

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

AGRICULTURAL SCIENCES

DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-2-114-127

УДК 633.11:631.95:631.86

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЛЕСНОЙ ПОЛОСЫ

Е.В. Семинченко

Обоснование. В статье изложены материалы исследований по влиянию полегающих лесных полос на рост и развитие ярового ячменя. Объектом исследований является яровая ячмень сорта Медикум 139. Исследования проводились в Землепользовании «Городищенское», кадастровый номер 34:03:000000:6.

Цель работы – обосновать роль осадков и других факторов для формирования урожая ярового ячменя под влиянием лесной полосы.

Материалы и методы. Учет урожайности определялся на площадках 1 м² на удалении соответственно 5, 10, 30Н. Контролем служил открытый участок без лесной полосы. Снопы отбирали в трехкратной повторности, замет обмолачивали. Полученное зерно взвешивали и проводили пересчет урожайности на 1 га. Урожай зерна, полученный при взвешивании, приводился к 14%-й влажности и 100%-й частоте. Длина стебля, количество колосков и зерен в колосе определялись визуально. Масса 1000 зерен определялась на технико-химических весах.

Результаты. Анализ данных показал, что запасы продуктивной влаги на межполосной клетке распределены неравномерно. В условиях агролесоландшафта наибольший весенний влагозапас накапливается в зоне от 5Н до 15Н от полегающих лесных полос. Исследования показали, низкий ГТК приходится на летний период (июль-август) практически во все годы исследований. Обеспеченным по продуктивности накоплению осадков был 2016 год, где ГТК составил

0,7, в остальные годы засушливый 0,3-0,5. Структурный анализ ярового ячменя показал, что наибольшая урожайность была на расстоянии 10Н и составила у ярового ячменя – 1,4 т/га. В статье приведены результаты корреляционно-регрессивного анализа полученных данных по взаимосвязи урожая ярового ячменя с составляющими факторами (осадки, запасы почвенной влаги), влияющими на урожайность ярового ячменя за 2016–2020 годы. Получены результаты, приведенные в графической корреляции, и обоснована закономерность.

Заключение. Результаты исследования свидетельствуют о важной роли лесных полос. Областью применения рекомендаций является зона почв Нижнего Поволжья.

Ключевые слова: лесные полосы; яровой ячмень; запас продуктивной влаги; урожайность; коэффициент корреляции

Для цитирования. Семинченко Е.В. Влияние погодных условий на урожайность ярового ячменя в зоне влияния лесной полосы // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 2. С. 114-127. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-2-114-127

INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON THE YIELD OF SPRING BARLEY IN THE FOREST BELT AREA

E.V. Seminchenko

Justification. The article presents research materials on the influence of protective forest belts on the growth and development of the spring barley. The object of research is the spring barley of the Medicum 139 variety. The research was carried out in the Land “Gorodishchenskoe”, cadastral number 34:03:000000:6.

Purpose of the work is to assess the role of precipitation and other factors for the formation of the spring barley crop under the influence of the forest belt.

Materials and methods. Yield accounting was determined on sites of 1 m² at a distance of 5, 10, and 30H, respectively. The control was an open area without a forest belt. Sheaves were selected in three-fold repetition, the mark was threshed. The resulting grain was weighed and the yield per 1 ha was recalculated. The grain yield obtained during weighing was adjusted to a moisture content of 14% and a frequency of 100%. The length of the stem, the number of spikelets and grains in the ear were determined visually. Mass of 1000 grains was determined on a technical and chemical scale.

Results. *The analysis of the data showed that the reserves of productive moisture on the interstrip cell are unevenly distributed. In the conditions of the agroforest landscape, the greatest spring moisture reserve accumulates in the zone from 5H to 15H from the protective forest belts. Studies have shown that the low HTC (hydrothermal coefficient) occurs in the summer period (July-August) in almost all years of research. The most productive accumulation of precipitation was in 2016, where the HTC was 0.7, and in the other years, the dry period was 0.3-0.5. Structural analysis of spring barley showed that the highest yield was at a distance of 10H and was 1.4 t/ha for spring barley. The article presents the results of a correlation and regression analysis of the data obtained on the relationship of the spring barley harvest with the constituent factors (precipitation, soil moisture reserves) that affect the yield of spring barley for 2016–2020. The results given in the graphical correlation are obtained and the regularity is justified.*

Conclusion. *The results of the study indicate the important role of forest belts. Area of application of the recommendations is the soil zone of the Lower Volga region.*

Keywords: *forest belts; spring barley; productive moisture reserve; yield; correlation coefficient*

For citation. *Seminchenko E.V. The influence of weather conditions on the yield of spring barley in the zone of influence of the forest belt. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2021, vol. 13, no. 2, pp. 114-127. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-2-114-127*

Климатические условия Нижнего Поволжья связаны с зоной недостаточного и неустойчивого увлажнения, где почвенная влага напрямую зависит от атмосферных осадков. Агроклиматические условия ухудшаются активным ветровым режимом, частыми суховеями, что усиливает испарение и резко снижает запасы продуктивной влаги в почве [1]. Внедрение наиболее засухоустойчивых культур в структуру посевов позволит повысить экономическую эффективность данной отрасли [2].

В последнее время на территории Волгоградской области участились весенние и раннелетние засухи. В некоторые годы в течении мая-июня выпадало до 10 мм осадков при норме 30-40 мм. Во второй половине лета их было значительно больше [3].

Основная мелиоративная роль в формировании урожая злаковых культур принадлежит лесным полосам (ЛП). Все приемы, рассматриваемые в системе лесных полос, влияют на конечный продукт – урожай. Лесные полосы, оказывающие определенное влияние на экологию полей, тем самым повышая мелиоративный эффект (накопление и сохранение продуктивной

влаги), а значит сохранение плодородия почвы, тем самым увеличивая экономическую значимость защитных лесных насаждений [4].

Интенсивность транспирации сельскохозяйственных культур, защищенных лесными полосами, уменьшается, что особенно проявляется в засушливые годы. Продуктивность транспирации (количество органического вещества в граммах, образуемое на 1 кг испарившейся воды) сельскохозяйственных культур, защищенных лесными полосами, повышается [5, 6]. Большое значение для повышения урожайности сельскохозяйственных культур имеет накопление и распределение снега. В общей сумме годовых осадков снег занимает 30-35% или 100-150 мм. В сухой степи снег является основным источником влаги. В отличие от осадков снег меньше испаряется и может перераспределяться [7, 8]. В южных районах, где снежный покров небольшой мощности, дни с метелями бывают очень редко. Значительное влияние на накопление и распределение снега оказывают лесные полосы, которые способствуют увеличению запасов влаги в почве в пределах 20-47 мм за счет зимних осадков [9, 10]. Эту способность погодных условий следует использовать для выращивания зерновых культур с учетом правильного подбора адаптивной обработки почвы. Гидротермический коэффициент уменьшается с 0,8 в западных районах до 0,4 в восточных и юго-восточных, т.е. территория полностью находится в засушливой и очень засушливой зонах. Осадки летнего периода наряду с осенне-зимними запасами влаги в почве являются одним из решающих условий формирования урожая зерновых культур в условиях богарного земледелия [11, 12].

Защитные насаждения ветроломного назначения Городищенского района занимают 7 тыс.га. К настоящему времени в них сформировались различные структуры. Лесополосы способствуют изменению скоростного режима ветрового потока. На защищенных участках полей формируется особый микроклимат. Такие явления приводят к изменению количественных и качественных показателей урожая сельскохозяйственных культур [12, 13, 14]. Лесные полосы оказывают воздействие на прилегающее межполосное пространство, приводя к изменению всей агроэкосистемы в целом. Исследованиями доказано, что в течении вегетационного периода испарение на защищенной полосами территории уменьшается на 25%. В засушливых районах при общем недостатке влаги в почве этот эффект имеет большое значение [15, 16, 17].

Двухлетними наблюдениями в Каменной степи Воронежской области было установлено, что под влиянием лесных полос уменьшается испарение влаги с паровых полей на одну треть по сравнению с испарением с таких же полей, расположенных на открытой местности [18].

Поэтому фенологические наблюдения составляют важный момент в объяснении изменений продукционного процесса под влиянием полос в отличие от открытого пространства. Установление времени наступления и характера прохождения фаз развития сельскохозяйственных растений является своеобразным индикатором состояния растений в окружающей среде, которое позволяет выявить особенности экологической среды на поле, создаваемой лесной полосой [19].

Материалы и методы

Исследования проводились в 2016–2020 гг в Землепользовании «Городищенское» кадастровый номер 34:03:000000:6, в зоне влияния лесных полос на опытном поле Нижне-Волжского НИИСХ. Почва опытного участка – светло-каштановая тяжелосуглинистая с содержанием гумуса в пахотном слое 1,74%, pH почвенного раствора 8,1. Содержание легкогидролизуемого азота 2-7 мг, подвижного фосфора – 3-11 мг и обменного калия – 30-40 мг/100 г почвы. Лесная полоса высотой 5 метров, 4-х рядная. В её составе встречается клен остролистный (*Acer platanoides*), вяз обыкновенный (*Ulmus laevis*) уплотнена смородиной красной (*Ribes rubrum*) и смородиной черной (*Ribes nigrum*), встречается акация белая (*Robinia pseudoacacia*). Опыт закладывался согласно методикам сухостепной зоны Нижнего Поволжья [20, 21]. Учет урожайности определялся на площадках 1 м² на удалении соответственно 5, 10, 30Н. Контролем служил открытый участок без лесной полосы. Снопы отбирали в трехкратной повторности, замет обмолачивали. Полученное зерно взвешивали и проводили пересчет урожайности на 1 га. Урожай зерна, полученный при взвешивании, приводился к 14 %-й влажности и 100%-й частоте. Длина стебля, количество колосков и зерен в колосе определялось визуально. Масса 1000 зерен определялось на технико-химических весах. Для выяснения факторов, влияющих на формирование урожая были обработаны данные потребления влаги растениями ячменя по фазам развития, с помощью программы для ЭВМ для получения функциональных связей. Основная обработка проводилась почвообрабатывающим орудием ОЧО – 5-40 на глубину 0,32-0,35 м, оснащенным стойками с широким долотом с межследовым расстоянием между стойками 0,4 м. Высевали яровой ячмень Медикум 139, норма высева 3,8 млн. шт/га. Сумма осадков за 2018–2020 сельскохозяйственный год составила: 374,9; 393,0 и 387,3 мм против среднегодового значения 339,2 мм.

Наблюдения за динамикой движения продуктивной влаги в почве показали, что накопление влаги вблизи лесной полосы не уступает запасам

влаги в классических парах и более того предотвращает промерзание и образование ледяной корки из-за способности накапливать высокий слой снега. Высота снежного покрова вблизи ЛП составляла до 1,0 м, в то время как на парах высота варьировала от 25 до 16 см соответственно.

Ранневесенние наблюдения в марте месяца показали хорошие результаты по усвоению осенне-зимних осадков (рис. 1).

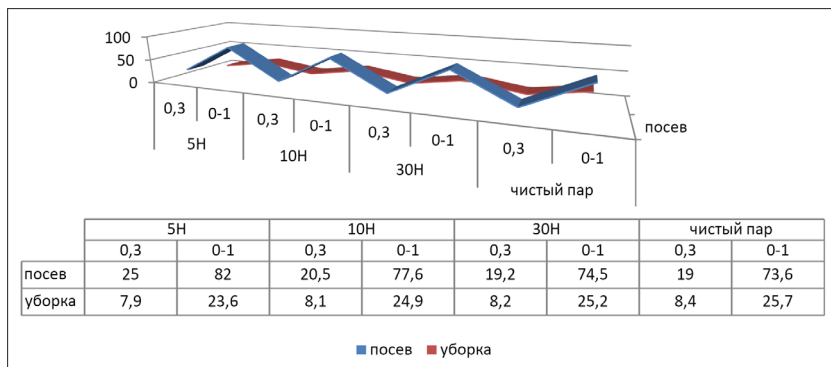


Рис. 1. Динамика запасов продуктивной влаги за период вегетации ярового ячменя в слое 0-100 см (среднее за 2016-2020 гг)

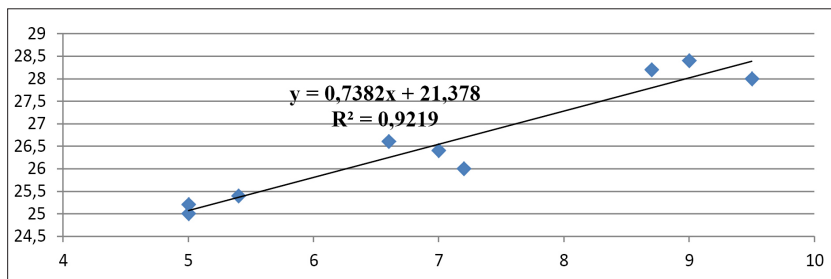


Рис. 2. Корреляционная зависимость урожая ярового ячменя от запасов продуктивной влаги

Паровые поля теряли влагу на естественное испарение, а также при культивации, наибольшее ее снижение к моменту сева озимой пшеницы произошло на чистом пару – 73,6 мм и на расстоянии 30Н от ЛП – 74,5 мм. Поле, расположенные вблизи ЛП за счет накопленной растительной массы ЛП сдерживали испарение воды и началу посева ярового ячменя запас продуктивной влаги составил 77,6-82,0 мм в зависимости от рассто-

нения от ЛП. В посевах ярового ячменя наблюдается тенденция к полному использованию продуктивной влаги почвы к уборке, ГТК за период вегетации составил 0,5.

Согласно, полученным данным представленным на рисунке 2 наибольшую корреляционную зависимость от такого показателя как запас влажности в продуктивном слое почвы 0-30 см имеют посевы яровых культур при традиционной технологии возделывания с коэффициентом детерминации 0,921.

Исследования, которые заключались в учете накопления и усваивания атмосферных осадков растениями в пахотном слое почвы (0-30 см) в зависимости от удаления от ЛП имеют важную роль в сухостепной зоне Нижнего Поволжья. Годы с разной интенсивностью выпадения осадков и температурным режимом отражены коэффициентам ГТК (рис. 3).

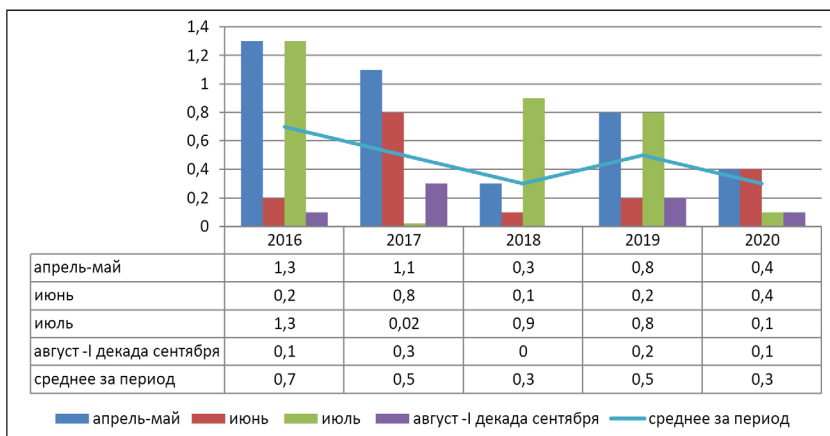


Рис. 3. Распределение ГТК по месяцам за период парования 2016–2020 гг.

Климат полупустынной зоны Волгоградской области отличается недостатком атмосферных осадков в весенне-летний период, высокими температурами в июне-июле-августе и сильным нагреванием почвы в этот период, что провоцирует сильное испарение и низкое усвоение летних осадков. Данные на рисунке 3 показывают, что самый низкий ГТК именно в летний период (июль-август) практически во все года исследования. Это негативно сказывалось на накоплении влаги в пахотном слое и как следствие низкой микробиологической активностью почвы в этот период. Самым обеспеченным по продуктивности накопления осадков оказался

2016 год, где ГТК в среднем за период самый высокий 0,7. Остальные годы можно считать засушливыми с ГТК 0,3-0,5.

Проведенный структурный анализ показал, что урожай ярового ячменя самый высокий был на расстоянии 10Н от ЛП и составил 1,4 т/га, немного ниже на расстоянии 5Н и 30Н – 1,2-1,3 т/га (рис. 4).

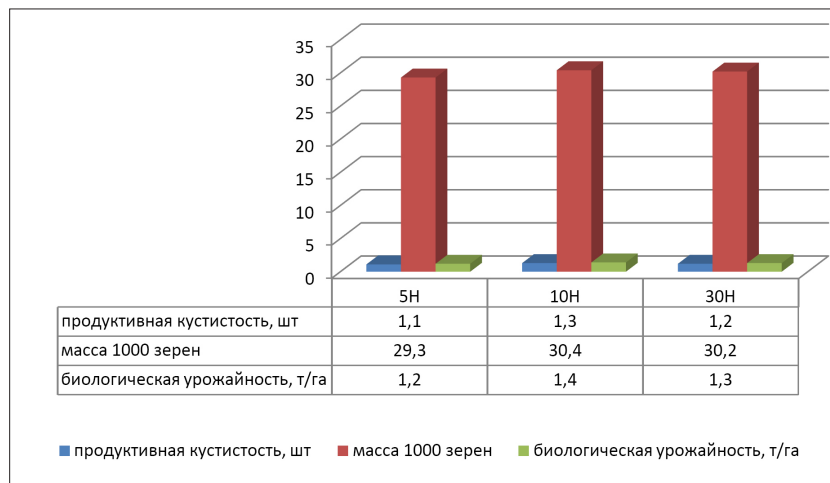


Рис. 4. Структурный анализ и урожайность ярового ячменя в среднем за 2016–2020 гг.

Результаты корреляционного анализа зависимости урожайности и количества зерен с колоса от наиболее влияющих на продуктивность культур критериев (влажность почвы в слое почвы 0-30 см (X_1) и метровом слое (X_2) почвы, среднесуточных температур (X_6) и относительной влажности воздуха (X_7), за вегетационный период, осадков (X_4), плотности (X_8) почвы и комплексных показателей – ГТК (X_3) и суммарного водопотребления (X_5) проведенного за 2016-2020 гг., когда метеоусловия складывались по-разному и различно влияли на урожайность, представлены коэффициентами корреляции Пирсона (рис. 5).

Культура ячмень считается более засухоустойчивой и более приспособленной для выращивания в острозасушливых условиях. Поэтому и коэффициент корреляции в графике распределяется с различной градацией (рис.3). Очень требователен оказался ячмень к запасам влаги в продуктивном слое почвы (X_2). От фактора X_1 (запас почвенной влаги в слое 0-30 см) зависимость стабильно низкая по Y_2 , чем Y_1 , по всей видимости потому,

что нехватка влажности именно в момент формирования зерна приводит к щуплости, низкому качеству и весу и как следствие снижает общую урожайность зерна. Практически по всем факторам X именно количества зерен с колоса (Y_2) имеет более тесную корреляцию. Эта тенденция к росту зависимости объясняется важностью именно зерна полностью отвечать за качество и количество урожая. Отрицательные коэффициенты корреляции наблюдаются при взаимосвязи со среднесуточной температурой (X_5). В среднем по фактору урожайности (Y_1) коэффициент $R^2=0,18^*$, с самой низкой зависимостью на расстоянии 30Н от ЛП. По второму фактору Y_2 , $R^2=0,18^*$ в среднем с более тесной зависимостью на расстоянии 5Н на удалении от ЛП.

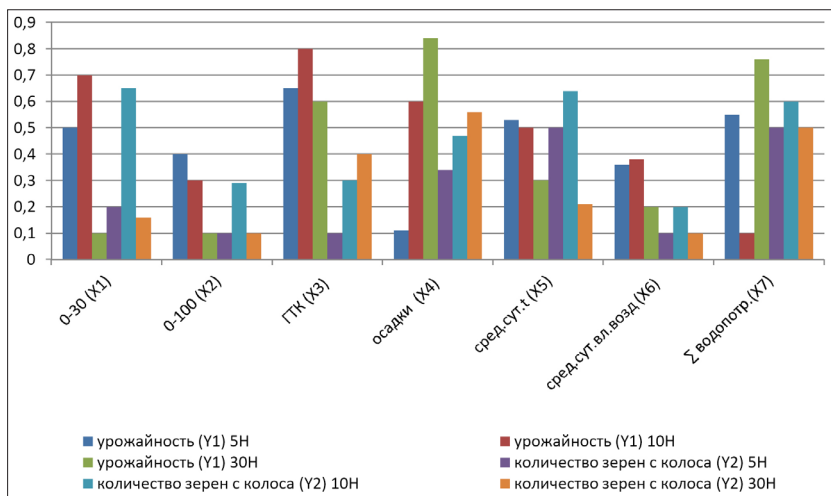


Рис. 5. Коэффициент корреляции урожайности (Y_1) и количества зерен с колоса (Y_2) от различных факторов вегетационного периода ячменя, 2016–2020 гг.

Корреляционный анализ факторов по ячменю доказал засухоустойчивость этой культуры и приспособленность к метеоусловиям полупустынной зоны.

Корреляция ярового ячменя проводилась за период 2016–2020 гг., которые в большинстве своем были засушливыми либо острозасушливыми, ГТК 0,2...0,7 (исключение 2016 год с ГТК-0,9). Постоянные почвенные и воздушные засухи, испарение влажности из почвы, острая нехватка влаги для роста и развития растений и формирования зерна демонстрирует, что

ячмень, является самой оптимальной культурой для выращивания в остро-засушливых условиях независимо от влагообеспеченности года.

Заключение

Таким образом, полезащитные лесные полосы положительно влияют на биометрические показатели ярового ячменя, урожайность, на улучшение водного режима почвы, снегозадержание, так же нельзя забывать о своевременном уходе за посевами, для получения лучшего урожая.

Список литературы

1. Беляков А.М., Солонкин А.В. и др. Региональная адаптивно-ландшафтная система земледелия Нижнего Поволжья. Волгоград: Принт, 2012. С. 22-24.
2. Вертикова Е.А., Кузнецова А.Н. Изучение селекционных линий сахарного сорго по комплексу признаков в условиях Нижнего Поволжья // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2018. Т. 10, № 1. С. 12-29. <https://doi.org/10.12731/wsd-2018-1-12-29>
3. Замятин С.А., Измestьев В.М., Виноградов Г.М., Лапшин Ю.А., Виноградова И.А. Тенденции в изменении климата, влияние на земледелие // Земледелие. 2010. № 4. С. 13-14.
4. Полуэктов Е.В., Балакай Г.Т. Влияние защитных лесных полос на урожайность сельскохозяйственных культур // Сборник трудов «Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности», 2018. С. 504-507.
5. Al-Ghzawi A.L.A., Al-Ajlouni Z.I., Al-Sane K.O., Bsoul E.Y., Musallam I., Khalaf Y.B., Al-Hajaj N., Al-Tawaha A. R., Aldwairi Y., Al-Saqqar H. Yield stability and adaptation of four spring barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars under rainfed conditions // Research on Crops, 2019, vol. 20, no. 1, pp. 10. <http://dx.doi.org/10.31830/2348-7542.2019.002>
6. Адамень Ф.Ф., Паштецкий В.С., Плугатарь Ю.В. Полезащитные лесные полосы как основа устойчивого развития агроландшафта // Зрошуване землеробство, 2012. № 57. С. 36-40.
7. Верин А.Ю., Медведев И.Ф., Губарев Д.И., Деревягин С.С., Граов В.П. Влияние лесной полосы на формирование экологических факторов агроландшафта // Аграрный научный журнал. 2018. №12. С. 12-15. <https://doi.org/10.28983/asj.v0i12.646>
8. Балакай Н.И. Полезащитные лесные полосы // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2013. №50. С.17-24..
9. Каштанов А.И. Земледелие: избранные труды. Россельхозакадемия-Москва, 2008. 685 с.

10. Шурьгин А.В. Влага в богарном земледелии – это дар // Фермер. 2017. №2. С. 28-30.
11. Кадыров М.А., Сенченко В.Г., Батуро Ф.Н. Ячмень: как, где, когда и всегда с прибылью // Белорусское сельское хозяйство. 2006. №1. С. 21-23.
12. Borrego-Benjumea A., Carter A., Glenn A.J., Badaea A. Impact of excess moisture due to precipitation on barley grain yield in the Canadian prairies // Canadian Journal of Plant Science, 2019, vol. 99, no. 1, pp. 93-96. <https://doi.org/10.1139/cjps-2018-0108>
13. 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, vol. 8, no. 2, pp.129-134. <https://doi.org/10.1134/S2079096118020063>
14. Танюкевич В.В. Надземная фитомасса лесных полос, их влияние на ветровой режим и влагонакопление агроландшафтов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. №91. С. 986-1003.
15. Handlířová M., Lukas V., Smutný V. Yield and soil coverage of catch crops and their impact on the yield of spring barley // Plant. Soil and Environment, 2017, vol. 63, no. 5, pp. 195-200. <https://doi.org/10.17221/801/2016-PSE>
16. Cammarano D. Rainfall and temperature impacts on barley (*Hordeum vulgare* L.) yield and malting quality in Scotland Field Crops Research // Field Crops Research, 2019, vol. 241, no. 1, art. 107559. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107559>
17. Lu W., Adamowicz W., Jeffrey S.R., Goss G.G., Faramarzi M. Crop Yield Response to Climate Variables on Dryland versus Irrigated Lands // Canadian Journal of Agricultural Economics, 2018, vol. 66, no. 2, pp. 283-303. <https://doi.org/10.1111/cjag.12149>
18. Чувьочкин А.Л., Яблонских Л.А., Девятова Т.А. Качество поверхностных вод Воронежского водохранилища и его влияние на здоровье населения г. Воронежа // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2018. №2. С. 270-277. <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/chembio/2018/02/2018-02-34.pdf>
19. Шатилов И.С., Каюмов М.К. Научные основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1978. 335 с.
20. Смирнов Б.М. Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте. Саратов, 1973. 223 с.
21. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропроимздат, 1985. 315 с.

References

1. Beljakov A.M., Solonkin A.V. et al. *Regional'naja adaptivno-landshaftnaja sistema zemledelija Nizhnego Povolzh'ja* [Regional adaptive-landscape farming system of the Lower Volga region]. Volgograd: Print Publ., 2012, pp. 22-24.
2. Vertikova E. A., Kuznetsova A.N. Izuchenie selektsionnykh liniy sakharnogo sorgo po kompleksu priznakov v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [The study of breeding lines of sweet sorghum for complex features in the lower Volga Region]. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2018, vol. 10, no. 1, pp. 12-29. <https://doi.org/10.12731/wsd-2018-1-12-29>
3. Zamjatin S.A., Izmet'ev V.M., Vinogradov G.M., Lapshin Ju.A., Vinogradova I.A. Tendencii v izmenenii klimata, vlijanie na zemledelie [Climate change trends, impact on agriculture]. *Zemledelie*, 2010, no. 4, pp. 13-14.
4. Polujektov E.V., Balakaj G.T. Vlijanie zashhitnyh lesnyh polos na urozhajnost' sel'skohozjajstvennyh kul'tur [The influence of protective forest belts on the productivity of agricultural crops]. *Sbornik trudov «Jekologicheskie problemy razvitiya agrolandshaftov i sposoby povyshenija ih produktivnosti»* [Collection of works "Environmental problems of the development of agricultural landscapes and ways to increase their productivity"], 2018, pp. 504-507.
5. Al-Ghzawi A.L.A., Al-Ajlouni Z.I., Al-Sane K.O., Bsoul E.Y., Musallam I., Khalaf Y.B., Al-Hajaj N., Al-Tawaha A. R., Aldwairi Y., Al-Saqqar H. Yield stability and adaptation of four spring barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars under rainfed conditions. *Research on Crops*, 2019, vol. 20, no. 1, pp. 10. <http://dx.doi.org/10.31830/2348-7542.2019.002>
6. Adamen' F.F., Pashteckij V.S., Plugatar' Ju.V. Polezashhitnye lesnye polosy kak osnova ustojchivogo razvitiya agrolandshafta [Protective forest belts as the basis for sustainable development of the agricultural landscape]. *Zroshuvane zemlerobstvo*, 2012, № 57, pp. 36-40.
7. Verin A.Ju., Medvedev I.F., Gubarev D.I., Derevjagin S.S., Graov V.P. Vlijanie lesnoj polosy na formirovanie jekologicheskikh faktorov agrolandshafta [The influence of the forest belt on the formation of ecological factors of the agricultural landscape]. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*, 2018, no. 12, pp. 12-15. <https://doi.org/10.28983/asj.v0i12.646>
8. Balakaj N.I. Polezashhitnye lesnye polosy [Protective forest belts]. *Puti povyshenija jeffektivnosti oroshaemogo zemledelija* [Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture], 2013, №50, pp. 17-24.
9. Kashtanov A.I. *Zemledelie. Izbrannye trudy* [Agriculture: Selected Works]. Rosel'hozakademija - Moskva, 2008, 685 p.

10. Shurygin A.V. Vлага v bogarnom zemledelii - jeto dar [Moisture in rainfed agriculture is a gift]. *Fermer*, 2017, №2, pp. 28-30.
11. Kadyrov M.A., Senchenko V.G., Baturo F.N. Jachmen': kak, gde, kogda i vseгда s pribyl'ju [Barley: how, where, when and always profitably]. *Beloruskoe sel'skoe hozjajstvo*, 2006, №1, pp. 21-23.
12. Borrego-Benjumea A., Carter A., Glenn A.J., Badea A. Impact of excess moisture due to precipitation on barley grain yield in the Canadian prairies // *Canadian Journal of Plant Science*, 2019, vol. 99, no. 1, pp. 93-96. <https://doi.org/10.1139/cjps-2018-0108>
13. 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, vol. 8, no. 2, pp. 129-134. <https://doi.org/10.1134/S2079096118020063>
14. Tanjukevich V.V. Nadzemnaja fitomassa lesnyh polos, ih vlijanie na vetrovoj rezhim i vlagonakoplenie agrolandshaftov [Aboveground phytomass of forest belts, their influence on the wind regime and moisture accumulation of agricultural landscapes]. *Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013, no. 91, pp. 986-1003.
15. Handlířová M., Lukas V., Smutný V. Yield and soil coverage of catch crops and their impact on the yield of spring barley. *Plant. Soil and Environment*, 2017, vol. 63, no. 5, pp. 195-200. <https://doi.org/10.17221/801/2016-PSE>
16. Cammarano D. Rainfall and temperature impacts on barley (*Hordeum vulgare* L.) yield and malting quality in Scotland Field Crops Research. *Field Crops Research*, 2019, vol. 241, no. 1, art. 107559. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107559>
17. Lu W., Adamowicz W., Jeffrey S.R., Goss G.G., Faramarzi M. Crop Yield Response to Climate Variables on Dryland versus Irrigated Lands. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 2018, vol. 66, no. 2, pp. 283-303. <https://doi.org/10.1111/cjag.12149>
18. Chuvychkin A.L., Jablonskih L.A., Devjatova T.A. *Vestnik VGU. Serija: Himija. Biologija. Farmacija*, 2018, no. 2, pp. 270-277. <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/chembio/2018/02/2018-02-34.pdf>
19. Shatilov I.S., Kajumov M.K. *Nauchnye osnovy programmirovaniya urozhaev sel'skohozjajstvennyh kul'tur* [Scientific foundations of programming crop yields]. M.: Kolos, 1978, 335 p.
20. Smirnov B.M. Rekomendacii po metodike provedenija nabljudenij i issledovanij v polevom opyte [Recommendations for the observation and research methodology in the field experiment]. Saratov, 1973, 223 p.

21. Dosphehov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results)]. M.: Agropromizdat, 1985, 315 p.

ДАнные ОБ АВТОРЕ

Семинченко Елена Валерьевна, н.с., аспирант

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения российской академии наук» (ФНЦ
агроэкологии РАН)*

*Университетский пр-т, 97, Волгоград, 400062, Российская Фе-
дерация*

eseminchenko@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR

Elena V. Seminchenko, Researcher, Postgraduate Student

*Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Pro-
tective Afforestation of the Russian Academy of Sciences*

97, Universitetsky prospect, Volgograd, 400062, Russian Federation

eseminchenko@mail.ru

SPIN-code: 2756-2340

ORCID: 0000-0003-3155-9563

Scopus Author ID: 57222146275