. № 7. С. 7–12. [Pankova T.I., Masyutenko N.P. Change in the humus state of typical chernozem, depending on the type of land use and location in the relief. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2017. No. 7. Pp. 7–12. (In Russ.)]

Полезационное лесоразведение: значение, состояние, пути выхода из кризиса / Кулик К.Н., Манаенков А.С., Раков А.Ю. и др. // Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 1. С. 24–27. [Kulik K.N., Manaenkov A.S., Rakov A.Yu. et al. Protective afforestation: Significance, condition, ways out of the crisis. *Vestnik Rossijskoj Akademii sel'skhozozajstvennyh nauk*. 2012. No. 1. Pp. 24–27. (In Russ.)]

Рекомендации для исследования баланса и трансформации органического вещества при сельскохозяйственном использовании в интенсивном окультивировании почв // ВАСХНИЛ. Почвенный институт им. В.В. Докучаева. М., 1984. С. 58. [Recommendations for the study of the balance and transformation of organic matter in agricultural use in intensive cultivation of soils. *VASKhNIL. Pochvennyj institut im. V.V. Dokuchaeva*. Moscow, 1984. P. 58. (In Russ.)]

Системы защитных лесных насаждений в условиях Центрального Черноземья России / Михин В.И., Михина Е.А., Михин Д.В., Михина В.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 124. С. 403–413. [Mihin V.I., Mihina E.A., Mihin D.V., Mihina V.V. Systems of protective forest stands in the conditions of the Central Black Earth Region of Russia. *Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016. No. 124. Pp. 403–413. (In Russ.)]

Сорокина О.А. Трансформация плодородия почв под влиянием леса // Плодородие. 2007. № 4. С. 11–12. [Sorokina O.A. Transformation of soil fertility under the influence of the forest. *Plodorodie*. 2007. No. 4. Pp. 11–12. (In Russ.)]

Тарасов С.А., Подлесных И.В., Зарудная Т.Я. Влияние лесных полос и гидромелиоративных сооружений на распределение доступной влаги по элементам рельефа // Адаптивно-ландшафтное земледелие: вызовы XXI века: Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посв. 70-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН Г.Н. Черкасова, 12–14 сентября 2018 г. Курск, 2018. С. 298–303. [Tarasov S.A., Podlesnyh I.V., Zarudnaya T.Ya. The influence of forest strips and irrigation and drainage structures on the distribution of available moisture over relief elements. *Adaptivno-landshaftnoe zemledelie: vyzovy XXI veka*. Kursk, 2018. Pp. 298–303. (In Russ.)]

Троц В.Б. Значение полезационных лесных полос // Инновационные достижения науки и техники АПК: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Кинель, 13–16 декабря 2016 г. Самара, 2017. С. 182–186. [Troc V.B. The value of shelterbelts. *Innovacionnye dostizheniya nauki i tekhniki APK*. Samara, 2017. Pp. 182–186. (In Russ.)]

Физические свойства черноземов обыкновенных на сопредельных с лесными массивами участках степных ландшафтов / Русанов А.М., Милановский Е.Ю., Верхошенцева Ю.П. и др. // Почвоведение. 2012. № 7. С. 763–769. [Rusanov A.M., Milanovskij E.Yu. et al. Physical properties of common chernozems in steppe landscapes adjacent to forests. *Pochvovedenie*. 2012. No. 7. Pp. 763–769. (In Russ.)]

Чеве́рдин Ю.И., Беспалов В.А., Титова Т.В. Изменение варьирования основных морфометрических характеристик черноземов под влиянием антропогенного воздействия // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 12. С. 62–65. [Cheverdin Yu.I., Bepalov V.A., Titova T.V. Change in variation of the main morphometric characteristics of chernozems under the influence of anthropogenic

impact. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. Vol. 29. No. 12. Pp. 62–65. (In Russ.)]

Чендев Ю.Г., Беспалова Е.С. Оценка роли лесополос в оптимизации почв и ландшафтов: литературный обзор сведений // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2019. Т. 43. № 2. С. 124–133. [Chendeв Yu.G., Bepalova E.S. Assessment of the role of forest belts in soil and landscape optimization: A review of information. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*. 2019. Vol. 43. No. 2. Pp. 124–133. (In Russ.)]

Статья поступила в редакцию 26.11.2019, принята к публикации 10.01.2020
The article was received on 26.11.2019, accepted for publication 10.01.2020

Сведения об авторе / About the author

Панкова Татьяна Ивановна – кандидат биологических наук; доцент кафедры гуманитарных, естественно-научных и юридических дисциплин, Курский институт кооперации (филиал) Белгородского университета кооперации, экономики и права; научный сотрудник лаборатории агропочвоведения, Курский федеральный аграрный научный центр

Tatyana I. Pankova – PhD in Biology; Associate Professor at the Department of Humanitarian, Natural Sciences and Legal Disciplines, Kursk Institute of Cooperation – branch of Belgorod University of Cooperation, Economics and Law; Researcher at the Laboratory of Agricultural Soil Science, Kursk Federal Agricultural Research Center

E-mail: pankova-ti@mail.ru