

21. Trots V. B. Agroecological influence of shelterbelts. News of the Orenburg State Agrarian University. 2016. No 4 (60). Pp. 189-192.

22. Milyutkin V. A., Orlov V. V., Knurova G. V., Stenovskiy V. S. Effective technological methods in agriculture that ensure optimal moisture accumulation in the soil and moisture consumption. News of the Orenburg State Agrarian University. 2015. No 6 (56). Pp. 69-72.

23. Skorokhodov V. Yu. The influence of predecessors and fertilizers on the yield of agricultural crops in crop rotation with short rotation and during continuous cultivation on the southern chernozems of the Orenburg Cis-Urals. Regional scientific and practical conference of young scientists and specialists: Collection of materials. 2004. Pp. 99-100.

#### Информация об авторах

**Скороходов Виталий Юрьевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (Российская Федерация, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1).

**Зенкова Наталья Анатольевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий. Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (Российская Федерация, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1).

**Скороходова Елена Николаевна**, соискатель, отдел земледелия и ресурсосберегающих технологий, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (Российская Федерация, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1).

#### Author's Information

**Skorokhodov Vitaly Yurievich**, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (Russian Federation, 460051, Orenburg, Gagarin Ave. 27/1).

**Zenkova Natalia Anatolyevna**, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the Department of Agriculture and Resource-saving Technologies, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (Russian Federation, 460051, Orenburg, Gagarin Ave. 27/1).

**Skorokhodova Elena Nikolaevna**, applicant, department of agriculture and resource-saving technologies, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (Russian Federation, 460051, Orenburg, Gagarin Ave. 27/1).

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-13

## REGULARITIES OF WATER CONSUMPTION OF SPRING WHEAT UNDER THE INFLUENCE OF MELIORATION IN THE DRY-STEPPE TRANS-VOLGA REGION

Tarbaev V. A.

*"Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov"*  
Saratov, Russian Federation

Corresponding author E-mail: tarbaev1@mail.ru

Received 11.03.2024

Submitted 15.05.2024

#### Summary

The article presents the results of a study of the patterns of water consumption of spring wheat under the influence of irrigation, forest plantings and fertilizers.

#### Abstract

**The relevance** of the study is determined by the need to identify the complex effect of irrigation regime, forest strips and doses of mineral fertilizers on the productivity of spring wheat cultivated in the dry steppe. The purpose of the study is to study the water consumption of spring wheat under the influence of forest belts and mineral fertilizers in the irrigated dry-steppe Trans-Volga region. **The object** of research is the fields of crop rotation with wheat in the Volga region. **Materials and methods.** The experiments were carried out according to a three-factor scheme, which took into account the effect of mineral fertilizers, irrigation and forest reclamation on the yield of spring wheat. Crop yield and water consumption were studied according to the methods of DOWN, VNIALMI, B. A. Dospekhov, A. N. Kostyakov. Regression and correlation analyses were performed according to B. A. Dospekhov using the programs Statistica, Scilab and the MS Excel Table Processor Analysis Package. **Results and conclusions.** The growing seasons of the spring wheat yield study ranged from arid to humid, so different irrigation regimes were used in irrigation conditions: the irrigation rate ranged from 0 to 550 mm. Forest plantations without the use of fertilizers in conditions of natural moisture provide a large increase in the yield of spring wheat compared to irrigated areas: up to 28.9% in dry years, up to 3.0% in wet years. Average for 2018-2022 depending on the use of irrigation and forest strips, fertilizers increased the crop yield at a distance from the planting 1H to 11.1%, 5H – up to 17.0%. The coefficient of water consumption of spring wheat among forest belts with an increase in the dose of fertilizers decreases, regardless of the year's moisture level, in irrigated areas to 50.8%, in non-irrigated areas – to 38.7%. According to statistical analysis, crop productivity and water consumption are 87-98% associated with the use of fertilizers, irrigation and forest reclamation.

**Keywords:** *spring wheat yield, spring wheat water consumption, forest belts, spring wheat irrigation, spring wheat cultivation conditions.*

**Citation.** Tarbaev V. A. Regularities of water consumption of spring wheat under the influence of melioration in the dry-steppe trans-Volga region. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024. 3(75). 112-122 (in Russian). DOI:10.32786/2071-9485-2024-03-13.

**Author's contribution.** The author of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

**Conflict of interest.** The author declare no conflict of interest.

УДК 631.6:631.8:634.2

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ МЕЛИОРАЦИЙ В СУХОСТЕПНОМ ЗАВОЛЖЬЕ**

**Тарбаев В. А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**

*ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова»*

*г. Саратов, Российская Федерация*

**Актуальность** исследования определяется необходимостью выявления комплексного влияния режима орошения, лесных полос и доз минеральных удобрений на продуктивность яровой пшеницы, возделываемой в сухой степи. **Цель** исследования – изучение водопотребления яровой пшеницы под влиянием лесных полос, минеральных удобрений в орошаемом сухостепном Заволжье. **Объект** исследования – поля севооборота с пшеницей ВолжНИИГиМ. **Материалы и методы.** Эксперименты проводились по трехфакторной схеме, где учитывалось влияние минеральных удобрений, оросительной и лесной мелиорации на урожайность яровой пшеницы. Урожайность и водопотребление культуры изучались согласно методикам ВНИОЗ, ВНИАЛМИ, Б. А. Доспехова, А. Н. Костякова. Регрессионный и корреляционный анализы выполнены по Б. А. Доспехову с использованием программ Statistica, Scilab и «Пакет анализа табличного процессора MS Excel». **Результаты и выводы.** Вегетационные периоды исследования урожайности яровой пшеницы были от засушливых до влажных, поэтому в условиях орошения применялся различный режим поливов: оросительная норма составляла от 0 до 550 мм. Лесные насаждения без применения удобрений в условиях естественного увлажнения обеспечивают большую прибавку урожайности яровой пшеницы по сравнению с орошаемыми участками: в засушливые годы до 28,9%, во влажные – до 3,0%. В среднем за 2018-2022 гг. в зависимости от применения орошения и лесных полос удобрения увеличивали урожайность культуры на расстоянии от насаждения 1Н до 11,1%, 5Н – до 17,0%. Коэффициент водопотребления яровой пшеницы среди лесных полос с увеличением дозы удобрений уменьшается независимо от увлажнения года на орошении до 50,8%, на неорошаемых участках – до 38,7%. Согласно статистическому анализу урожайность и водопотребление культуры на 87-98% связаны с применением удобрений, оросительных и лесных мелиораций.

**Ключевые слова:** *урожайность яровой пшеницы, водопотребление яровой пшеницы, лесные полосы, орошение яровой пшеницы, условия возделывания яровой пшеницы.*

**Цитирование.** Тарбаев В. А. Закономерности водопотребления яровой пшеницы под влиянием мелиораций в сухостепном Заволжье. *Известия НВ АУК.* 2024. 3(75). 112-122. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-13.

**Авторский вклад.** Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Автор настоящей статьи ознакомился и одобрил представленный окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Введение.** Многие ученые (И. П. Кружилин, Г. В. Ольгаренко, Н. Н. Дубенок, П. В. Тарасенко и др. [1, 2, 3, 4]) убеждены, что одним из основных сдерживающих факторов повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий являются недостаточное развитие комплексных мелиораций. В этой связи определенный научный интерес представляет совместное использование в составе комплексных мелиораций регулярного орошения и лесных полос, которые, по мнению ряда ученых (К. Н. Кулик, А. С. Рулев, П. Н. Проездов, Д. А. Маштаков и др. [5, 6]), защищают возделываемые культуры в сухостепных районах РФ от засух и суховеев. Кроме того, лесные полосы улучшают эколого-мелиоративное состояние агролесоландшафтов, микроклимат [6] и водный режим почвы [7, 8]. Многофункциональное влияние лесных полос также благоприятно отражается на росте, развитии

сельскохозяйственных культур и на повышении их продуктивности [8, 9]. В этой связи отдельные работы [6] направлены на исследование многообразных природных и антропогенных факторов (агролесомелиоративных приемов, атмосферных осадков, орошения, минеральных удобрений и др.), повышающих продуктивность сельскохозяйственных культур. Результатом этих исследований является выявление регрессионно-корреляционных взаимосвязей природно-антропогенных факторов с ростом, развитием и продуктивностью возделываемых культур, что позволяет исследователям отражать данные закономерности в виде множественных регрессий, построенных в виде отдельных трехмерных сечений.

Исследования, направленные на выявление закономерностей водопотребления и урожайности основных сельскохозяйственных культур под воздействием оросительных и лесных мелиораций в засушливых и острозасушливых районах РФ, весьма актуальны и позволяют развивать мелиоративную науку.

**Материалы и методы.** Объект исследований включает 4 варианта опыта (I-IV), направленного на изучение степени влияния оросительных и лесных мелиораций на плодородие почв и урожайность культур (рисунок 1).

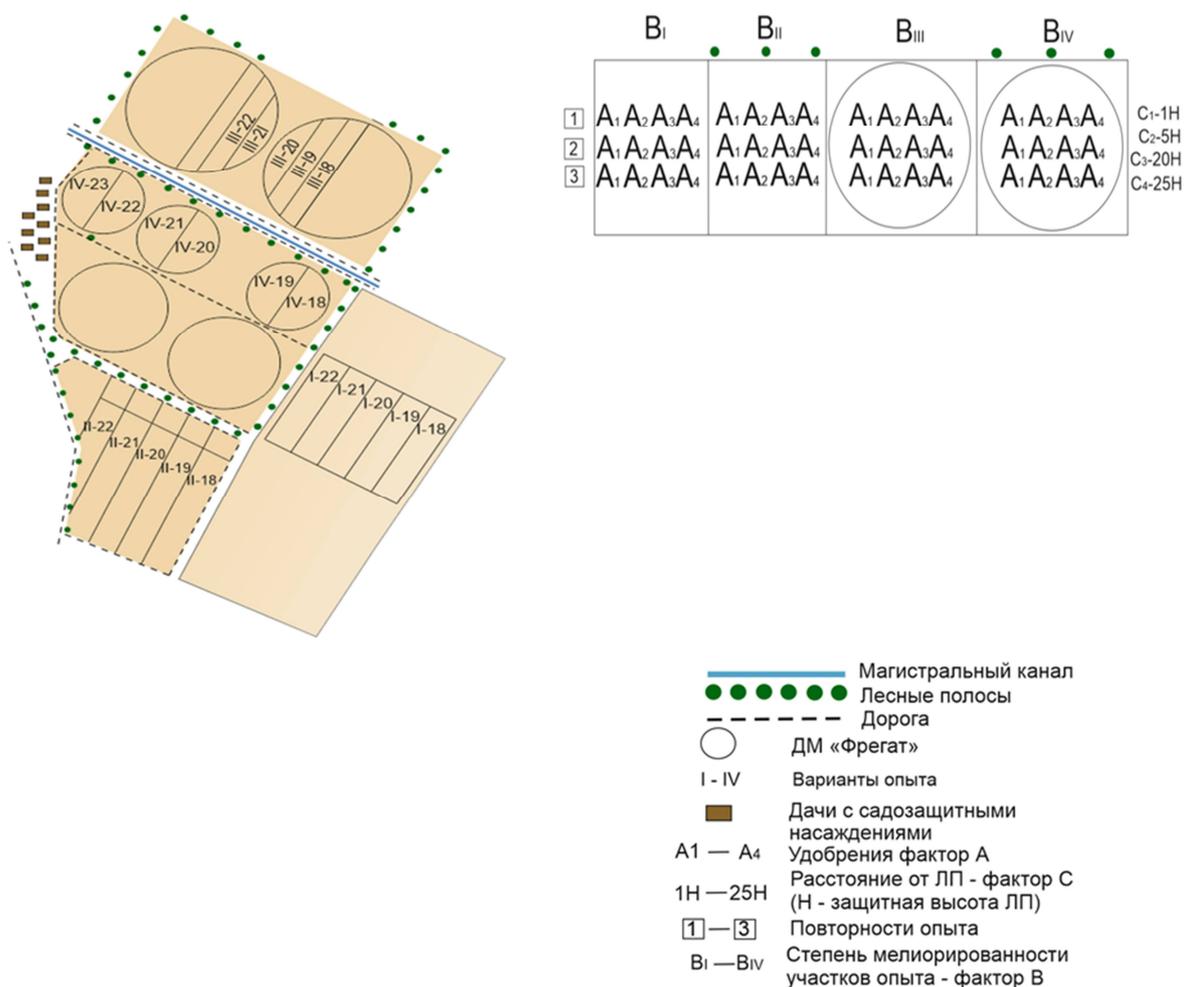


Рисунок 1 – Схема трехфакторного опыта по яровой пшенице на полях ВолжНИИГиМ  
Figure 1 – Scheme of a three-factor experiment on spring wheat in the fields VolzhNIIGiM

Варианты опыта включают в себя:

I. Неорошаемое поле без лесных полос.

II. Неорошаемое поле с лесными полосами плотной конструкции (ПП4), шириной 18 м, возрастом 62 года (II-22, вариант и год исследований – 2022). Тип посадки древесно-теневой. Главная порода – вяз приземистый Вп (*Ulmus pumila* L.), сопутствующая – ясень ланцетный Ял (*F racinus lanciolata*).

III. Орошаемое поле без лесных полос.

IV. Орошаемое поле с лесными полосами и идентичной характеристикой опыта II (ПП1, ПП2, ПП3). Орошение производится дождевальными машинами «Фрегат» различной модификации. Вода для орошения культур севооборота забирается из магистрального оросительного канала расходом 18 м<sup>3</sup>/с.

Цель исследования – выявление закономерностей водопотребления и урожайности яровой пшеницы мягкой сорта «Фаворит» под воздействием оросительных, лесных мелиораций и агрохимических приемов в сухостепном Заволжье.

Задачи исследования:

– определение урожайности и коэффициента водопотребления яровой пшеницы на вариантах опыта;

– получение регрессионных уравнений и корреляционных связей урожайности и водопотребления яровой пшеницы в зависимости от применения орошения, лесных полос и минеральных удобрений.

Методика исследования базировалась на принципах организации теории и практики оросительной мелиорации, классической агролесомелиорации, растениеводства, стандартных и частных методов планирования и проведения экспериментов. Урожайность культур определялась согласно методике Б. А. Доспехова [11], ВНИАЛМИ [12], водопотребление по А. Н. Костякову [13].

Эксперимент проведен на посевах яровой пшеницы мягкой (сорт Фаворит) по трехфакторной схеме:

фактор А – удобрения: А<sub>1</sub> – 0 (без удобрений); А<sub>2</sub> – N<sub>30</sub>P<sub>20</sub>K<sub>10</sub> (60 кг/га); А<sub>3</sub> – N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>15</sub> (90 кг/га); А<sub>4</sub> – N<sub>75</sub>P<sub>50</sub>K<sub>25</sub> (150 кг/га);

фактор В – мелиорированность агроландшафта в виде сочетания орошения (Ор) и лесных полос плотной конструкции (ЛП): В<sub>I</sub> – без Ор и ЛП; В<sub>II</sub> – без Ор с ЛП; В<sub>III</sub> – Ор без ЛП; В<sub>IV</sub> – Ор с ЛП;

фактор С – расстояние от ЛП и четыре варианта расстояний, Н в единицах защитной высоты ЛП: С<sub>1</sub> – 1Н; С<sub>2</sub> – 5Н; С<sub>3</sub> – 20Н; С<sub>4</sub> – 25Н. Повторность опыта – трехкратная. Учетная площадь делянок 100 м<sup>2</sup>. Метод размещения вариантов – систематический последовательный (рисунок 1).

Полив яровой пшеницы – поддержание умеренного уровня водообеспечения при предполивном пороге влажности расчетного слоя почвы 0,5 м 70% наименьшей влагоемкости (НВ) в течение вегетационного периода. В течение 5 лет исследования яровая пшеница поливалась до 5 раз за вегетационный период поливной нормой 500 м<sup>3</sup>/га. В среднесухой 2018 г. – 4 полива (июнь – 1, июль – 2, август – 1); в сухой 2019 г. – 5 поливов (июнь – 2, июль – 2, август – 1); в средний 2020 г. – 3 полива (май – 1, июнь – 1, июль – 1); в средневлажный 2021 г. – 2 полива (июнь – 1, июль – 1); во влажный 2022 г. – поливы не проводились. Отсутствие поливов в мае 2018 г. и 2019 г. объясняется недостаточным количеством влагозапасов в почве, обеспеченных многоснежными зимами с водными запасами снега в пределах 200 мм (высота снега 60 см). Весне 2020 г. предшествовала очень малоснежная зима с мощностью снежного покрова 8 см.

Дисперсионный анализ рассчитан по методике А. М. Гатаулина [14]. Регрессия и корреляция выполнены по Б. А. Доспехову [11] с использованием компьютерных программ Statistica, Scilab, «Пакет анализа табличного процессора MS Excel».

**Результаты исследования обсуждение, анализ.** Теоретический аспект повышения урожайности яровой пшеницы в зависимости от применения орошения, лесных полос, удобрений, заключается в использовании аналитического и экспериментального методов, на основе которых построены множественные регрессии (1, 2):

$$Y = b_0 + b_1U + b_2V + b_3H + b_4UV + b_5UH + b_6VH + b_7UVH, \quad (1)$$

$$K = b_0 + b_1U + b_2V + b_3H + b_4UV + b_5UH + b_6VH + b_7UVH, \quad (2)$$

где: Y – урожайность яровой пшеницы, т/га;

K – коэффициент водопотребления, м<sup>3</sup>/т;

U – доза минеральных удобрений, кг/га;

V – степень влияния орошения, лесных полос (ЛП) и удобрений на урожайность яровой пшеницы, V = 1–2,5;

H – расстояние от ЛП, измеряемое в единицах защитной высоты ЛП;

b<sub>0</sub> – b<sub>7</sub> – коэффициенты множественной регрессии.

Вегетационному периоду возделывания яровой пшеницы 2018 г. предшествовали очень влажное лето 2017 г. и очень многоснежная зима 2017–2018 гг. с водными запасами снега 200 мм, обеспечивающих содержание влаги в слое почвы 1 м накануне сева на уровне более 70% наименьшей влагостойкости (НВ).

Урожайность яровой пшеницы в естественных условиях среднесухого 2018 года, при гидротермическом коэффициенте (ГТК) = 0,45 без влияния лесных полос и удобрений составила 1,43 т/га.

Выращиванию яровой пшеницы 2019 г. предшествовали средневлажная осень 2018 г. и очень многоснежная зима 2018-2019 гг. со снегозапасами около 190 мм (высота снега 60 см), что обеспечило пополнение влагозапасов в метровом слое почвы перед севом пшеницы около 70% НВ. Урожайность этой культуры в сухой 2019 г. (ГТК = 0,30) составила 1,21 т/га.

Возделыванию яровой пшеницы 2020 г. предшествовали среднесухая осень 2019 г., очень малоснежная зима 2018-2019 гг. с толщиной снегового покрова 8 см (25 мм). Накануне сева влаги в метровом слое почвы было не более 55% НВ (близкое значение к влажности завядания), но благодаря осадкам среднего по увлажнению периода вегетации яровой пшеницы 2020 г. (ГТК = 0,70) урожайность культуры составила 2,05 т/га.

Периоду вегетации яровой пшеницы 2021 г. предшествовали средневлажная осень 2020 г., среднеснежная зима 2020-2021 гг. с запасами воды в снегу 70 мм (высота снега 20 см). К севу выпали осадки, обеспечивающие содержание влаги в почве до 68% НВ, и урожайность пшеницы в средневлажный 2021 г. (ГТК = 1,05) была 3,0 т/га.

Осень 2021 г. характеризовалась как средняя по увлажнению, а зима 2021-2022 гг. – среднеснежная с водными запасами снега 65 мм. Период вегетации яровой пшеницы был влажный (ГТК=1,2), способствующий формированию урожая культуры в условиях естественного увлажнения вне влияния лесных полос и без удобрений на уровне 4,05 т/га.

В условиях естественного увлажнения в опыте В<sub>II</sub> (без орошения с лесными полосами) в засушливые годы увеличение дозы удобрений в 1,5 раза (с 60 до 90 кг/га) повысило урожайность яровой пшеницы на 1,7%, повышение дозы удобрений в 2,5 раза (с 60 до 150 кг/га) – соответственно на 3,1%. Те же варианты для влажных лет – 3,7% и 7,2%.

В условиях орошения в опыте В<sub>IV</sub> (орошение с лесными полосами) в засушливые годы увеличение дозы удобрений в 1,5 раза (с 60 до 90 кг/га) увеличило урожайность яровой пшеницы на 4,9%, повышение дозы удобрений в 2,5 раза (с 60 до 150 кг/га) – соответственно на 17,5%. Те же варианты для средних лет – 4,6% и 19,3%, для влажных лет – 1,7% и 11,2%.

На орошении минеральные удобрения больше влияют на урожайность яровой пшеницы по сравнению с неорошаемыми участками: в засушливые годы до 14,4%, в средние – до 11,5%, во влажные – 4,0%, констатируя лучшую усвояемость туков с повышением влагообеспеченности культуры.

Лесные полосы плотной конструкции в условиях естественного увлажнения обеспечивают большую прибавку урожайности яровой пшеницы по сравнению с орошаемыми участками: без применения удобрений в засушливые годы – до 16,9%, во влажные – до 1,3%.

Максимальную прибавку урожайности лесные полосы обеспечивают на расстоянии 5Н от лесной полосы независимо от погодных условий, применения удобрений и орошения.

Наименьшая урожайность яровой пшеницы отмечена на расстоянии 1Н от лесной полосы, что связано с затенением культуры насаждением [11].

В среднем за 2018–2022 гг. в зависимости от применения орошения и лесных полос удобрения повышали урожайность яровой пшеницы на расстоянии от насаждения 1Н на 26,4%, 5Н – на 46,6% (таблица 1).

На орошаемых массивах в структуре суммарного водопотребления яровой пшеницы значительную роль играет оросительная норма, которая в засушливые годы составляет до 81,9%, осадки – до 5,7%, почвенная влага – до 12,4%.

Во влажные годы, когда необходимость орошения отпадает, водопотребление культуры становится идентичным условиям естественного увлажнения (таблица 2).

Структура суммарного водопотребления яровой пшеницы под влиянием лесных полос и удобрений на неорошаемых участках складывается в зависимости от увлажнения вегетационного периода культуры: в засушливые годы преобладает использованная влага из почвы до 83,3%, во влажные осадки – до 46,2% (таблица 3).

Таблица 1 – Урожайность яровой пшеницы (т/га) под влиянием лесных полос плотной конструкции, орошения и удобрений (в среднем за 2018-2022 гг.)

Table 1 – Spring wheat yield (t/ha) under the influence of dense forest belts, irrigation and fertilizers (average for 2018-2022)

Доза удобрений, кг/га (фактор А) / Fertilizer dose, kg/ha (factor A)	Расстояние от лесных полос, Н* (фактор С) / Distance from forest belts, Н* (factor C)			
	1Н	5Н	20Н	25Н
В <sub>I</sub> – Без орошения и лесных полос, Н** (фактор В) / В <sub>I</sub> – Without irrigation and forest belts, Н** (factor B)				
0	2,38	2,43	2,09	2,07
60	2,77	2,82	2,77	2,74
90	2,87	2,92	2,87	2,84
150	3,01	3,07	3,03	2,99
По средней дозе / By average dose	2,88	2,94	2,89	2,86
В <sub>II</sub> – Без орошения с лесными полосами, Н = 8 м (фактор В) / В <sub>II</sub> – Without irrigation with forest belts, Н = 8 m (factor B)				
0	2,62	2,81	2,72	2,61
60	3,06	3,31	3,17	3,09
90	3,20	3,44	3,31	3,18
150	3,34	3,57	3,43	3,29
По средней дозе / By average dose	3,20	3,44	3,30	3,19
В <sub>III</sub> – Орошение без лесных полос, Н*** (фактор В) / В <sub>III</sub> – Irrigation without forest belts, Н*** (factor B)				
0	4,11	4,16	4,07	4,06
60	5,13	5,18	5,13	5,13
90	5,46	5,53	5,44	5,40
150	4,91	5,97	5,89	5,85
По средней дозе / By average dose	5,50	5,56	5,49	5,46
В <sub>IV</sub> – Орошение с лесными полосами, Н = 22м (фактор В) / В <sub>IV</sub> – Irrigation with forest belts, Н = 22 m (factor B)				
0	4,29	4,48	4,32	4,30
60	5,44	5,56	5,46	5,42
90	5,70	5,93	5,73	5,67
150	6,29	6,57	6,40	6,35
По средней дозе / By average dose	5,81	6,05	5,86	5,81

Примечания: Н\* – защитная высота лесных полос; Н\*\* – расстояние до исследуемых вариантов соответствует опыту В<sub>II</sub>; Н\*\*\* – расстояние до исследуемых вариантов соответствует опыту В<sub>IV</sub>; I–IV – сочетание в факторе В орошения и лесных полос; Для трех факторов А, В, С – F<sub>факт</sub>>F<sub>теор</sub>; НСР<sub>05</sub> = 0,11 т/га (для частных различий).

Notes: Н\* is the protective height of forest belts; Н\*\* – the distance to the studied options corresponds to the experiment В<sub>II</sub>; Н\*\*\* – the distance to the studied variants corresponds to the experiment В<sub>IV</sub>; I–IV – combination of irrigation and forest belts in factor В; For the three factors А, В, С – F<sub>fact</sub>>F<sub>theor</sub>; НСР<sub>05</sub> = 0.11 t/ha (for partial differences).

В среднем удобрения уменьшают коэффициенты водопотребления пшеницы на орошении до 34,4% (таблица 2), в богарных условиях до 29,3% (таблица 3).

В засушливые вегетационные периоды на неорошаемой темно-каштановой почве доля участия осадков в водопотреблении пшеницы составляет до 17,8%, почвенной влаги – до 82,2%, во влажные соответственно – 41,5% и 58,5% (таблица 3).

На орошении в годы засухи возрастает доля участия поливов в водопотреблении культуры до 81,9%, а во влажные годы поливы могут не проводиться (таблица 2).

Коэффициенты водопотребления яровой пшеницы на орошении и в естественных условиях увлажнения увеличиваются с усилением засушливости лет до 96,0%, причем на богаре – до 27,7% (таблицы 2, 3).

Таблица 2 – Водопотребление яровой пшеницы под влиянием лесных полос (числитель) и без влияния лесных полос (знаменатель), удобрений на орошаемой темно-каштановой почве (опыты В<sub>III</sub> и В<sub>IV</sub>)  
Table 2 – Water consumption of spring wheat under the influence of forest strips (numerator) and without the influence of forest strips (denominator), fertilizers on irrigated dark chestnut soil (experiments В<sub>III</sub> and В<sub>IV</sub>)

Доза удобрений, кг/га / Fertilizer dose, kg/ha	Урожайность, т/га / Yield, t/ha	Осадки, мм / Precipitation, mm	Использованная почвенная влага (0,5м), мм / Used soil moisture (0.5 m), mm	Оросительная норма, мм / Irrigation rate, mm	Суммарное водопотребление, мм / Total water consumption, mm	Коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /т / Water consumption coefficient, m <sup>3</sup> /t	Затраты оросительной воды, м <sup>3</sup> /т / Irrigation water consumption, m <sup>3</sup> /t
В засушливые годы 2018-2019 / In dry years 2018-2019							
0	4,54/4,00	38	83/69	550	671/657	1478/1642	1211/1375
60	5,74/5,02	38	83/69	550	671/657	1169/1309	958/1096
90	5,92/5,34	38	83/69	550	671/657	1133/1230	929/1030
150	6,65/5,78	38	83/69	550	671/657	1009/1137	827/952
Средняя доза / Average dose	6,10/5,38	38	83/69	550	671/657	1100/1221	902/1022
В средние годы – 2020, 2021 / In the middle years – 2020, 2021							
0	4,60/4,30	135	134/121	150	419/406	911/944	326/349
60	5,80/5,21	135	141/132	150	426/417	734/800	259/288
90	6,18/5,62	135	149/141	150	434/426	702/758	243/267
150	6,85/6,16	135	152/145	150	437/430	638/698	219/244
Средняя доза	6,28/5,66	135	147/139	150	432/424	688/749	239/265
В очень влажный год – 2022 / In a very wet year – 2022							
0	4,19/4,11	163	153/147	0	316/310	754/754	0
60	5,42/5,23	163	158/150	0	321/313	592/598	0
90	5,77/5,46	163	163/156	0	326/319	565/584	0
150	6,01/5,84	163	167/160	0	330/323	549/553	0
Средняя доза / Average dose	5,73/5,51	163	163/155	0	326/318	569/578	0

Составляющие водопотребления яровой пшеницы в условиях естественного увлажнения и на орошении зависят от складывающейся погоды в вегетационный период возделывания культуры и от осадков осенне-зимнего периода.

Лесные полосы усиливают эффективность применения удобрений: коэффициент водопотребления снижается в среднем до 11,0% на орошении (таблица 2) и до 28,0% в естественных условиях увлажнения (таблица 3).

Поверхности откликов для предложенных регрессионных моделей (3, 4, 5, 6) представляют собой сложные многомерные многообразия. Соответствующие поверхности на плоскости изобразить невозможно. Поэтому для отображения их основных особенностей построены отдельные трехмерные сечения (рисунки 2, 3, 4, 5).

Анализ показал, что наибольшее влияние на водопотребление и урожайность яровой пшеницы оказывают два фактора – доза удобрений и степень влияния орошения и лесных полос (рисунки 2, 3, 4, 5).

На это указывают уменьшение коэффициента детерминации и значительное увеличение среднего абсолютного отклонения и средней абсолютной ошибки в процентах при исключении соответствующего фактора из модели данных. Третьим по значимости фактором является расстояние от лесной полосы.

Таблица 3 – Водопотребление яровой пшеницы под влиянием лесных полос (числитель) и без влияния лесных полос (знаменатель), удобрений на не орошаемой темно-каштановой почве (опыты В<sub>I</sub> и В<sub>II</sub>)  
Table 3 –Water consumption of spring wheat under the influence of forest strips (numerator) and without the influence of forest strips (denominator), fertilizers on non-irrigated dark chestnut soil (experiments В<sub>I</sub> и В<sub>II</sub>)

Доза удобрений, кг/га / Fertilizer dose, kg/ha	Урожайность, т/га / Yield, t/ha	Осадки, мм / Precipitation, mm	Использованная почвенная влага (0,5м), мм / Used soil moisture (0.5 m), mm	Суммарное водопотребление, мм / Total water consumption, mm	Коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /т / Water consumption coefficient, m <sup>3</sup> /t
В засушливые годы 2018-2019 / In the dry years 2018-2019					
0	1,80/1,38	38	176/168	214/206	1189/1492
60	1,98/1,48	38	183/173	221/211	1116/1426
90	2,02/1,52	38	189/179	227/217	1124/1428
150	2,05/1,54	38	195/186	233/224	1135/1454
Средняя доза / Average dose	2,02/1,51	38	189/179	227/217	1123/1437
В средние годы – 2020, 2021 / In the middle years – 2020, 2021					
0	3,11/2,62	135	215/202	350/337	1125/1286
60	3,57/2,95	135	221/209	356/344	997/1166
90	3,72/3,06	135	230/219	365/354	981/1157
150	3,90/3,20	135	239/228	374/363	959/1134
Средняя доза / Average dose	3,73/3,07	135	230/219	365/354	978/1153
В очень влажный год – 2022 / In a very wet year – 2022					
0	4,22/4,13	163	230/220	393/383	931/927
60	5,47/5,22	163	240/232	403/395	737/757
90	5,70/5,46	163	249/239	412/402	723/736
150	5,96/5,87	163	256/249	419/412	703/702
Средняя доза / Average dose	5,71/5,52	163	248/240	411/403	720/730

**Заключение и рекомендации производству.** Лесные, агрохимические и оросительные мелиорации оказывают комплексное влияние (коэффициенты детерминации связи водопотребления в зависимости от применения лесных полос, удобрений и орошения составляют R<sup>2</sup>=0,87–0,98) на снижение коэффициента водопотребления яровой пшеницы до 46,5%, независимо от степени увлажнения почвы в течение вегетационного периода.

$$Y=4,38+0,0064 \times U - 0,0018 \times H^2, R^2=0.98 \quad (3)$$

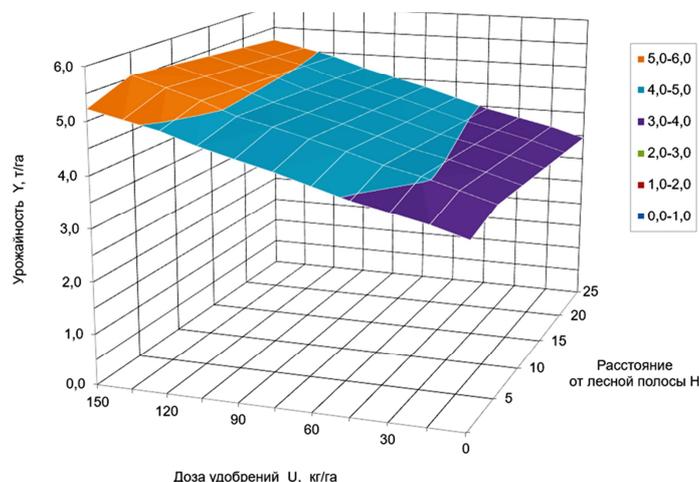


Рисунок 2 – Моделирование зависимости урожайности яровой пшеницы от дозы удобрений и расстояния до лесных полос

Figure 2 – Modeling the dependence of spring wheat yield on the dose of fertilizers and distance to forest belts

$$Y=5,23+0,18 \times B + 0,29 \times H - 0,045 \times H^2, R^2=0,87 \quad (4)$$

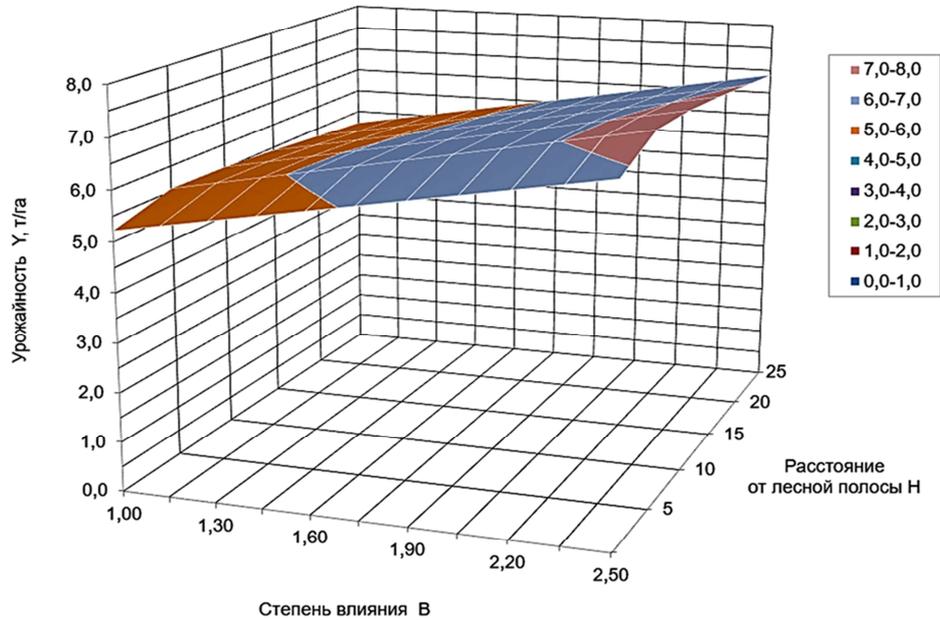


Рисунок 3 – Моделирование зависимости урожайности яровой пшеницы от степени влияния ЛП и орошения, при дозе удобрений 150 кг/га  
Figure 3 – Modeling the dependence of spring wheat yield on the degree of influence of LP and irrigation, with a fertilizer dose of 150 kg/ha

$$K=1084,7 - 4,28 \times U - 0,717 \times H^2, R^2=0,88 \quad (5)$$

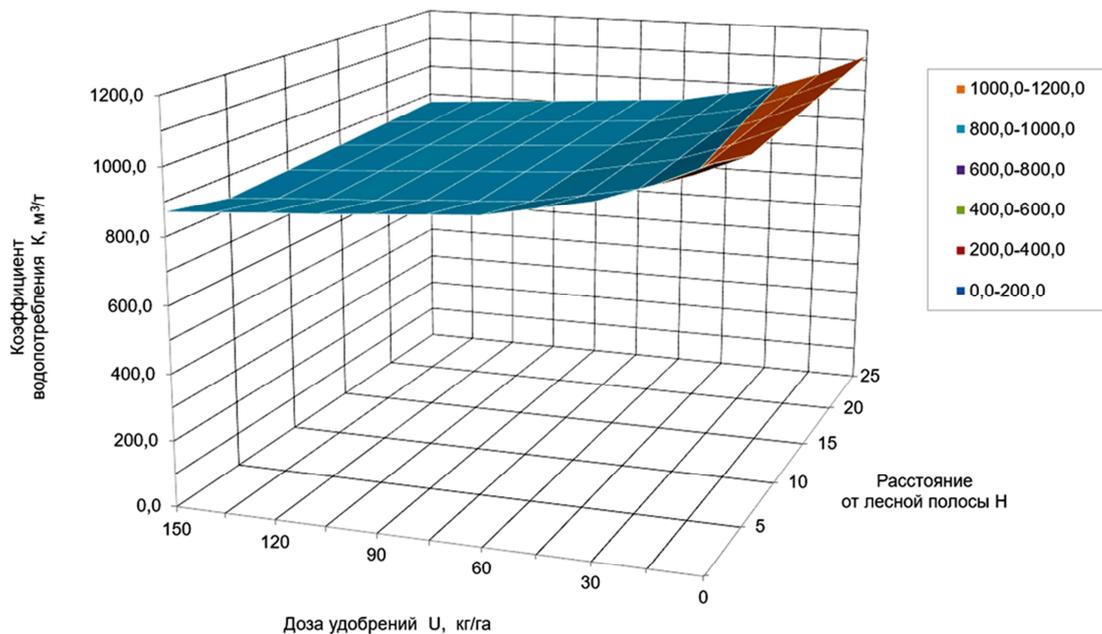


Рисунок 4 – Моделирование зависимости коэффициента водопотребления яровой пшеницы от дозы удобрений и расстояния до лесных полос  
Figure 4 – Modeling the dependence of the water consumption coefficient of spring wheat on the dose of fertilizers and the distance to forest belts

$$K=884,5 - 20,06 \times B - 29,16 \times H = 0,58 \times H^2, R^2=0.98 \quad (6)$$

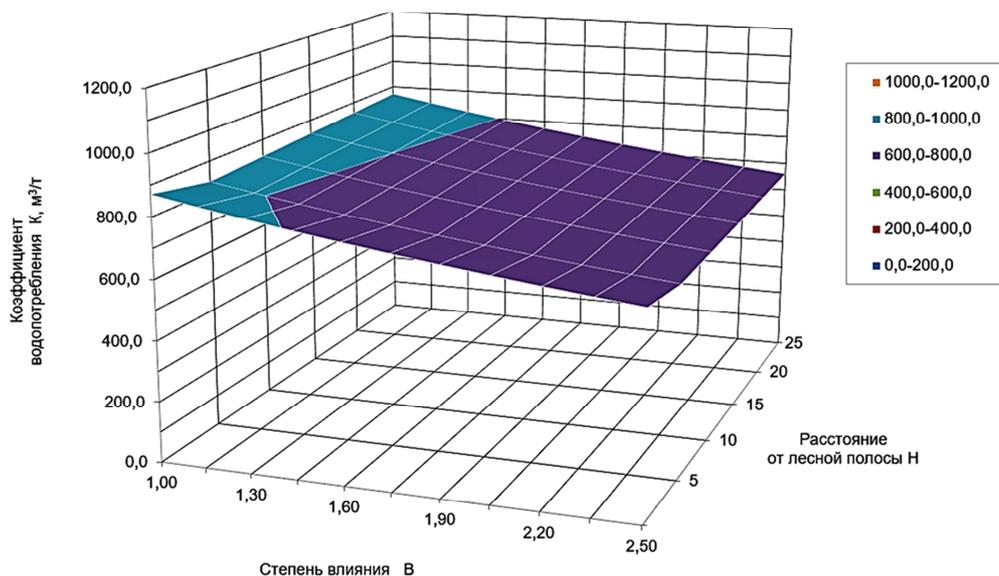


Рисунок 5 – Моделирование зависимости коэффициента водопотребления яровой пшеницы от степени влияния ЛП и орошения, при дозе удобрений 150 кг/га  
Figure 5 – Modeling the dependence of the water consumption coefficient of spring wheat on the degree of influence of LP and irrigation, with a fertilizer dose of 150 kg/ha

Для производства рекомендуются дозы минеральных удобрений на орошении и во влажные годы на богаре  $N_{75}P_{50}K_{25}$  (150 кг/га); при засушливой погоде в зависимости от осадков  $N_{30}P_{20}K_{10}$  (60 кг/га) –  $N_{45}P_{30}K_{15}$  (90 кг/га). Во влажные годы ( $\Gamma\text{ТК} > 1,0$ ) – поливы не проводить.

**Conclusions and recommendations for production.** Forestry, agrochemical and irrigation reclamation have a complex effect (the coefficients of determination of the relationship between water consumption depending on the use of forest strips, fertilizers and irrigation are  $R^2 = 0.87-0.98$ ) on reducing the coefficient of water consumption of spring wheat to 46.5%, regardless of the degree of soil moisture during the growing season. For production, doses of mineral fertilizers are recommended for irrigation and in wet years for rainfed  $N_{75}P_{50}K_{25}$  (150 kg/ha); in dry weather depending on precipitation  $N_{30}P_{20}K_{10}$  (60 kg/ha) –  $N_{45}P_{30}K_{15}$  (90 kg/ha). In wet years ( $\text{HTC} > 1,0$ ), do not irrigate.

#### Библиографический список

1. Кружилин И. П. Орошаемое земледелие в агроландшафтах степей. НИИОЗ, 1994. 206 с.
2. Мелиоративный комплекс Российской Федерации: информ. издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 304 с.
3. Дубенок Н. Н. Теоретические основы обоснования комплексных мелиораций и управление мелиоративными режимами в агроландшафтах в степной и лесостепной зоне. Научно-агрономический журнал. 2023. № 4 (123). С. 16-21.
4. Тарасенко П. В., Тарбаев В. А. Повышение эффективности использования агроландшафтов Саратовской области. Саратов: Амирит, 2021. 205 с.
5. Кулик К. Н., Рулев А. С., Иванов А. Л., Свинцов И. П., Павловский Е. С. и др. Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации на период до 2025 года. 2-е изд. перераб. и доп. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2018. 36 с.
6. Проездов П. Н., Маштаков Д. А. Агролесомелиорация: монография. Саратов: Амирит, 2016. 472 с.
7. Рулёва О. В. Овечко Н. Н. Влияние лесных полос на показатель водопотребления ярового ячменя. Лесотехнический журнал. 2020. Т. 10. № 1 (37). С. 69-75.
8. Гришин П. Н., Пряжина С. И., Тарасенко П. В., Губов В. И. Эффективность снежной мелиорации в сухостепной, степной и лесостепной зонах. Известия Саратовского университета. Нов. Сер. Сер. Химия, биология. Экология. 2012. Т. 12. Вып. 4. С. 91-96.
9. Рулёва О. В., Овечко Н. Н. Закономерности развития сельскохозяйственных культур в богарных и орошаемых агролесоландшафтах. Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2016. №4. С. 18-20.

10. Parihaar R. S., Bargali K. Status of an indigenous agroforestry system: Access trade in Kumaun Himalaya, India. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2015. No. 85 (3). Pp. 442-447.
11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М: Книга по Требованию, 2012. 352 с.
12. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов под редакцией Е. С. Павловского, М. И. Долгилиевича. М., 1985. 112 с.
13. Костяков А. Н. Основы мелиораций. М., 1960. 622 с.
14. Гатаулин А. М. Система прикладных статистически-математических методов обработки экспериментальных данных в сельском хозяйстве. М.: МСХА, 1992. Ч. 2. 192 с.

#### References

1. Kruzhihin I. P. Irrigated agriculture in the agro-landscapes of the steppes. VNIIOZ, 1994. 206 p.
2. The reclamation complex of the Russian Federation: inform. Edition. М.: FSBI "Rosinformagrotech", 2020. 304 p.
3. Dubenok N. N. Theoretical foundations of the justification of complex land reclamation and management of land reclamation regimes in agro-landscapes in the steppe and forest-steppe zone. *Scientific and agronomic journal*. 2023. No 4 (123). Pp. 16-21.
4. Tarasenko P. V., Tarbaev V. A. Improving the efficiency of using agricultural landscapes of the Saratov region. Saratov: Amirit, 2021. 205 p.
5. Kulik K. N., Rulev A. S., Ivanov A. L., Svintsov I. P., Pavlovsky E. S., et al. The strategy for the development of protective afforestation in the Russian Federation for the period up to 2025. Volgograd: Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, 2018. 36 p.
6. Proezdov P. N., Mashtakov D. A. Agroforestry: monograph. Saratov: Amirit, 2016. 472 p.
7. Ruleva O. V., Ovechko N. N. The influence of forest strips on the indicator of water consumption of spring barley. *Forestry journal*. 2020. Vol. 10. No 1 (37). Pp. 69-75.
8. Grishin P. N., Pryakhina S. I., Tarasenko P.V., Gubov V. I. Effectiveness of snow reclamation in dry-steppe, steppe and forest-steppe zones. *Proceedings of the Saratov University. Chemistry, biology. Ecology*. 2012. Vol. 12. I. 4. Pp. 91-96.
9. Ruleva O. V., Ovechko N. N. Patterns of development of agricultural crops in rain-fed and irrigated agroforest landscapes. *Bulletin of the Russian Agricultural Science*. 2016. No 4. Pp. 18-20.
10. Parihaar R. S., Bargali K. Status of an indigenous agroforestry system: Access trade in Kumaun Himalaya, India. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2015. No 85 (3). Pp. 442-447.
11. Dospekhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Book on Demand, 2012. 352 p.
12. Methodology of systematic studies of forest-agrarian landscapes edited by E. S. Pavlovsky, M. I. Dolgilevich. М., 1985. 112 p.
13. Kostyakov A. N. Fundamentals of land reclamation. М., 1960. 622 p.
14. Gataulin A. M. System of applied statistical and mathematical methods for processing experimental data in agriculture. М.: Publishing House of the Ministry of Agriculture, 1992. Part 2. 192 p.

#### Информация об авторах

**Тарбаев Владимир Александрович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой «Землеустройство и кадастры» Вавиловского университета (Российская Федерация, 410012, г. Саратов, проспект им. Петра Столыпина, д. 4, стр. 3), ORCID: 0000-0002-0388-7706, e-mail: tarbaev1@mail.ru

#### Author's Information

**Tarbaev Vladimir Aleksandrovich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Land Management and Cadastre, Vavilov University (Russian Federation, 410012, Saratov, Pyotr Stolypin Ave., building 4, unit 3), ORCID: 0000-0002-0388-7706, e-mail: tarbaev1@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-14

## THE POSSIBILITY OF USING DOMESTIC VARIETIES OF LUPINE FOR THE PRODUCTION OF BEAN PASTE

**Timoshenko E. S., Rutsкая V. I.**

*The All-Russian Research Institute of Lupine – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology  
Michurinsky, Bryansk District, Bryansk Region, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: lupin\_mail@mail.ru

Received 28.02.2024

Submitted 03.05.2024

#### Abstract

**Introduction.** Lupine grain is considered a source of biologically valuable components that can positively affect many physiological and metabolic processes. The inclusion of this culture in the daily diet provides prevention of many diseases, such as diabetes mellitus, coronary heart disease, atherosclerosis, and obesity [1]. One of the food products, in the production of which lupine grain is used in large quantities, is bean paste – hummus. It is intended both for consumers focused on lean, athletic, vege-