

## Агроэкологические условия возделывания озимой пшеницы под защитой лесных полос

А. Н. Сарычев<sup>1✉</sup>, Д. Е. Михальков<sup>1</sup>, А. В. Вдовенко<sup>1</sup>, О. М. Воробьева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

✉ E-mail: zeit1@ya.ru

**Аннотация.** Цель исследований – выявить особенности функционирования лесомелиорированных агробиоценозов и оценить их влияние в сочетании с различными обработками почвы на формирование урожайности озимой пшеницы. **Объектом исследований** являлись полевые агробиоценозы в комплексе с защитными лесными насаждениями. Наблюдения и учеты выполняли по общепринятым методикам. **Результаты исследований.** Проведенные исследования показали, что полезащитные лесные полосы оказывают влияние на агроэкологические условия в пределах межполосного пространства, что влияет и на продуктивность озимой пшеницы. Было установлено, что наибольшее содержание продуктивной влаги на межполосном пространстве отмечается на расстоянии от 5 до 10 м от лесной полосы. Среднее содержание продуктивной влаги в этой зоне было больше, чем на поле без защитных насаждений, на 11,3 мм и составило 49,4 мм. Зональное изменение содержания почвенной влаги в пределах межполосного пространства сохраняется на протяжении всей вегетации озимой пшеницы. Зональное распределение влагозапасов в почве оказывает влияние на формирование величины суммарного водопотребления озимой пшеницы и величину коэффициента водопотребления. В условиях защищенного поля суммарное водопотребление составляет от 1418,8 до 1758,6 м<sup>3</sup>/га, на поле без защитных насаждений – 1329,7 м<sup>3</sup>/га. Урожайность озимой пшеницы под защитой лесных насаждений выше, чем на поле без защитных насаждений. В среднем за 5 лет исследований в зависимости от применяемой технологии обработки почвы прибавка урожайности составила 0,21–0,29 т/га. **Научная новизна.** В результате проведенных исследований установлены особенности влагообеспеченности и содержания основных элементов питания сельскохозяйственных культур в светло-каштановой почве в условиях агролесоландшафта, установлена зависимость активности почвенной микрофлоры от удаленности от полезащитных насаждений, проведена оценка эффективности приемов обработки почвы и их влияние на продуктивность озимой пшеницы.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, обработка почвы, полезащитные лесные полосы, агроэкологические условия, агробиоценоз.

**Для цитирования:** Сарычев А. Н., Михальков Д. Е., Вдовенко А. В., Воробьева О. В. Агроэкологические условия возделывания озимой пшеницы под защитой лесных полос // Аграрный вестник Урала. 2021. № 01 (204). С. 11–20. DOI:

**Дата поступления статьи:** 14.07.2020.

### Постановка проблемы (Introduction)

Рост продуктивности сельскохозяйственных угодий в значительной мере зависит от климатических условий, повышения плодородия почвы, защиты ее от водной эрозии и дефляции, ослабления вредного воздействия на посевы сельскохозяйственных культур засух и суховеев. Для решения задачи по повышению продуктивности сельскохозяйственных угодий постоянно разрабатываются и совершенствуются агротехнические, гидротехнические лесомелиоративные мероприятия, которые в комплексе формируют технологию возделывания той или иной сельскохозяйственной культуры [1], [2]. Как показывают многолетние исследования, а также практический опыт сельскохозяйственных предприятий, агролесомелиоративные мероприятия в технологии возделывания сельскохозяйственных культур играют важную роль [3], [4].

Полезащитные лесные полосы оказывают многостороннее положительное влияние на элементы микроклимата, снегораспределение, водный режим почв, уменьше-

ние испарения и на повышение транспирации [5, с. 290], [6]. Полезащитные лесные полосы как составная часть комплекса противоэрозионных мероприятий являются постоянно действующим фактором, поскольку их мелиоративная роль проявляется в течение всего года и особенно в вегетационный период, когда формируется урожай сельскохозяйственных культур [7]. По данным ученых и на основании собственных исследований установлено, что влияние полезащитных лесных полос на агроэкологические условия и продуктивность сельскохозяйственных культур в зависимости от агроклиматического региона в среднем равняется расстоянию 25–30 высот насаждений. В зоне влияния полезащитных насаждений происходит снижение скорости ветра до 50–60 %, испаряемости – до 30%, за счет зимних осадков увеличивается дополнительное увлажнение на 20–40 мм, уменьшается транспирация до 20 %, улучшается температурный режим почвы в осенне-зимний период [8, с. 129], [9 с. 56], [10, с. 69]. Совокупность этих факторов на межполосном пространстве обе-

спечивает повышение урожайности сельскохозяйственных культур как в благоприятные по осадкам годы, так и в засушливые. В среднем повышение урожайности может составлять до 30 % по сравнению с сельскохозяйственными угодьями без лесных полос.

В формировании продуктивности сельскохозяйственных культур ключевую роль играет система основной обработки почвы под возделываемую культуру в комплексе с рядом агротехнических мероприятий [11], [12], при этом она в значительной степени оказывает непосредственное влияние на агрофизические и агрохимические показатели почвы [13], [14].

Исследованиями Е. С. Павловского было установлено, что защитные лесонасаждения при правильном размещении являются активными регуляторами экологического и биологического равновесия в лесоаграрных ландшафтах.

#### Методология и методы исследований (Methods)

Целью наших исследований было изучение влияния полезащитных лесных полос и приемов обработки почвы на агроэкологические условия межполосного пространства, развитие и продуктивность озимой пшеницы.

Для решения поставленной цели исследований в 2007 г. был заложен полевой опыт, расположенный на светло-каштановых почвах земледельческого фермерского хозяйства Н. Н. Сарычева в Котельниковском районе Волгоградской области. В данной статье представлены результаты исследований в различные по степени увлажнения годы: 2014 г. – засушливый, 2015 и 2018 гг. – острозасушливые, 2016 и 2017 гг. – влажные. Почвы опытного участка светло-каштановые, тяжелосуглинистые с низкой обеспеченностью азотом и фосфором и высоким содержанием обменного калия.

Схема опыта включала в себя два фактора:

Фактор А. Агрофитоценоз: вариант № 1 – опытный участок с защитными насаждениями (контрольные точки расположены на удалении 1,5, 5, 10, 15, 25 и 35 высот (Н – количество высот лесной полосы) от полезащитной лесной полосы (ПЗЛП); вариант № 2 – опытный участок без защитных лесных насаждений (контроль).

Фактор В. Технология обработки почвы: вариант № 1 – отвальная вспашка (контроль) 0,2–0,22 м; вариант № 2 – мелкое плоскорезное рыхление 0,1–0,12 м; вариант № 3 – дисковая обработка почвы 0,1–0,12 м; вариант № 4 – обработка почвы комбинированным орудием 0,14–0,16 м.

Исследования проводились по общепринятой методике [14], [15]. Полезащитные лесные полосы (ПЗЛП) трехрядные, состоящие из вяза приземистого высотой 9,5 м. Конструкция умеренно-ажурная.

Повторность опытов трехкратная, учетная площадь делянки на каждой изучаемой удаленности от полезащитной лесной полосы 250 м<sup>2</sup>.

#### Результаты (Results)

В рамках данной статьи будет рассмотрено влияние лесных полос на формирование агроэкологических условий в межполосном пространстве, на агрофизические, агрохимические свойства светло-каштановой почвы и формирование высокой продуктивности озимой пшеницы.

Основным фактором, который влияет на продуктивность сельскохозяйственных культур в зоне светло-каш-

тановых почв Волгоградской области, является обеспеченность посевов доступной влагой. Поэтому изучение водного режима почвы является очень важным аспектом в обосновании агроэкологических условий. Отбор образцов почвы для определения запасов почвенной влаги проводили в основные фенологические периоды развития озимой пшеницы (по шкале ВВСН): перед посевом (00), в фазе возобновления весенней вегетации (25–29), выхода в трубку (31–33), колошения (55–59), полной спелости (87–91). Было установлено, что в зоне влияния лесной полосы формирование водного режима имеет неоднородный характер и запасы доступной влаги в почве находятся в зависимости от удаленности от лесной полосы. Наибольшее содержание продуктивной влаги на межполосном пространстве отмечается на расстоянии от 5 до 10 высот (Н) от лесной полосы, что обусловлено мелиоративным эффектом лесной полосы, поскольку в осенне-зимний период в этой зоне происходит аккумуляция снега, а в весенне-летний период снижается непродуктивное испарение. Среднее содержание продуктивной влаги в этой зоне составило 49,4 мм, на поле без защитных насаждений – 38,1 мм. По мере удаления от защитных насаждений содержание продуктивной влаги уменьшалось и составило на расстоянии 25–35 Н в среднем 40,4 мм. В ходе исследований было выявлено, что вдоль полезащитной лесной полосы формируется узкая полоса шириной до 1,5 Н, где озимая пшеница во время вегетации отстает в развитии и формирует более низкую продуктивность по сравнению с другими учетными площадками на межполосном пространстве. Одним из факторов, который влиял на эту особенность полей с защитными насаждениями, был фактор обеспеченности доступной влагой. На расстоянии до 1,5 Н от лесной полосы среднее содержание влагозапасов перед посевом озимой пшеницы составило 39,3 мм, при этом верхний горизонт почвы 0–0,4 м фактически не имел запасов влаги, а основная масса доступной влаги была сконцентрирована на глубине более 0,6 м (рис. 1) Такое распределение почвенной влаги в почвенном профиле обусловлено потреблением влаги деревьями полезащитной лесной полосы. Поэтому условно эту зону называли депрессионной зоной. Наличие ее на межполосном пространстве подтверждается исследованиями российских ученых, при этом ее размеры варьируют в зависимости от почвенно-климатической зоны [16].

В фазу весеннего возобновления вегетации озимой пшеницы сохранялось зональное изменение содержания почвенной влаги в пределах межполосного пространства. Наибольшее накопление влагозапасов отмечалось в зоне 5–10 Н от ПЗЛП и составляло 111,8 мм, в зоне 25–35 Н – 96,8 мм, на поле без ПЗЛП – 90,0, в зоне депрессии – 105,7 мм. Распределение влаги по почвенному профилю имело свои особенности в зависимости от удаленности от ПЗЛП. Как видно на рис. 1, на расстоянии 5–10 Н от ПЗЛП и на поле без защитных насаждений содержание влаги в слое 0–0,4 м, в котором сконцентрирована большая часть корневой системы озимой пшеницы, значительно выше, чем в зоне депрессии. Быстрое нарастание температуры воздуха в весенний период приводит к интенсивному испарению почвенной влаги, слабо развитые растения озимой пшеницы в депрессионной зоне не могут своей вегетатив-

ной массой укрыть поверхность почвы в полном объеме, тем самым усиливается непродуктивный расход влагозапасов. На других изучаемых контрольных участках растения пшеницы более развитые, что предотвращает излишнее нагревание поверхности почвы, в результате чего непродуктивное испарение сокращается, а почвенная влага идет на формирование вегетативной массы и продуктивности культуры.

В фазу выхода в трубку содержание продуктивной влаги составило в слое почвы 1,0 м: в зонах наибольшего

мелиоративного влияния ПЗЛП (5–10 Н) – 70,3 мм, в зоне, где ослабевает мелиоративное влияние (25–35 Н), – 58,3 мм, на поле без защитных насаждений – 55,2 мм, в зоне депрессии (1,5 Н) – 53,6 мм. В фазу колошения озимой пшеницы, значения запасов продуктивной влаги были равны соответственно 58,8 мм, 46,1 мм, 42,7 мм и 40,5 мм.

Особенности зонального распределения влагозапасов в почве оказали влияние на формирование суммарного водопотребления озимой пшеницы и величину коэффициента водопотребления.

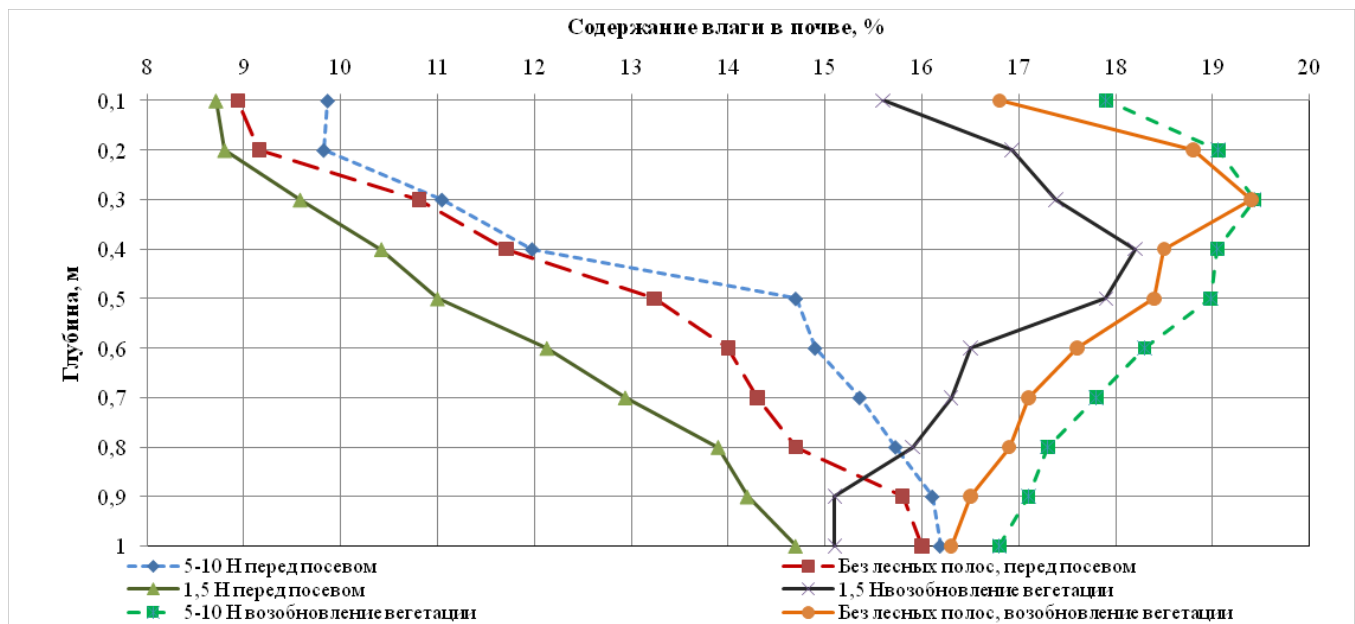


Рис. 1. Распределение общей почвенной влаги в метровом слое почвы перед посевом и при возобновлении вегетации озимой пшеницы в зависимости от зоны межполосного пространства (в среднем за 2014–2018 гг. комбинированная обработка почвы, Н – количество высот лесной полосы)

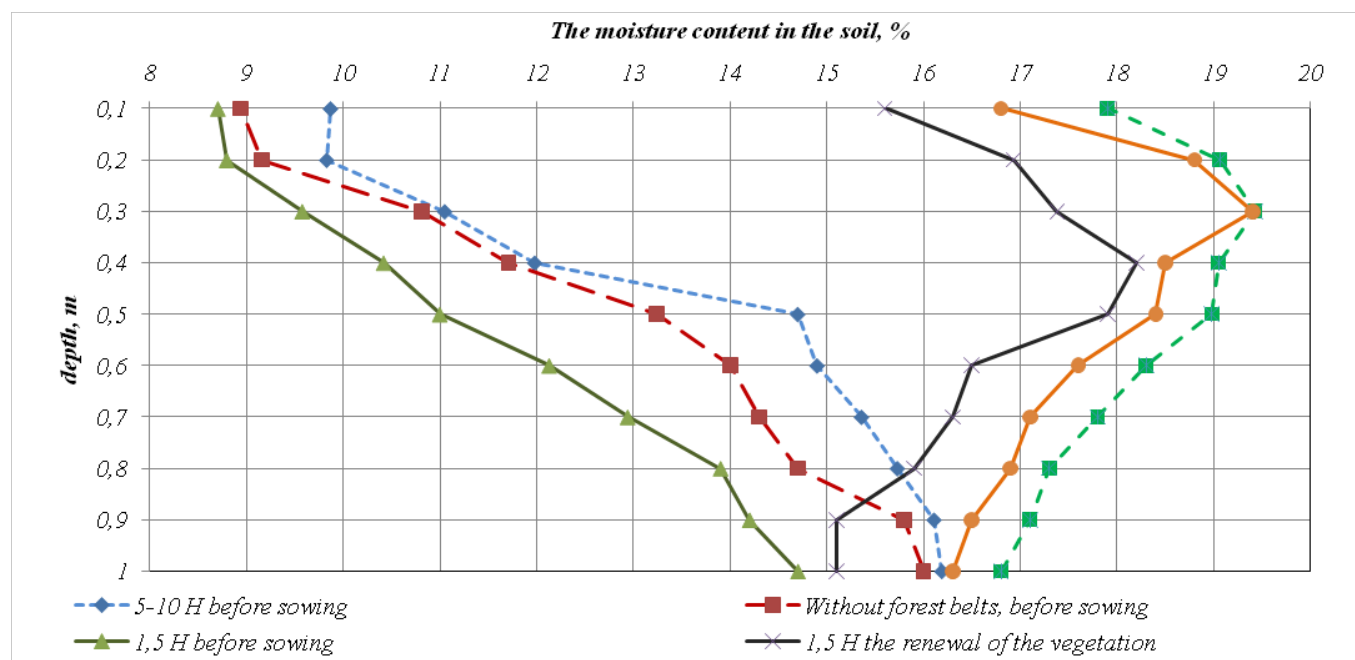


Fig. 1. Distribution of soil moisture in the meter layer of soil depending on the zone of inter-band space (on average for 2014–2018 combined tillage, H – number of heights of the forest belts)

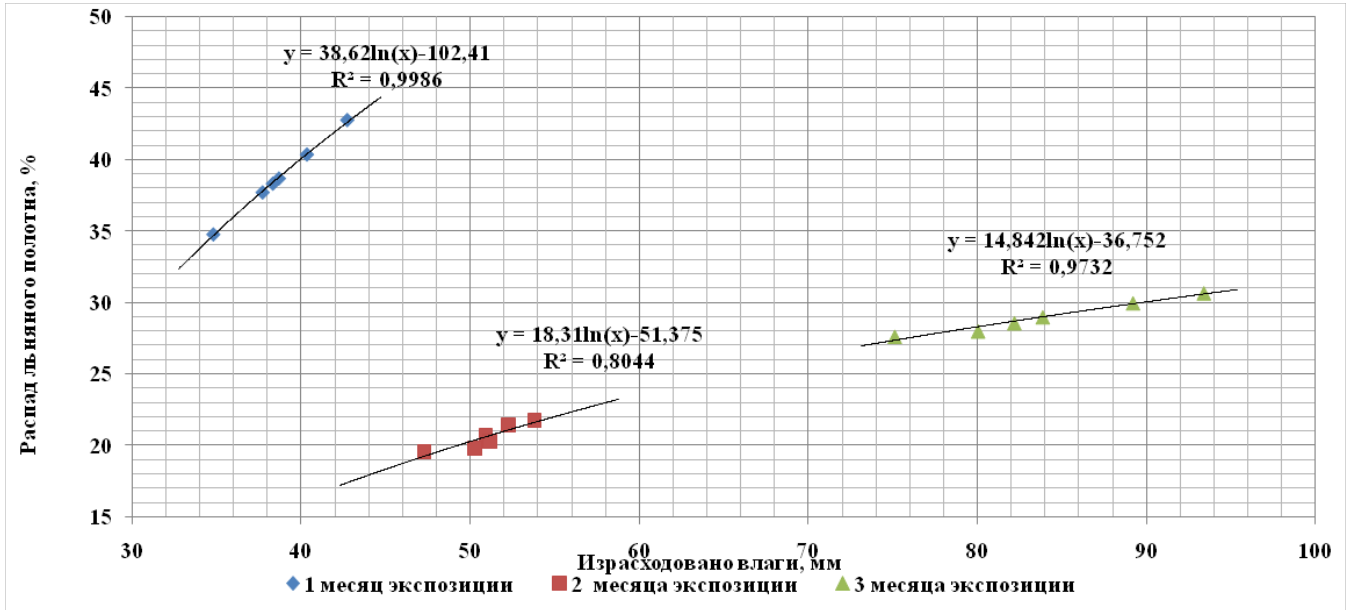


Рис. 2. Зависимость распада льняного полотна от количества израсходованной влаги озимой пшеницей

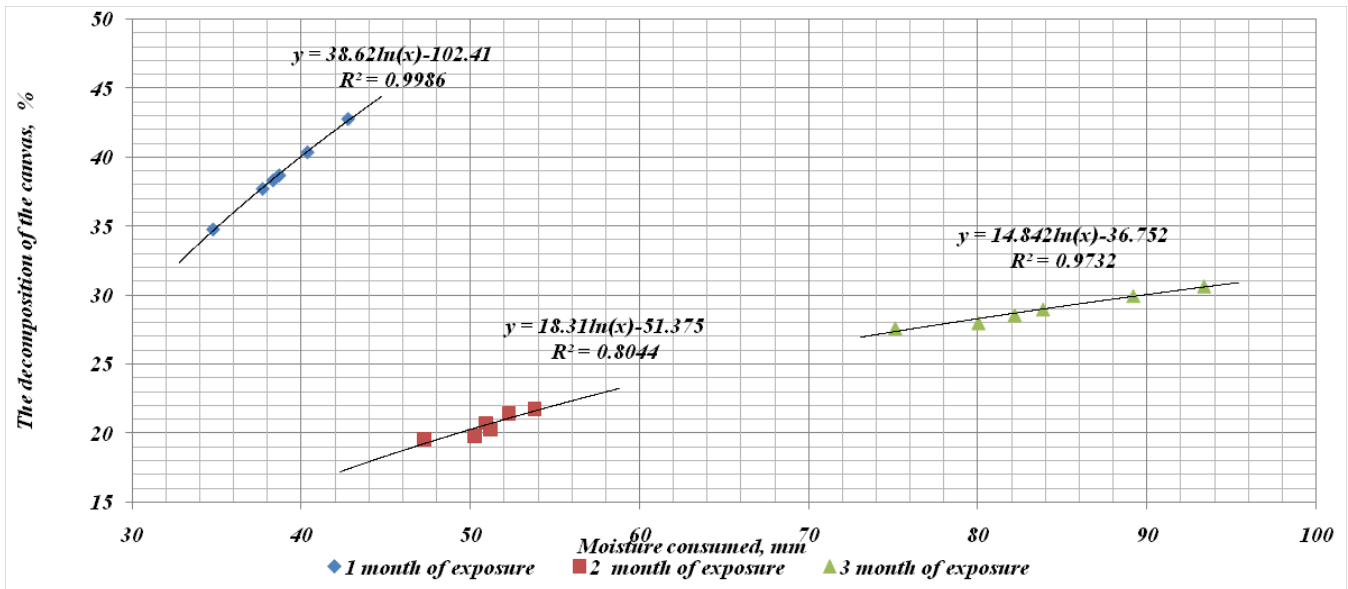


Fig. 2. The dependence of the degree of decomposition of the web on the amount of moisture consumed by winter wheat

Расчеты показали, что озимая пшеница на формирование продуктивности в условиях защищенного поля в среднем расходовала воды от 1418,8 до 1758,6 м<sup>3</sup>/га. На расстоянии 5–10 Н суммарное водопотребление было самым высоким и составило в среднем за 5 лет исследований 1609,1 м<sup>3</sup>/га, на расстоянии 25–35 Н величина этого показателя была равна 1444,2 м<sup>3</sup>/га, в зоне депрессии – 1513,9 м<sup>3</sup>/га, а на поле без защитных насаждений – 1329,7 м<sup>3</sup>/га. В зоне депрессии коэффициент водопотребления был самым высоким. Основными причинами увеличения величины коэффициента водопотребления в депрессионной зоне являются изреженность посевов, непродуктивный расход влаги, потребление части влаги непосредственно деревьями полезавитной лесной полосы. В среднем за годы исследований он составил 1505,7 м<sup>3</sup>/т. В зоне 5–10 Н величина этого коэффициента была самая низкая – 741,8 м<sup>3</sup>/т, на расстоянии 25–35 Н – 841,6 м<sup>3</sup>/т, а на поле без защитных насаждений – 803,5 м<sup>3</sup>/т.

На формирование продуктивности сельскохозяйственных культур в значительной степени оказывает влияние плотность почвы. Оптимальной плотностью для сельскохозяйственных растений является плотность не превышающая 1,3 т/м<sup>3</sup>. Исследования показали, что плотность светло-каштановой тяжелосуглинистой почвы в пределах межполосного пространства изменяется в незначительных интервалах и полезавитные лесные насаждения не оказывают влияние. В среднем за годы проведения исследования величина данного показателя перед посевом культуры составила на межполосном пространстве 1,21–1,23 т/га, а в фазе полной спелости – 1,31–1,35 т/га, а на поле без защитных насаждений – 1,22 и 1,33 т/га соответственно.

От величины плотности почвы в прямой зависимости находится общая порозность. В среднем она была равна на межполосном пространстве 53,7–54,5 % перед посевом и 49,2–50,4 % в фазе полной спелости озимой пшеницы. Без полезавитных лесных полос она была равна соответственно 53,9 и 50 %.

Очень важным показателем, характеризующим плодородие почвы, а также уровень ее биогенности многие исследователи считают целлюлозолитическую активность, подразумевая под этим определением процесс распада клетчатки, осуществляемый микроорганизмами [17], [18]. Целлюлоза представляет собой важную составляющую органического вещества, то есть скорость разложения целлюлозы, определяет темпы разложения органики в почвенном покрове в целом, что, в свою очередь, отражается на состоянии сельскохозяйственных культур.

Определение параметров биологической активности, безусловно, необходимо, так как микробиологическая активность почвы оказывает большое влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур, определяет плодородие и экологическое состояние почвы [19], [20]. Проведение микробиологических исследований почвы позволяет более полно оценить комплекс изучаемых агротехнических мероприятий.

Изучение микробиологической активности почвы в вегетационный период в исследованиях проводилось методом льняных полотен, которые закладывались в почву с тремя сроками экспозиции 1, 2 и 3 месяца. Исследования показали, что целлюлозоразрушающая способность почвы дифференцированно изменяется на прилегающем к лесной полосе пространстве. Наиболее интенсивно разложение льняного полотна почвенными микроорганизмами проходило в зоне наибольшего влияния полезащитных лесных полос (5–10 Н от ПЗЛП): за 1 месяц экспозиции разложение льняного полотна составило 16,9 %, за 2 месяца – 21,6 %, за 3 месяца – 30,3 %. На расстоянии 25–35 Н от ПЗЛП значение этого показателя были равны соответственно 15,6, 20,02, 28,2 %, а на поле без защитных насаждений – 15,2, 19,6 и 27,6 %. В ходе исследований было установлено, что активность почвенной микробиоты в пределах межполосного пространства зависит от удаленности от защитных насаждений и находится в тесной связи с почвенной влагой и ее суммарным расходом во время вегетации т. к. от наличия влаги в почве зависит жизнедеятельность микроорганизмов. Эта связь описывается уравнениями логарифмической зависимости в пределах изучаемого интервала.

Вторым фактором, определяющим продуктивность посевов сельскохозяйственных культур, является содержание в почве доступных макроэлементов. Светло-каштановые почвы относятся к категории низкоплодородных, так как содержание гумуса в пахотном слое не превышает 3 %, а обеспеченность доступным азотом и фосфором находится на низком уровне. Исключение составляет калий, содержание которого в данном типе почв составляет более 300 мг/кг почвы.

Исследования показали, что содержание основных макроэлементов в слое почвы 0–0,3 м на межполосном пространстве имеет неоднородное распределение по отношению к защитным насаждениям, такая закономерность прослеживается на протяжении всей вегетации растений озимой пшеницы.

Наибольшее содержание гидролизуемого азота в пределах межполосного пространства отмечалось на расстоянии 5–15 Н от защитных насаждений в фазу возобнове-

ния вегетации озимой пшеницы 45,8–46,4 мг/кг почвы, а в депрессионной зоне его количество было минимальным – 37,2 мг/кг почвы. На контрольном варианте – 42 мг/кг почвы. К фазе полной спелости озимой пшеницы произошло уменьшение количества азота на всех контрольных точках, при этом закономерность его распределения в пределах межполосного пространства сохранилась. За 5 лет исследований среднее содержание составило на расстоянии 1,5 Н от ПЗЛП – 22,4, 5 Н – 24,7, 15 Н – 26,2, 25 Н – 24,4, без защитных насаждений 24,2 мг/кг.

Вторым основополагающим макроэлементом в формировании продуктивности сельскохозяйственных культур является фосфор. Как показали исследования, в зоне влияния лесных полос данный элемент накапливается в почве в большем количестве по сравнению с агроценозами без защитных насаждений. Так, среднее содержание на контрольных точках, расположенных в зоне наибольшего мелиоративного влияния полезащитных лесных полос, составило в фазу возобновления вегетации озимой пшеницы – 18,0, в фазу колошения 13,7, при полной спелости – 12,0 мг/кг почвы. На варианте без защитных насаждений – соответственно 16,9, 12,8 и 11,2 мг/кг почвы. На межполосном пространстве исключение составляет депрессионная зона, в которой зафиксировано самое низкое количество подвижного фосфора по сравнению с другими изучаемыми вариантами.

Обеспеченность подвижным калием на изучаемых вариантах в начале весенней вегетации озимой пшеницы составила более 300 мг/кг почвы, однако при подробном проведении лабораторных исследований прослеживалась закономерность изменения его содержания по отношению к удаленности от полезащитных насаждений. Так, например, на расстоянии 5 Н от ПЗЛП при возобновлении вегетации его содержание составило 328,3 мг/кг, 15 Н – 319,6, 25 Н – 310,6, на поле без ПЗЛП – 304,3, в депрессионной зоне – 300 мг/кг почвы. Это обусловлено неоднородным распределением пожнивных остатков, которые накапливаются в течение ротации севооборота. По мере прохождения озимой пшеницей дальнейших этапов органогенеза количество данного элемента в пахотном горизонте снижалось, однако закономерность распределения сохранялась.

Вследствие формирования в пределах межполосного пространства неоднородного водного, пищевого, микробиологического режимов светло-каштановой почвы формирование вегетативной массы и в целом продуктивности озимой пшеницы также имеет определенные закономерности.

Начиная с фазы всходов и до фазы полной спелости прослеживается взаимосвязь формирования вегетативной массы с удаленностью от полезащитных лесных насаждений. Исследования показали, что при возобновлении вегетации озимой пшеницы в зоне наибольшего мелиоративного влияния полезащитных лесных полос (5–15 Н) воздушно-сухая биомасса озимой пшеницы варьировала от 75,3 до 96,1, в зоне ослабленного влияния (25–35 Н) – 60–65,5, без защитных насаждений – 57,6, а в зоне депрессии – 25,5 г/м<sup>2</sup>.

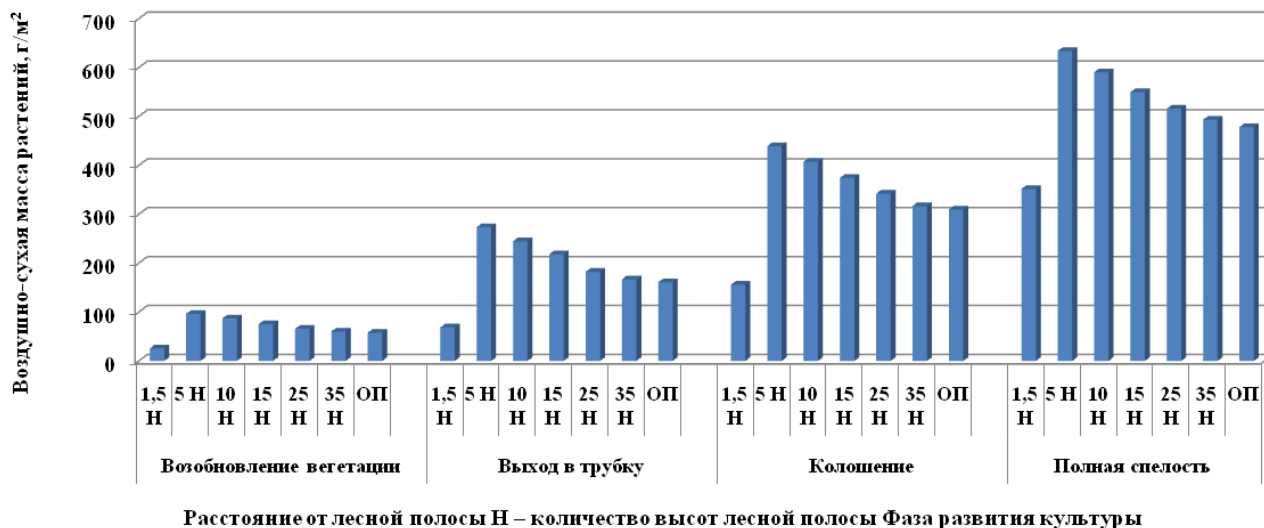


Рис. 3. Динамика накопления вегетативной массы на межполосном пространстве и поле без защитных насаждений

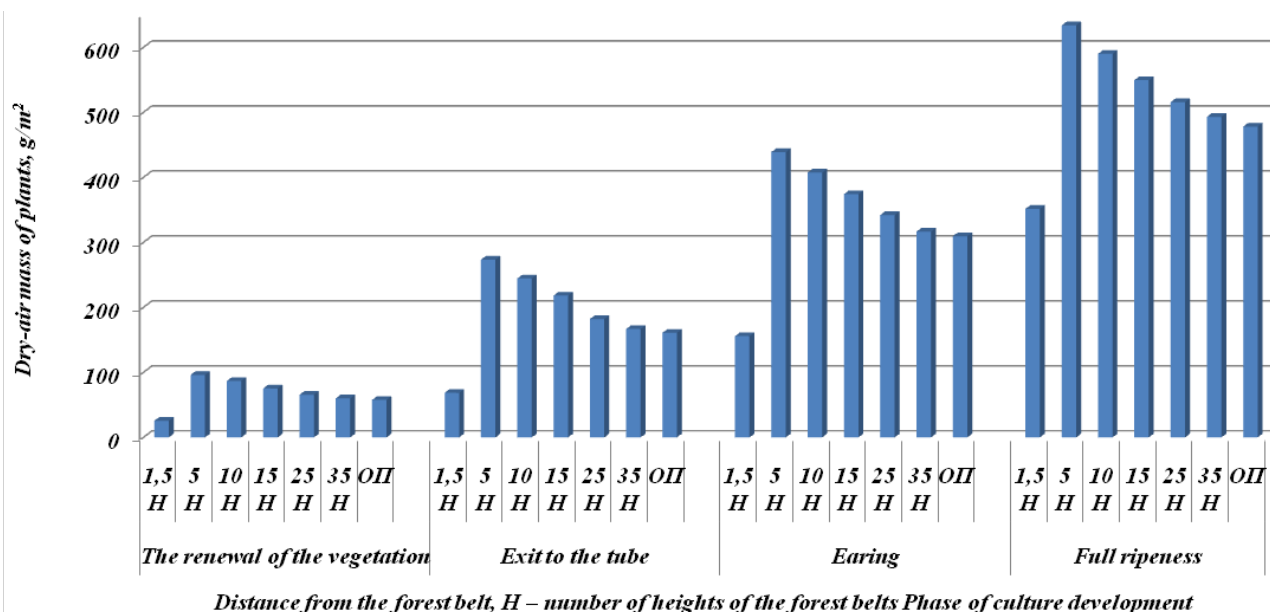


Fig. 3. Dynamics of vegetative mass accumulation in the inter-band space and the field without protective forest belts

В фазу колошения различия между изучаемыми зонами межполосного пространства стали более значительными. Воздушно-сухая биомасса растений пшеницы была равна в депрессионной зоне 155,8, на расстоянии 5–15 Н изменялась от 374 до 438,9, 25–35 Н – 316,7–342,0, без ПЗЛП – 309,4 г/м<sup>2</sup>. Получение наибольшей биомассы на расстоянии 5–15 Н от ПЗЛП обусловлено несколькими причинами: более высокой влагообеспеченностью и элементами питания во время вегетации; уменьшением непродуктивного испарения влаги из почвы за счет более мощного растительного экрана, созданного растениями пшеницы; снижением неблагоприятного воздействия суховейных ветров. Дифференцированное развитие вегетативной массы в пределах межполосного пространства отразилось на урожайности изучаемой культуры (таблица 1). Самая высокая урожайность в среднем за 5 лет была получена на расстоянии 5–15 Н от ПЗЛП – 2,34–2,7 т/га, в благоприятном по увлажнению 2017 г. – 3,26–3,67 т/га, в острозасушливом 2015 г. – 1,45–1,59 т/га.

В зоне ослабленного мелиоративного влияния величина урожая составила в среднем за 5 лет – 2,1–2,2 т/га, в 2017 г. – 2,9–3,09 т/га, в 2015 г. – 1,3–1,32 т/га. На контроле соответственно 2,03, 2,81 и 1,13 т/га.

В ходе исследований было установлено, что из изучаемых приемов обработки почвы наибольшую эффективность имеет комбинированная обработка. По сравнению с контролем урожайность на этом варианте под защитой лесных полос была выше на 0,18 т/га, без защитных насаждений – на 0,15 т/га. Продуктивность озимой пшеницы на варианте с мелким плоскорезным рыхлением и дискованием была меньше, чем на отвальной вспашке, в условиях агролесоландшафта на 0,1 и 0,43 т/га, без лесных полос – на 0,13 и 0,48 т/га соответственно.

Независимо от приема обработки почвы в условиях агролесоландшафта прослеживалось зональное изменение урожайности озимой пшеницы по мере удаления от ползащитных насаждений. Так, на варианте с комбинированной обработкой на расстоянии 1,5 Н от ПЗЛП урожай-

Урожайность озимой пшеницы на межполосном пространстве, т/га (в среднем за 2014–2018 гг.)

Удаленность от ПЗЛП, Н	Обработка почвы			
	Отвальная вспашка (контроль)	Мелкое лоскорезное рыхление	Дискование	Комбинированная обработка почвы
1,5 Н	1,59	1,50	1,05	1,84
5 Н	2,84	2,67	2,26	3,02
10 Н	2,66	2,51	2,11	2,76
15 Н	2,45	2,34	1,99	2,58
25 Н	2,26	2,18	1,89	2,44
35 Н	2,14	2,08	1,84	2,33
Средняя урожайность под защитой ПЗЛП	2,38	2,28	1,95	2,56
Без защитных насаждений (контроль)	2,12	1,99	1,74	2,27
НСР <sub>05</sub> : 2014 – 0,17, 2015 – 0,09; 2016 – 0,28, 2017 – 0,17, 2018 – 0,16				

Table 1

Harvest of winter wheat in the inter-band space, t/ha (average for 2014–2018)

Distance from forest belt	Acceptance of basic tillage, implement			
	Moldboard plowing	The shallow planning loosening	Disc harrow treatment	Combined treatment
1.5 H	1.59	1.50	1.05	1.84
5 H	2.84	2.67	2.26	3.02
10 H	2.66	2.51	2.11	2.76
15 H	2.45	2.34	1.99	2.58
25 H	2.26	2.18	1.89	2.44
35 H	2.14	2.08	1.84	2.33
Average yield under the protection of forest belt	2.38	2.28	1.95	2.56
Without protective plantings (control)	2.12	1.99	1.74	2.27
Least significant difference LSD <sub>05</sub> (general): 2014 – 0.17, 2015 – 0.09; 2016 – 0.28, 2017 – 0.17, 2018 – 0.16				

ность составила 1,84 т/га, 5 Н – 3,02 т/га, на удалении 35 Н ее величина была сопоставима с урожаем, полученным в агроценозе без защитных насаждений, – 2,33 т/га.

#### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, проведенные исследования показали, что в условиях сухой степи на формирование агроэкологических условий возделывания озимой пшеницы оказывают многофакторное влияние полезащитные лесные полосы и приемы обработки почвы.

Было установлено, что на межполосном пространстве обеспеченность посевов озимой пшеницы доступной влагой выше, чем на поле без защитных насаждений, в среднем на 17–25 % в зависимости от фазы развития возделываемой культуры. При этом прослеживается зональное изменение влаги в пределах межполосного пространства.

Регулирование водного режима почвы на лесомелиорируемой территории возможно приемами обработки почвы. Наибольшее накопление и сохранение влаги в сухостеп-

ной зоне обеспечивает комбинированная обработка. Количество продуктивной влаги было на этом варианте больше в среднем на 5–10 %, чем на контроле, и на 12–15 % по сравнению с другими вариантами.

В пределах межполосного пространства содержание основных элементов питания в светло-каштановой почве изменяется в зависимости от удаленности от полезащитных насаждений. Самое высокое содержание азота, фосфора и калия отмечается при возобновлении весенней вегетации озимой пшеницы на расстоянии 5–15 Н от лесной полосы и равно 46,2, 18,0 и 325 мг/кг почвы соответственно.

Применение комбинированной обработки почвы в условиях агролесоландшафта обеспечивает получение большей продуктивности озимой пшеницы по сравнению с другими изучаемыми вариантами. Прибавка урожайности на этом варианте составила под защитой лесных полос 0,18 т/га, без защитных насаждений – 0,15 т/га.

#### Библиографический список

1. Пугачева А. М. Роль агролесомелиоративных систем в степном землепользовании // Степи Северной Евразии: материалы VIII международного симпозиума. Оренбург, 2018. С. 800–803.

2. Пугачева А. М. Агроресомелиоративные системы – основа развития земледелия // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 227–237.
3. Пугачева А. М., Вдовенко А. В. Полезащитные лесные полосы как один из факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур в засушливых условиях юга России // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции. Солёное Займище, 2019. С. 476–480.
4. Овечко Н. Н., Рулева О. В. Особенности биопродуктивности подсолнечника в зоне влияния лесных полос // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 5. С. 25–29.
5. Гордиенко О. А., Кулик А. В. Формирование поверхностного стока талых вод в лесополосах комбинированной конструкции с разным размещением кустарника // Развитие АПК на основе принципов рационального природопользования и применения конвергентных технологий: материалы Международной научно-практической конференции, проведенной в рамках Международного научно-практического форума, посвященного 75-летию образования Волгоградского государственного аграрного университета. Волгоград, 2019. С. 290–295.
6. Волошенкова Т. В. Динамика ветрового режима в лесомелиорированных агроландшафтах // Мировые научно-технологические тенденции социально-экономического развития АПК и сельских территорий: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию окончания Сталинградской битвы. Волгоград, 2018. С. 336–342.
7. Рулев А. С., Ткаченко Н. А. Лесомелиорация агроландшафтов в изменяющихся региональных условиях климата // Экологические аспекты использования земель в современных экономических формациях: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2017. С. 16–22.
8. Sarychev A. N. Peculiarities of ecological conditions for the formation of spring barley bioproductivity in the arid zone of Volgograd oblast on lands exposed to deflation // Arid Ecosystems. 2018. Т. 8. No. 2. Pp. 129–134.
9. Захаров В. В., Кретинин В. М. Агроресомелиоративное земледелие. Волгоград, 2005. 217 с.
10. Рулева О. В., Семинченко Е. В. Влияние лесных полос на показатель водопотребления ярового ячменя // Лесотехнический журнал. 2020. Т. 10. № 1 (37). С. 69–75.
11. Воронов С. И., Плещачев Ю. Н., Ильяшенко П. В. Основы производства высококачественного зерна озимой пшеницы // Плодородие. 2020. № 2 (113). С. 64–66.
12. Лаптина Ю. А., Бугреев Н. А., Шарапова Е. А. Продуктивность зерновых культур в богарных условиях на светлокаштановых почвах Нижнего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2019. № 10. С. 27–33.
13. Четвериков Ф. П., Денисов Е. П., Денисов К. Е., Солодовников А. П., Полетаев И. С. Перспективные приёмы обработки почвы в сухостепной зоне Поволжья. Саратов, 2017. 200 с.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотип. изд., перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб. 1985 г. Москва: Альянс, 2014. 351 с.
15. Ганжара Н. Ф., Борисов Б. А., Байбеков Р. Ф. Практикум по почвоведению. Москва: Агроконсалт, 2002. 280 с.
16. Годунов С. И., Годунова Е. И. Состояние зоны депрессии защитных лесных полос в зависимости от их конструкции // Вестник Ставропольского государственного университета. 2008. № 4. С. 55–60.
17. Егорова Г. С., Шиянов К. В., Несмиянова Е. А. Микробиологическая активность почвы в посевах озимой тритикале в зависимости от предшественников и способов основной обработки почвы // Плодородие. 2015. № 2 (83). С. 39–40.
18. Кузьминых А. Н. Влияние видов паров на микробиологическую активность почвы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2012. № 5 (30). С. 44–46.
19. Болдырь Д. А., Селиванова В. Ю. Пищевой режим в паровых полях при различных обработках в условиях засушливого климата Нижнего Поволжья // Научно-агрономический журнал. 2019. № 2 (105). С. 4–6.
20. Турусов В. И., Чевердин Ю. И., Титова Т. В., Беспалов В. А., Сапрыкин С. В., Гармашова Л. В., Чевердин А. Ю. Взаимосвязь микробиологических параметров и физических свойств черноземных почв // Агротехнологии. 2017. № 11. С. 3–12.

#### Об авторах:

Александр Николаевич Сарычев<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, ORCID 0000-0001-5505-8697, AuthorID 629890; +7 909 378-28-39, [zeit1@ya.ru](mailto:zeit1@ya.ru)

Денис Евгеньевич Михальков<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, ORCID 0000-0003-4834-1456, AuthorID 385942

Анастасия Васильевна Вдовенко<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агроэкологии и лесомелиорации ландшафтов, ORCID 0000-0003-2253-3783, AuthorID 503798

Ольга Михайловна Воробьева<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агроэкологии и лесомелиорации ландшафтов, ORCID 0000-0001-6299-4977, AuthorID 835109

<sup>1</sup> Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия



## Agroecological conditions of winter wheat cultivation under the protection of forest belts

A. N. Sarychev<sup>1</sup>✉, D. E. Mikhalkov<sup>1</sup>, A. V. Vdovenko<sup>1</sup>, O. M. Vorobyeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

✉ E-mail: zeit1@ya.ru

**Abstract.** The purpose of the research is to identify the features of functioning of forest-reclaimed agrobiocenoses and assess their impact in combination with various soil treatments on the formation of winter wheat yield. The object of research was field agrobiocenosis in combination with protective stands. Observations and accounting were carried out according to generally accepted methods. **Research result.** Research has shown that protective forest belts have an impact on agroecological conditions within the inter-band space and on the yield of winter wheat. It is established that the highest content of productive moisture in the inter-lane space is observed at a distance of 5 to 10 H from the forest strip. The average content of productive moisture in this zone was 49.4 mm, which is 11.3 mm more than in a field without protective plantings. Differentiated changes in soil moisture in the interband space persist throughout the growing season of winter wheat. Zonal distribution of moisture reserves in the soil affects the formation of the total water consumption of winter wheat, the value of the water consumption coefficient. In a protected field, the total water flow is from 1418.8 to 1758.6 m<sup>3</sup>/ha, in a field without protective plantings – 1329.7 m<sup>3</sup>/ha. The yield of winter wheat under the protection of stands is higher than in the field without protective stands. On average, over 5 years of research, depending on the applied technology of soil cultivation, the increase in yield was 0.21–0.29 t/ha. **Scientific novelty.** In result of the conducted researches the features of moisture and the content of major nutrients in crops in light-chestnut soil in terms of agroecology, the dependence of the activity of soil microbiota from remoteness from planting shelterbelts, assessed the effectiveness of the soil treatment methods and their influence on productivity of winter wheat.

**Keywords:** winter wheat, tillage, protective forest belts, agroecological conditions, agrobiocenosis.

**For citation:** Sarychev A. N., Mikhalkov D. E., Vdovenko A. V., Vorobyeva O. V. Agroekologicheskie usloviya vozdeleyvaniya ozimoy pshenitsy pod zashchitoy lesnykh polos [Agroecological conditions of winter wheat cultivation under the protection of forest belts] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 01 (204). Pp. 11–20. DOI: ... (In Russian.)

**Paper submitted:** 14.07.2020.

### References

1. Pugacheva A. M. Rol' agrolesomeliativnykh sistem v stepnom zemlepol'zovanii [The role of agroforestry systems in steppe land use] // Stepi Severnoy Evrazii. Orenburg, 2018. Pp. 800–803. (In Russian.)
2. Pugacheva A. M. Agrolesomeliativnye sistemy – osnova razvitiya zemledeliya [Agroforestry systems—the basis for the development of agriculture] // Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex. 2018. No. 1 (49). Pp. 227–237. (In Russian.)
3. Pugacheva A. M., Vdovenko A. V. Polezashchitnye lesnye polosy kak odin iz faktorov povysheniya urozhaynosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v zasushlivykh usloviyakh yuga Rossii [Protective forest belts as one of the factors of increasing crop yields in arid conditions of the South of Russia] // Itogi i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa. Solenoe Zaymishche, 2019. Pp. 476–480. (In Russian.)
4. Ovechko N. N., Ruleva O. V. Osobennosti bioproduktivnosti podsolnechnika v zone vliyaniya lesnykh polos [Features of sunflower bioproductivity in the zone of influence of forest belts] // Vestnik of the Russian agricultural sciences. 2018. No. 5. Pp. 25–29. (In Russian.)
5. Gordienko O. A., Kulik A. V. Formirovanie poverkhnostnogo stoka talykh vod v lesopolosakh kombinirovannoy konstrukt-sii s raznym razmeshcheniem kustarnika [Formation of surface runoff of meltwater in forest belts of combined design with different placement of shrubs] // Razvitie APK na osnove printsipov ratsional'nogo prirodopol'zovaniya i primeneniya konvergentnykh tekhnologiy. Volgograd, 2019. Pp. 290–295. (In Russian.)
6. Voloshenkova T. V. Dinamika vetrovogo rezhima v lesomeliiorirovannykh agrolandshaftakh [Wind regime dynamics in forest-reclaimed agricultural landscapes] // Mirovye nauchno-tekhnologicheskie tendentsii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya APK i sel'skikh territoriy: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 75-letiyu okonchaniya Stalingradskoy bitvy. Volgograd, 2018. Pp. 336–342. (In Russian.)
7. Rulev A. S., Tkachenko N. A. Lesomeliioratsiya agrolandshaftov v izmenyayushchikhsya regional'nykh usloviyakh klimata [Forest reclamation of agricultural landscapes in changing regional climate conditions] // Ekologicheskie aspekty ispol'zovaniya zemel' v sovremennykh ekonomicheskikh formatsiyakh: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Volgograd, 2017. Pp. 16–22.
8. Sarychev A. N. Peculiarities of ecological conditions for the formation of spring barley bioproductivity in the arid zone of Volgograd oblast on lands exposed to deflation // Arid Ecosystems. 2018. T. 8. No. 2. Pp. 129–134.
9. Zakharov V. V., Kretinin V. M. Agrolesomeliativnoe zemledelie [Agroforestry agriculture]. Volgograd, 2005. 217 p. (In Russian.)

10. Ruleva O. V., Semichenko E. V. Vliyanie lesnykh polos na pokazatel' vodopotrebleniya yarovogo yachmenya [Influence of forest strips on water consumption of spring barley] // Forestry Engineering Journal. 2020. T. 10. No. 1 (37). Pp. 69–75. (In Russian.)
11. Voronov S. I., Pleskachev Yu. N., Il'yashenko P. V. Osnovy proizvodstva vysokokachestvennogo zerna ozimoy pshenitsy [The basis for the production of high-quality grain of winter wheat] // Plodorodie. 2020. No. 2 (113). Pp. 64–66. (In Russian.)
12. Laptina Yu. A., Bugreev N. A., Sharapova E. A. Produktivnost' zernovykh kul'tur v bogarnykh usloviyakh na svetlo-kashtanovykh pochvakh Nizhnego Povolzh'ya [Productivity of grain crops in rain-fed conditions on light chestnut soils of the Lower Volga region] // The Agrarian Scientific Journal. 2019. No. 10. Pp. 27–33. (In Russian.)
13. Chetverikov F. P., Denisov E. P., Denisov K. E., Solodovnikov A. P., Poletaev I. S. Perspektivnye priemy obrabotki pochvy v sukhostepnoy zone Povolzh'ya [Promising methods of tillage in the dry-steppe zone of the Volga region]. Saratov, 2017. 200 p. (In Russian.)
14. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy): uchebnik dlya vysshikh sel'skokhozyaystvennykh uchebnykh zavedeniy [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results): textbook for higher agricultural educational institutions]. Stereotype edition, reprinted from the 5th edition, supplemented and revised 1985. Moscow: Al'yans, 2014. 351 p. (In Russian.)
15. Ganzhara N. F., Borisov B. A., Baybekov R. F. Praktikum po pochvovedeniyu [Soil Science Workshop]. Moscow: Agro-konsalt, 2002. 280 p. (In Russian.)
16. Godunov S. I., Godunova E. I. Sostoyanie zony depressii zashchitnykh lesnykh polos v zavisimosti ot ikh konstruktssii [State of the depression zone of protective forest strips depending on their design] // Vestnik Stavropol'skogo gosudarstvennogo universiteta. 2008. No. 4. Pp. 55–60. (In Russian.)
17. Egorova G. S., Shiyarov K. V., Nesmiyanova E. A. Mikrobiologicheskaya aktivnost' pochvy v posevakh ozimoy tritikale v zavisimosti ot predshestvennikov i sposobov osnovnoy obrabotki pochvy [Microbiological activity of soil in winter triticale crops depending on the precursors and methods of basic tillage] // Plodorodie. 2015. No. 2 (83). Pp. 39–40. (In Russian.)
18. Kuz'minykh A. N. Vliyanie vidov parov na mikrobiologicheskuyu aktivnost' pochvy [The influence of the types of vapors on soil microbiological activity] // Agricultural Science Euro-North-East. 2012. No. 5 (30). Pp. 44–46. (In Russian.)
19. Boldyr' D. A., Selivanova V. Yu. Pishchevoy rezhim v parovykh polyakh pri razlichnykh obrabotkakh v usloviyakh zasushlivogo klimata Nizhnego Povolzh'ya [Food regime in steam fields under various treatments in the arid climate of the Lower Volga region] // Nauchno-agronomicheskii zhurnal. 2019. No. 2 (105). Pp. 4–6. (In Russian.)
20. Turusov V. I., Cheverdin Yu. I., Titova T. V., Bepalov V. A., Saprykin S. V., Garmashova L. V., Cheverdin A. Yu. Vzaimosvyaz' mikrobiologicheskikh parametrov i fizicheskikh svoystv chernozemnykh pochv [Interrelation of microbiological parameters and physical properties of chernozem soils] // Eurasian soil science. 2017. No. 11. Pp. 3–12. (In Russian.)

#### Authors' information:

Aleksandr N. Sarychev<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of crop production, selection and seed production, ORCID 0000-0001-5505-8697, AuthorID 629890; +7 909 378-28-39, [zeit1@ya.ru](mailto:zeit1@ya.ru)

Denis E. Mikhalkov<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of crop production, selection and seed production, ORCID 0000-0003-4834-1456, AuthorID 385942

Anastasiya V. Vdovenko<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of agroecology and forest reclamation of landscapes, ORCID 0000-0003-2253-3783, AuthorID 503798

Olga M. Vorobyeva<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of agroecology and forest reclamation of landscapes, ORCID 0000-0001-6299-4977, AuthorID 835109

<sup>1</sup> Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia