Conclusions. The authors believe that the developed new technique for the synthesis of (5R)-5-(2,2-Dimethoxyethyl)-6-methylhept-6-en-2-one, the key compound of synthetic sex pheromones of red scale and mulberry scale, will allow the safe production of more of these pheromones for monitoring agricultural areas and controlling these pests.

Authors Information

Lobur Aleksandr Yur'evich – All-Russian Plant Quarantine Center – FGBU “VNIKR” (140150, Moscow, Bykovo, ul. Pogranichnaya 32), the Synthesis and Application of Pheromones Department, PhD in Chemical Sciences, Senior Researcher, tel. +7 905 785-84-31; e-mail: alex-lobur@yandex.ru.

Todorov Nikolai Georgievich – All-Russian Plant Quarantine Center – FGBU “VNIKR” (140150, Moscow, Bykovo, ul. Pogranichnaya 32), the Synthesis and Application of Pheromones Department, Senior Researcher, Head of the Department, tel. +7 905 521-19-46; e-mail: todor-kol@mail.ru.

Kuznetsov Konstantin Alekseevich – All-Russian Plant Quarantine Center – FGBU “VNIKR” (140150, Moscow, Bykovo, ul. Pogranichnaya 32), the Synthesis and Application of Pheromones Department, Junior Researcher, tel. +7 915 493-28-24; e-mail: kuznetsov88@ro.ru.

Информация об авторах

Лобур Александр Юрьевич – к. х. н., старший научный сотрудник отдела синтеза и применения феромонов Всероссийского центра карантина растений – ФГБУ «ВНИИКР» (140150, Московская область, пос. Быково, ул. Пограничная, 32), тел. +7 905 785-84-31; e-mail: alex-lobur@yandex.ru.

Тодоров Николай Георгиевич – начальник отдела синтеза и применения феромонов, старший научный сотрудник Всероссийского центра карантина растений – ФГБУ «ВНИИКР» (140150, Московская область, пос. Быково, ул. Пограничная, 32), , тел. +7 905 521-19-46; e-mail: todor-kol@mail.ru.

Кузнецов Константин Алексеевич – младший научный сотрудник отдела синтеза и применения феромонов Всероссийского центра карантина растений – ФГБУ «ВНИИКР» (140150, Московская область, пос. Быково, ул. Пограничная, 32), тел. +7 915 493-28-24; e-mail: kuznetsov88@ro.ru.

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-09

THE IMPACT OF AGROMETEOROLOGICAL CONDITIONS, MINERAL FERTILIZERS, PREDECESSORS AND SOIL MOISTURE ON THE YIELD OF SPRING BARLEY GRAIN IN THE STEPPE ZONE OF THE SOUTHERN URALS

D.V. Mitrofanov, T.A. Tkacheva

*Federal Scientific Center of Biological Systems and Agro-Technologies
of the Russian Academy of Sciences, Orenburg
Orenburg State University, Orenburg*

Received 01.09.2021

Submitted 10.11.2021

*The research work was carried out within the framework of the state assignment
of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation No. 0761-2019-0003*

Summary

The manuscript shows the results of studying the influence of agrometeorological conditions and productive moisture reserves on the formation of the yield of spring barley grain when cultivated in the steppe zone of the Southern Urals. Changes in weather factors (precipitation, temperature, dry days), soil moisture content, grain yield, coefficient indicators (GTC, correlation, regression, Student, determination) and the significance criterion of the equation were revealed.

Abstract

Introduction. Creation of a new mathematical model that shows the influence of spring humidity in a layer of 0-100 cm of soil on the yield of spring barley grain. With proper management of the model, it is possible to make a yield forecast based on long-term soil moisture data as a result of repeated arid conditions of the Orenburg Urals. The purpose of the study is to determine the influence of weather conditions, mineral fertilizers and soil moisture on the yield of spring barley grain in crop rotations and permanent sowing on the

territory of the Orenburg region. The objectives of the work are to identify these weather factors, reserves of productive soil moisture, yield of spring barley grain and establish the dependence. **Object.** The objects of research are the soil (southern medium-grained carbonate heavy loamy chernozem) and the sowing of spring barley in crop rotations and during its permanent cultivation. **Materials and methods.** The research is carried out from 2002 to 2020 using the following methods: field (B.A. Dospekhov), thermostatic-weight (S.A. Vorobyov) and statistical (processing of experimental data using the program «Statistica 12.0»). The research paper presents weather conditions according to the data of the Orenburg Hydrometeorological Center, a field rain gauge, determines the soil moisture and the yield of spring barley grain according to generally accepted methods. **Results and conclusion.** In wet years (Hydrothermal coefficient = 0.82-1.11), there is an increase in the yield of spring barley grain in permanent sowing (the sixth version of the experiment) and against the background of nutrition with fertilizers is 3.26 t and without their use – 2.41 t/ha. In dry years (Hydrothermal coefficient = 0.28-0.57), there is a decrease in grain yield in the double-field crop rotation (the fifth version of the experiment) and on food backgrounds is 0.27 t/ha. As a result of applying mineral fertilizers for sowing spring barley, grain weight increases and the best increase is in wet years from 0.03 to 0.85 t/ha and in dry (the worst) - 0.01-0.25 t/ha. The maximum content of soil moisture in the 0-100 cm layer is observed in the experimental variants (I, II, V) and is 143.8; 135.0; 139.8 mm in spring and 41.5; 44.0 and 39.6 mm in autumn. On average, over the years of the study, the dependence of the increase in the yield of spring barley grain to 1.43 and 1.42 t/ha after the predecessors (millet and peas) in six-field crop rotations on the spring reserves of productive moisture on a fertilized nutrition background was revealed, and the share of influence is 90.45 and 91.83 %. The greatest grain harvest of spring barley crops occurs due to its biological characteristics (early maturity, cold resistance, drought resistance) and optimal spring moisture reserves from 135.0 to 153.0 mm in the meter layer of soil. Statistical analysis of these results for the remaining crops shows that the prevailing weather conditions and soil moisture do not have a special effect on increasing the yield of spring barley grain.

Keywords: *cultivation of barley, abiotic factors, hydrothermal conditions, soil moisture, grain yield.*

Citation. Mitrofanov D.V., Tkacheva T.A. The impact of agrometeorological conditions, mineral fertilizers, predecessors and soil moisture on the yield of spring barley grain in the steppe zone of the Southern Urals. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 4(64) 84-97 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-09.

Author's contribution. All authors 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 authors declare no conflict of interest.

УДК 631.559: 633.16 (470.56)

ВОЗДЕЙСТВИЕ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ, МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЮЖНОГО УРАЛА

Д. В. Митрофанов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
Т. А. Ткачёва², кандидат химических наук, доцент

¹ ФГБНУ Федеральный научный центр биологических систем
и агротехнологий Российской академии наук, г. Оренбург

² ФГБОУ ВО Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Дата поступления в редакцию 01.09.2021

Дата принятия к печати 10.11.2021

**Научно-исследовательская работа выполнена в рамках государственного задания
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 0761-2019-0003**

Аннотация. В рукописи показаны результаты изучения влияния агрометеорологических условий и запасов продуктивной влаги на формирование урожайности зерна ярового ячменя при возделывании на территории степной зоны Южного Урала. Выявлены изменения по-

годных факторов (осадки, температура, суховейные дни), содержания влаги в почве, выхода зерна, показателей коэффициентов (ГТК, корреляции, регрессии, Стьюдента, детерминации) и критерия значимости уравнения.

Актуальность. Создана новая математическая модель, которая показывает влияние весенней влажности в слое 0-100 см почвы на урожайность зерна ярового ячменя. При правильном управлении моделью можно составить прогноз урожайности исходя из многолетних данных влажности почвы в результате повторяющихся засушливых условий Оренбургского Предуралья. Цель исследования – определить влияние погодных условий, минеральных удобрений и влажности почвы на урожайность зерна ярового ячменя в севооборотах и бессменном посеве на территории Оренбургской области. Задачи работы: выявление данных погодных факторов, запасов продуктивной почвенной влаги, урожайности зерна ярового ячменя и установление зависимости. **Объект.** Объекты исследования – почва (чернозём южный среднемощный карбонатный тяжелосуглинистый) и посевы ярового ячменя в севооборотах и при возделывании его бессменно. **Материалы и методы.** Исследования проводят с 2002 по 2020 гг. по следующим методам: полевой (Б. А. Доспехов), термостатно-весовой (С. А. Воробьёв) и статистический (обработка экспериментальных данных с помощью программы «Statistica 12.0»). В научно-исследовательской работе приводятся погодные условия по данным Оренбургского Гидрометцентра, полевого дождемера, определяется влажность почвы и урожайность зерна ярового ячменя по общепринятым методикам. **Результаты и выводы.** Во влажные годы (ГТК = 0,82-1,11) наблюдается повышение урожайности зерна ярового ячменя в бессменном посеве (шестой вариант эксперимента) и на фоне питания с удобрениями составляет 3,26 т и без их применения – 2,41 т/га. В засушливые годы (ГТК = 0,28-0,57) отмечается снижение выхода зерна в двупольном севообороте (пятый вариант опыта) и на фонах питания составляет 0,27 т/га. В результате внесения минеральных удобрений под посев ярового ячменя происходит рост массы зерна и составляет наилучшая прибавка во влажные годы от 0,03 до 0,85 т/га и в засушливые (наихудшая) – 0,01-0,25 т/га. Максимальное содержание почвенной влажности в слое 0-100 см наблюдается в вариантах опыта (I, II, V) и составляет весной – 143,8; 135,0; 139,8 мм и осенью – 41,5; 44,0 и 39,6 мм. В среднем за годы исследования выявлена зависимость повышения урожайности зерна ярового ячменя до 1,43 и 1,42 т/га после предшественников (проса и гороха) в шестипольных севооборотах от весенних запасов продуктивной влаги на удобренном фоне питания и доля влияния составляет 90,45 и 91,83 %. Наибольший сбор зерна посевов ярового ячменя происходит за счёт его биологических особенностей (скороспелость, холодостойкость, засухоустойчивость) и оптимальных весенних запасов влаги от 135,0 до 153,0 мм в метровом слое почвы. Статистический анализ данных результатов по остальным посевам показывает, что сложившиеся погодные условия и влажность почвы не оказывают особого влияния на повышение урожайности зерна ярового ячменя.

Ключевые слова: возделывание ячменя, абиотические факторы, гидротермические условия возделывания ячменя, урожайность зерна ярового ячменя.

Цитирование. Митрофанов Д. В., Ткачёва Т. А. Воздействие агрометеорологических условий, минеральных удобрений, предшественников и влажности почвы на урожайность зерна ярового ячменя в степной зоне Южного Урала. *Известия НВ АУК*. 2021. 4(64) 84-97. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-09.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Агрометеорологические условия репродуктивного периода могут оказывать существенное влияние на урожайность ячменя. При этом если его биологические возможности (скороспелость, засухоустойчивость) способствуют преодолению неблагоприятных климатических условий, то этот момент может существенно сказаться на урожайности.

Изучением влияния погодных условий на урожайность ячменя, возделываемого в севооборотах на территории Южного Урала, занимаются такие исследователи, как П. А. Постников [6], А. Г. Крючков и В. Е. Тихонов. Во многих научно-исследовательских работах установлено, что урожайность ячменя зависит от ежемесячной нормы выпавших осадков и атмосферной температуры в течение вегетационного периода и является основным абиотическим фактором изучаемых территорий [3, 4, 7, 11]. В результате анализа урожайности ячменя в севооборотах следует учитывать агрометеорологические условия данной территории параллельно с почвенным плодородием (И. Н. Бесалиев, 2005 и др.).

В засушливых условиях Оренбургской области влага является решающим фактором для формирования урожайности ячменя. Поэтому чем быстрее реакция культуры, направленная на более полное использование скудных ресурсов влаги, тем больше у него шансов выжить и обеспечить более высокую урожайность. Влажность почвы является ещё одним основным фактором, влияющим на урожай.

По мнению некоторых зарубежных авторов [12, 13], из лимитирующих факторов на урожайность ячменя наибольшее влияние оказывает влажность почвы. В отличие от продуктивной влаги по убыванию воздействия на урожай культуры (ячмень) располагаются минеральные удобрения и предшественники севооборотов [1, 8, 10]. По мнению многих учёных [2, 5, 9], продуктивная почвенная влага оказывает значительное влияние на выход зерна полевых культур в севооборотах и бессменных посевах на территории степной зоны Южного Урала.

В связи с часто повторяющимися засухами в Оренбургской области возникает резкое изменение влияния абиотических факторов и почвенной влаги на повышение урожайности ячменя. Данное положение приводит к важнейшей проблеме увеличения выхода зерна ячменя в земледелии и сельскохозяйственном производстве. Для решения сложившейся ситуации проводятся исследования по изучению каждого в отдельности основных факторов, воздействующих на урожай и выбор правильного возделывания ячменя в степной зоне Южного Урала.

Целью исследования является выявление влияния погодных условий, минеральных удобрений и продуктивной влаги на урожайность зерна ячменя в севооборотах и бессменном посеве на территории степной зоны Южного Урала. В задачи работы входит определение данных погодных факторов, запасов продуктивной почвенной влаги, урожайности зерна ячменя от предшественников и минеральных удобрений, построение математической модели зависимости.

Объект исследования. Объектом исследования являются почва и посевы ячменя по различным предшественникам. Почва экспериментального участка является чернозёмом южным (террасовый) на жёлто-бурой (тяжелосуглинистый) карбонатной глине. Впервые характеристика почвы опытного поля дана в 1988 году почвоведом А. И. Климентьевым. Он установил, что в горизонтах почвы (0-100 и 0-150 см) содержится наименьшая полевая влагоёмкость (НПВ) в пределах от 28 до 25 % и происходит увеличение её величины в верхних слоях чернозёма.

Научно-исследовательская работа ведётся на территории долговременного севооборотного экспериментального участка, заложенного более 30 лет назад. Посевы ячменя (последнее поле) в зернопаровых севооборотах и при возделывании его бессменно изучаются по предшественникам и вариантам опыта. Схема эксперимента: I. Ячмень (яровой) в шестипольном севообороте (чёрный пар, твёрдая пшеница, мягкая пшеница, кукуруза, мягкая пшеница, ячмень); II. Ячмень (яровой) в шестипольном севообороте (чёрный пар, твёрдая пшеница, мягкая пшеница, просо, мягкая пшеница, ячмень); III.

Ячмень (яровой) в шестипольном севообороте (чёрный пар, твёрдая пшеница, мягкая пшеница, сорго, мягкая пшеница, ячмень); IV. Ячмень (яровой) в шестипольном севообороте (чёрный пар, твёрдая пшеница, мягкая пшеница, горох, мягкая пшеница, ячмень); V. Ячмень (яровой) в двухпольном севообороте с твёрдой пшеницей; VI. Возделывание ярового ячменя бессменно.

Материалы и методы. Исследования выполнены в отделе земледелия и ресурсосберегающих технологий Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук совместно с Оренбургским государственным университетом. В полевых и лабораторных условиях с 2002 по 2020 гг. проводится изучение влияния погодных факторов и запасов продуктивной влаги на урожайность зерна ячменя. Территория опытного поля находится в 15 км от центра г. Оренбурга и расположена на южных чернозёмах Предуралья (51°46'31.1"N, 55°18'42.6"E).

Исследования проводятся по следующим методам: полевой (Б. А. Доспехова), термостатно-весовой (С. А. Воробьёва) и статистический (Statistica 12.0). В научно-исследовательской работе приводятся погодные условия по данным Оренбургского Гидрометцентра, определяется влажность почвы по общепринятым методикам А. Ф. Вадюниной, З. А. Корчагиной и урожайность зерна – по учётным журналам.

Полевые опыты посевов ячменя закладываются в четырёхкратной повторности на территории участка на площади 25 920 м² или 2,6 га. Посевы ячменя в виде делянок имеет прямоугольную форму с размерами в шестипольных севооборотах 14,4 на 90 м, двухпольном и бессменном посеве – 7,2 на 90 м.

Возделывание ячменя изучается в пространстве и во времени опытного эксперимента на минеральных и обычных (неудобренных) фонах питания. Схема: 1. Неудобренный питательный фон (контроль) – без применения минеральных удобрений; 2. Удобренный фон питания – с внесением комплексных удобрений (аммофоска) под осеннюю вспашку в дозе N₄₀P₈₀K₄₀ кг/га действующего вещества. Длина удобренного фона питания на делянках ячменя составляет 30 м, неудобренного – 60 м. В начале мая производится посев ячменя с помощью сеялки СЗП-3,6. На делянках высевается на опытном поле районированные сорта по Оренбургской области: Донецкий 8, Анна и Натали. Норма высева ячменя соблюдается на основании рекомендаций для районированных сортов данной зоны. За годы исследования применяли на бессменном посеве в фазе кущения ячменя следующие гербициды против сорной растительности: 2,4-Д (690 г/л), Агритокс (510 г/л), Луварам (620 г/л) и Лонтрел -300 (300 г/л). В севооборотах не применяли гербициды. В первой половине августа проводится уборка ячменя с помощью прямого комбайнирования селекционным комбайном «TERRION-SAMPO SR2010». Технология возделывания ячменя и агротехника применяется по рекомендациям для почвенно-климатических условий центральной зоны Оренбургской области.

Выпавшие атмосферные осадки в течение периода роста и развития культуры измеряется по данным полевого дождемера, который уставлен на экспериментальном участке. Продуктивная влага определяется взятием почвенных образцов с помощью пробоотборника с трёх точек (скважин) делянок в слое 0-100 см после посева и уборки. Учёт выхода зерна ячменя ведётся на питательном удобренном фоне с площади делянок 60 м² и без применения удобрений – 120 м². Почвенная территория стационарного участка характеризуется резкой континентальностью климата.

Результаты и обсуждение. В результате исследования установлено, что, по данным Оренбургского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, отмечаются различные показатели абиотических факторов среды (атмосферные осадки, температура воздуха, суховеи) на территории опытного участка.

Проведённые наблюдения за абиотическими факторами показали, что к засушливым годам относятся четырнадцать лет исследований. При этом сильнейшая засуха отмечена в 2010 году (таблица 1). В острозасушливых условиях на Южном Урале недостаток атмосферных осадков за период роста и развития ячменя составляет 83 мм от нормы 155 мм при превышении средней многолетней температуры воздуха 19,2 °С на 2,7 °С. В центральной зоне Оренбургской области вегетационному периоду характерна сильная почвенная засуха, в результате которой иссушается почва при высокой среднесуточной температуры, доходящей до 40 °С. Это приводит к недостаточной обеспеченности влагой ячменя и гибели урожая. За весенне-летний период происходит снижение продуктивной почвенной влаги, что отрицательно влияет на фазы развития культуры (ячмень) и способствует замедлению налива зерна. В острозасушливых годах наблюдаются наибольшие температуры воздуха в мае 17,7, июне – 21,9, июле – 24,0, августе – 24,1 °С и суховейные дни (20,0; 23,0; 24,0) приводят к низким показателям высоты стебля и веса 1000 зерен ячменя. За годы исследований в основном на территории опытного поля отмечены средnezасушливые условия.

Таблица 1 – Показатели увлажнённости и абиотических факторов за период роста и развития ячменя (май-август), 2002-2020 гг.

Table 1 – Indicators of moisture content and abiotic factors for the period of growth and development of barley (May-August), 2002-2020

Степень увлажнения по ГТК / The degree of humidification according to the GTC*	Абиотические факторы / Abiotic factors	Времена года / Seasons			
		май / may	июнь / june	июль / july	август / august
1	2	3	4	5	6
Очень сильная засуха, ГТК / Very severe drought, GTC <0,4 = 0,28 (2010, 2012, 2014, 2016, 2020 гг.)	осадки, мм / precipitation, mm	21,4	23,6	13,8	13,2
	температура / temperature, °C	17,7	21,9	24,0	24,1
	суховей, дни / dry winds, days	16,0	20,0	23,0	24,0
Сильная засуха, ГТК / Severe drought, GTC <0,5 = 0,42 (2002, 2018 гг.)	осадки, мм / precipitation, mm	26,0	32,0	10,0	14,5
	температура / temperature, °C	13,7	18,2	24,0	19,1
	суховей, дни / dry winds, days	16,0	8,0	13,0	10,0
Средне засушливо, ГТК / Medium arid, GTC <0,7 = 0,57 (2005, 2006, 2009, 2011, 2015, 2017, 2019 гг.)	осадки, мм / precipitation, mm	34,1	27,0	47,3	25,3
	температура / temperature, °C	15,9	21,3	22,4	20,3
	суховей, дни / dry winds, days	16,0	14,0	16,0	14,0
Недостаточно влажно, ГТК / Not wet enough, GTC <1,0 = 0,82 (2004, 2007, 2008, 2013 гг.)	осадки, мм / precipitation, mm	33,5	32,2	64,2	41,7
	температура / temperature, °C	16,3	20,0	22,2	22,3
	суховей, дни / dry winds, days	18,0	13,0	7,5	18,0

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Достаточно влажно, ГТК / Wet enough, GTC <2,0 = 1,11 (2003 г.)	осадки, мм / precipitation, mm	68,0	74,0	72,0	15,0
	температура / temperature, °C	14,9	15,7	20,9	22,1
	суховеи, дни / dry winds, days	3,0	7,0	2,0	10,0
Среднегодовое данные, ГТК / Long-term average data, GTC = 0,68	осадки, мм / precipitation, mm	41,0	39,0	41,0	34,0
	температура / temperature, °C	15,0	19,7	21,9	20,0
	суховеи, дни / dry winds, days	10,0	15,0	18,0	13,0

Примечание. * гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова за период вегетации /
hydrothermal coefficient of G.T. Selyaninov for the growing season

В благоприятных гидротермических условиях с различными абиотическими факторами находятся пять лет исследований. В недостаточно влажных условиях (2004, 2007, 2008, 2013 гг.) после выпадения атмосферных осадков в мае, июне происходит снижение количества влаги по сравнению со среднегодовым нормой на 7,5 и 6,8 мм, превышает – в июле, августе на 23,2 и 7,7 мм.

В гидротермических условиях температура за весенне-летний период выше нормативного показателя на 4,2 °C. Хорошее увлажнение пахотного слоя почвы во второй половине лета приводит к средней урожайности ячменя. За период вегетации во влажный 2003 год выпавшие осадки превосходят норму на 74 мм при оптимальной температуре воздуха 18,4 °C. В данных гидротермических условиях наблюдается за период меньше засушливых дней, чем по норме (56) и составляет (май – 3, июнь – 7, июль – 2, август – 10) 22.

Влажный слой почвы в период вегетации ячменя способствует активному формированию продуктивных стеблей и колоса, что ведёт к наибольшей урожайности зерна, находящейся в пределах от 1,21 до 3,26 т/га на питательном фоне с минеральными удобрениями (таблица 2).

Во влажных погодных условиях вегетационного периода на удобренном фоне питания (контроль) максимальная урожайность зерна достигнута до 2,41 т/га при возделывании его бессменно за счёт применения гербицидов в фазе кущения ячменя и минимальная – 1,01 т/га – в двухпольном севообороте с твёрдой пшеницей из-за низких запасов почвенной влаги. При возделывании ячменя бессменно в благоприятные (влажные) периоды вегетации наблюдается урожайность с ростом массы зерна от минеральных удобрений и составляет прибавка 0,85 т/га. Слабая прибавка зерна отмечается в результате действия и последствие остальных предшественников севооборотов и находится на уровне от 0,10 до 0,65 т/га. На опытных участках просматривается варьирование урожайности зерна по всем предшественникам, кроме возделывания ячменя бессменно. Данное наблюдение объясняется активным ростом засорённости посевов. В результате применения гербицидов на бессменном посеве ячменя наблюдается снижение сорных растений, приводящее к увеличению урожайности зерна как на удобренном, так и удобренном фоне питания. В благоприятных почвенных и агрометеорологических условиях необходимо отметить действие, последствие предшественников и расставить их по порядку отдаления от формирования наибольшей урожайности зерна: ячмень, горох, просо, сорго, кукуруза, твёрдая пшеница.

Таблица 2 – Влияние агрометеорологических условий и последствие предшественников на урожайность ячменя в севооборотах и бессменном посеве (2002-2020 гг.), т/га

Table 2 – The influence of agrometeorological conditions and the aftereffect of precursors on the yield of barley in crop rotations and permanent sowing (2002-2020), t/ha

Погодные условия периода вегетации / Weather conditions of the growing season	Последствие предшественников / The aftereffect of predecessors					
	кукуруза / corn	просо / millet	сорго / sorghum	горох / peas	пшеница / wheat	ячмень / barley
Неудобренный фон питания / not fertilized food background (контроль / control)						
Очень засушливые / Very arid	0,80	0,82	0,75	0,77	0,54	0,53
Засушливые / Arid areas	1,13	1,20	1,18	1,18	0,27	1,04
Средне засушливые / Medium arid	1,18	1,26	0,66	1,27	0,84	1,03
Недостаточно влажные / Not wet enough	1,31	1,41	1,55	1,58	0,94	1,22
Влажные / Wet	1,83	2,10	2,00	2,32	1,01	2,41
Удобренный фон питания/ fertilized food background						
Очень засушливые / Very arid	0,81	0,86	0,76	0,72	0,66	0,58
Засушливые / Arid areas	1,33	1,34	1,29	1,36	0,27	0,98
Средне засушливые / Medium arid	1,22	1,51	0,73	1,43	1,03	1,20
Недостаточно влажные / Not wet enough	1,46	1,78	1,78	1,93	1,04	1,25
Влажные / Wet	2,25	2,55	2,52	2,97	1,21	3,26
НСР ₀₅ AB / NSR ₀₅ AB*	0,22					

Примечание. * наименьшая существенная разность взаимодействие факторов А (удобрения) и В (предшественник) / the smallest significant difference is the interaction of factors A (fertilizers) и B (predecessor)

Засушливые условия способствовали значительному снижению прибавки зерна от осеннего внесения аммофоски. В условиях засухи небольшой рост урожайности зерна ячменя на питательном фоне с удобрениями отмечен на уровне 0,01-0,20 т/га в отличие от контрольного варианта эксперимента. Сильнейшая засуха способствует отрицательному влиянию минеральных удобрений на урожай ячменя. Так, например, в результате действия гороха и ячменя происходит снижение выхода зерна на питательном фоне с аммофоской. Одинаковый самый низкий урожай ячменя по фонам питания отмечен после твёрдой пшеницы в двупольном севообороте и составляет 0,27 т/га. Максимальная урожайность ячменя получена по засушливым периодам вегетации 1,36 т после гороха и 1,34 т/га после проса и увеличение массы зерна от удобренного фона питания составляет 0,18 и 0,14 т/га в отличие от других изучаемых предшественников. В сильных засушливых условиях 2010 и 2012 гг. прибавка зерна ячменя связана с низкой урожайностью предшествующих культур (гороха и проса), и с наилучшей их минерализацией корневых и растительных остатков, приводящей к накоплению питательных веществ в почве.

В средnezасушливых условиях последствие проса и гороха приводит к наибольшему выходу зерна ячменя на питательном фоне с удобрениями и составляет 1,51 и 1,43 т/га. Рост урожайности зерна культуры по остальным предшественникам

(кукуруза, сорго, твёрдая пшеница, ячмень) в результате действия вносимой аммофоски, в отличие от контрольного варианта опыта (неудобренный фон питания), варьирует на уровне от 0,73 до 1,22 т/га. Наилучшая прибавка зерна отмечена 0,25 т/га при выращивании ячменя после предшествующего проса. Из девятнадцати лет исследований (2002-2020 гг.) выход зерна ячменя достигает до 3,25 и выше на удобренном фоне питания в 2003, 2017 гг.

В результате исследования установлено, что снижение и повышение урожайности зерна ячменя, возделываемого в многополье, двуполье и бессменно, зависит от запасов влаги в метровом слое почвы. По срокам определения (после посева и уборки) наименьшая почвенная влажность наблюдается в пятом варианте эксперимента и составляет 64,2 и 14,2 мм (таблица 3). В двупольном севообороте с ячменём снижение урожая зависит от весенней почвенной влаги на неудобренном фоне питания и максимальная доля влияния составляет 57,91 %. Наибольшая почвенная влага после посева отмечается в первом, во втором, пятом вариантах опыта и составляет 143,8; 135,0 и 139,8 мм. Остаточная влага также зафиксирована по этим вариантам и содержится в пределах 41,5; 44,0 и 39,6 мм.

Наблюдения показали, что наименьший расход влаги с учётом выпавших осадков отмечен на посевах ячменя после предшествующей твёрдой пшеницы в двупольном севообороте, который приводит к снижению урожайности до 1,01 т/га на питательном фоне без удобрений. Расход продуктивной влаги происходит за счёт усвоения части культурой, сорным растением и потерей в почве (испарением, впитыванием в нижние слои и перемещением по горизонту чернозёма).

Наибольшее количество расходуемой влаги наблюдается на посевах после кукурузы на силос. Большая часть её потеряна в почве, что сказывается на определённом уровне урожайности 1,23 т/га по сравнению с контролем. По убыванию израсходованная влага зафиксирована 100,2 мм после гороха и 91,0 мм по просу в шестипольных севооборотах. Повышение урожайности ячменя после внесения минеральных удобрений доходит до 1,42 и 1,43 т/га в отличие от контрольного варианта опыта. Такое наблюдение объясняется тем, что большая часть влаги расходуется за период вегетации и формируется урожай ячменя за счёт интенсивного передвижения почвенных питательных веществ, особенно нитратного азота. В бессменном посеве ячменя и севооборотах с кукурузой и сорго на силос, запасы и расходы продуктивной влаги в малой степени воздействуют на рост урожайности, которая находится на уровне от 1,01 до 1,25 т/га по фонам питания.

В результате статистической обработки многолетних данных выявлено, что наилучшее влияние оказывают весенние запасы почвенной влаги в слое почвы 0-100 см на подъём урожайности зерна ячменя по мягкой пшеницы после гороха и проса в шестипольных севооборотах и доля составляет 91,83 и 90,45 % на удобренном фоне питания. Наименьшая доля влияния после применения минеральных удобрений наблюдается в первом, третьем и шестом вариантах опыта и составляет 21,76; 20,30 и 20,48 % по сравнению с контролем. На неудобренном фоне питания отмечается низкая доля влияния в этих вариантах опыта и составляет 15,76; 18,61 и 10,99 %.

Минеральные удобрения положительно воздействуют на увеличения сбора зерна. В связи с этим на удобренном фоне питания определена зависимость повышения урожайности зерна ячменя в шестипольных севооборотах с просом и горохом от весенней почвенной влаги в слое 0-100 см (таблица 4).

Таблица 3 – Воздействие влажности в метровом слое почвы на урожайность ячменя
(2002-2020 гг.)

Table 3 – The effect of moisture in the meter layer of soil on the yield of barley
(2002-2020)

Вариант опыта / Experience option	Предшественник / Predecessor	Запасы влаги, мм / Moisture reserves*, mm		Расход влаги, мм / Consumption moisture, mm	Выход зерна, т/га / Grain yield, t/ha	Влияние весенней влаги, / Influence spring moisture, %
		II декада мая / decade may	III декада августа / decade august			
I	Пшеница (мягкая) в севообороте с кукурузой / Wheat (soft) in the crop rotation with corn	143,8	41,5	102,3	$\frac{1,23^{**}}{1,13}$	$\frac{21,76}{15,76}$
II	Пшеница (мягкая) в севообороте с просом / Wheat (soft) in the crop rotation with millet	135,0	44,0	91,0	$\frac{1,43}{1,21}$	$\frac{90,45}{82,53}$
III	Пшеница (мягкая) в севообороте с сорго / Wheat (soft) in the crop rotation with sorghum	112,8	38,5	74,3	$\frac{1,25}{1,11}$	$\frac{20,30}{18,61}$
IV	Пшеница (мягкая) в севообороте с горохом / Wheat (soft) in the crop rotation with peas	139,8	39,6	100,2	$\frac{1,42}{1,25}$	$\frac{91,83}{85,93}$
V	Пшеница (твёрдая) в севообороте с ячменём / Wheat (hard) in the crop rotation with barley	64,2	14,2	50,0	$\frac{1,21}{1,01}$	$\frac{61,51}{57,91}$
VI	Ячмень (яровой) бессменно / Barley (spring) permanently	132,5	37,8	94,7	$\frac{1,13}{1,02}$	$\frac{20,48}{10,99}$

Примечание. * влагозапасы после выпадения осадков в мае 31,2, июне 34,0, июле 34,5, августе 24,0 мм (данные полевого дождемера) / moisture reserves after precipitation in may 31.2, june 34.0, july 34.5, august 24.0 mm (data from the field rain gauge); ** над чертой с удобрениями питательный фон, под чертой – без удобрений / above the line with fertilizers is a nutritious background, below the line – without fertilizers

Таким образом, следует считать, что влияние продуктивной влаги на увеличение выхода зерна ячменя играет положительную роль на удобренном фоне питания в результате последействия проса и гороха в шестипольных севооборотах. Из данной таблицы видно, что получены по независимой переменной (почвенная влага) положительные показатели регрессионного множественного анализа при уровне значимости 0,0004 и 0,0001 ($p \leq 0,05$). Наибольшая множественная детерминация (R^2) отмечается на четвёртом варианте опыта и составляет 0,918 при ошибке оценки 0,970 т/га по сравнению с другими наблюдениями. Отрицательные показатели свободного члена (Y – пересечение) просматриваются на коэффициентах регрессии и Стьюдента. Такое положение по статистическим расчётам говорит о повышении урожайности зерна на 90,45 и 91,83 % зависит от весенних запасов продуктивной влаги на удобренном фоне питания.

Таблица 4 – Воздействие весенней влажности метрового слоя почвы на рост урожайности ячменя в зернопаровых севооборотах с просом и горохом после внесения минеральных удобрений (2002-2020 гг.)

Table 4 – The effect of spring humidity of the meter-high soil layer on the growth of barley yield in grain-pair crop rotations with millet and peas after the application of mineral fertilizers (2002-2020)

Независимые переменные / Independent variables	Коэффициент / Coefficient		Ошибка / Error	Критерий Стьюдента / Criterion Studenta (17)	Р- уровень значимости / P- level significance
	корреляции / correlations	регрессии / regressions			
У – пересечение / crossing (свободный член / absolute term)	–	$\frac{-1,705^*}{-2,810^{**}}$	$\frac{0,256}{0,312}$	$\frac{-6,663}{-8,996}$	$\frac{0,000}{0,000}$
Запасы влаги в слое 0-100 см / Moisture reserves in the layer 0-100 cm	$\frac{0,951}{0,958}$	$\frac{0,023}{0,030}$	$\frac{0,002}{0,002}$	$\frac{12,686}{13,820}$	$\frac{0,000}{0,000}$
Множественная регрессия / Multiple regression: $R^2 = 0,904$ и $0,918$, ошибка оценки / error of estimation = $0,284$ и $0,970$ т/га					

Примечание. * Влияние влажности на урожай в последствии проса / The influence of moisture on the yield in the aftereffect of millet; ** Влияние влаги на выход зерна после гороха / The influence of moisture on grain yield after peas

Для получения наибольшей урожайности зерна ячменя в засушливых условиях Оренбургской области рекомендуем фермерам и руководителям сельскохозяйственных предприятий внедрять посевы по мягкой пшенице после проса и гороха в зернопаровые севообороты на питательном фоне с удобрениями.

Выводы. В благоприятных гидротермических условиях наибольший выход зерна ячменя на питательном фоне с удобрениями получен при возделывании его бесменно за счёт применения гербицидов в фазе кущения, приводящее к снижению засорённости посева и составляет 3,26 т/га. По другим предшественникам уровень урожайности находится в пределах от 1,21 до 2,97 т/га.

Применение минеральных удобрений под основную обработку почвы (осенняя вспашка) приводит к дополнительной прибавке зерна ячменя на уровне от 0,10 до 0,85 т/га в отличие от неудобренного питательного фона.

В засушливые вегетационные периоды наблюдается наименьшая урожайность зерна ячменя после твёрдой пшеницы в двупольном севообороте и на фонах питания составляет 0,27 т/га за счёт низких запасов продуктивной влаги. В условиях сильнейшей засухи в 2010, 2012 гг. отмечается наилучший урожай ячменя в результате последствия предшественников гороха и проса в шестипольных севооборотах за счёт накопления питательных веществ (минерализации корневых, растительных остатков и низкой продуктивности зернобобовых и крупяных культур) в течение вегетационного периода.

В результате исследования построена математическая модель зависимости повышения урожайности зерна ячменя в зернопаровых севооборотах с просом и горохом от весенних запасов метрового слоя почвенной влаги. Проведённая статистическая обработка полученных данных по другим вариантам опыта показывает, что влажность почвы не оказывает значительного влияния на повышение урожайности зерна ячменя.

Библиографический список

1. Аналитический мониторинг влияния минеральных удобрений на формирование урожайности модельного сорта ярового ячменя / А. А. Беляков [и др.] // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2018. № 5. С. 9-15.
2. Влагосбережение в ресурсосберегающих технологиях выращивания полевых культур на Южном Урале / Ф. Г. Бакиров [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 168-171.
3. Елисеев И. П., Елисеева Л. В., Степанов А. В. Динамика продуктивности ячменя и стоимости зерна в зависимости от погодных условий в Чувашской республике // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2. С. 13-20.
4. Ламажап Р. Р., Липшин А. Г. Влияние климатических условий на урожайность ярового ячменя в республике Тыва // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2016. № 12. С. 13-19.
5. Максютон Н. А., Зоров А. А. Влияние основных факторов на урожайность сельскохозяйственных культур в условиях засухи // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 5 (61). С. 8-10.
6. Постников П. А. Воздействие предшественников и метеорологических условий на урожайность ярового ячменя // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2018. № 4. С. 48-53.
7. Серебренников Ю. И., Байкалова Л. П. Влияние абиотических факторов на урожайность сортов ячменя в лесостепи Приенисейской Сибири // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. № 11. С. 190-197.
8. Скороходов В. Ю. Урожайность ячменя в шестипольных севооборотах на чернозёмах южных степной зоны Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (79). С. 93-97.
9. Эффективность использования атмосферных ресурсов увлажнения в различных севооборотах с чистым паром в зависимости от набора культур / А. В. Кислов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 2 (40). С. 38-41.
10. Яковлев В. К., Першаков А. Ю., Белкина Р. И. Продуктивность и качество зерна пивоваренных сортов ячменя в Северном Зауралье // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2017. № 12. С. 10-15.
11. Barley yield formation under abiotic stress depends on the interplay between flowering time genes and environmental cues / M. Wiegmann [et al.] // Sci. Rep. 2019. Vol. 9. P. 6397.
12. Global implications of regional grain production through virtual water trade / M. B. Masud [et al.] // Science of The Total Environment. 2019. Vol. 659. P. 807-820.
13. Thameur A., Lachiheb B., Ferchichi A. Drought effect on growth, gas exchange and yield, in two strains of local barley Ardhaoui, under water deficit conditions in southern Tunisia // Journal of Environmental Management. 2012. Vol. 113. P. 495-500.

Conclusions. In favorable hydrothermal conditions, the highest yield of barley grain on a nutrient background with fertilizers was obtained when it was cultivated permanently due to the use of herbicides in the tillering phase, which leads to a decrease in the contamination of sowing and is 3.26 t/ha. According to other predecessors, the yield level ranges from 1.21 to 2.97 t/ha.

The use of mineral fertilizers for the main tillage (autumn plowing) leads to an additional increase in barley grain at the level of 0.10 to 0.85 t/ha, in contrast to the unfavorable nutrient background.

In dry growing seasons, the lowest yield of barley grain after durum wheat is observed in the double-field crop rotation and on food backgrounds is 0.27 t/ha due to low reserves of productive moisture. In the conditions of severe drought in 2010, 2012, the best barley harvest

was observed as a result of the aftereffect of the precursors of peas and millet in six-field crop rotations due to the accumulation of nutrients (mineralization of root, plant residues and low productivity of legumes and cereals) during the growing season.

As a result of the study, a mathematical model of the dependence of the increase in the yield of barley grain in grain-pair crop rotations with millet and peas on the spring reserves of a meter layer of soil moisture was constructed. The statistical processing of the obtained data on other variants of the experiment shows that soil moisture does not have a significant effect on increasing the yield of barley grain.

Reference

1. Analytical monitoring of the effect of mineral fertilizers on the formation of the yield of a model variety of spring barley / A. A. Belyakov [et al.] // Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. 2018. № 5. P. 9-15.
2. Moisture conservation in resource-saving technologies of growing field crops in the Southern Urals / F. G. Bakirov [et al.] // Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2015. № 3 (53). P. 168-171.
3. Eliseev I. P., Eliseeva L. V., Stepanov A. V. Dynamics of barley productivity and grain cost depending on weather conditions in the Chuvash Republic // Bulletin of the Chuvash State Agricultural Academy. 2020. № 2. P. 13-20.
4. Lamazhap R. R., Lipshin A. G. Influence of climatic conditions on the yield of spring barley in the Republic of Tyva // Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. 2016. № 12. P. 13-19.
5. Maksyutov N. A., Zorov A. A. The influence of the main factors on the yield of agricultural crops in the conditions of drought // Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2016. № 5 (61). P. 8-10.
6. Postnikov P. A. The impact of precursors and meteorological conditions on the yield of spring barley // Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. 2018. № 4. P. 48-53.
7. Serebrennikov Yu. I., Baykalova L. P. The influence of abiotic factors on the yield of barley varieties in the forest-steppe of Yenisei Siberia // Bulletin of the Krasno-Yarsky State Agrarian University. 2015. № 11. P. 190-197.
8. Skorokhodov V. Yu. Barley yield in six-field crop rotations on southern chernozems of the steppe zone of the Southern Urals // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2019. № 5 (79). P. 93-97.
9. Efficiency of using atmospheric moisture resources in various crop rotations with pure steam depending on the set of crops / A. V. Kislov [et al.] // Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2013. № 2 (40). P. 38-41.
10. Yakovlev V. K., Pershakov A. Yu., Belkina R. I. Productivity and quality of grain of malt-ing barley varieties in the Northern Trans-Urals // Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. 2017. № 12. P. 10-15.
11. Barley yield formation under abiotic stress depends on the interplay between flowering time genes and environmental cues / M. Wiegmann [et al.] // Sci. Rep. 2019. Vol. 9. P. 6397.
12. Global implications of regional grain production through virtual water trade / M. B. Masud [et al.] // Science of The Total Environment. 2019. Vol. 659. P. 807-820.
13. Thameur A., Lachiheb B., Ferchichi A. Drought effect on growth, gas exchange and yield, in two strains of local barley Ardhaoui, under water deficit conditions in southern Tunisia // Journal of Environmental Management. 2012. Vol. 113. P. 495-500.

Authors Information

Mitrofanov Dmitry Vladimirovich, Candidate of Agriculture, Leading Researcher of the Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences. 27/1, Gagarin Ave., Orenburg, 460051, Russia, tel. 8-987-855-98-95, e-mail: dvm.80@mail.ru

Tkacheva Tatyana Aleksandrovna, Candidate of chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry, Orenburg State University, 13 Pobedy Ave., Orenburg, 460018, Russia, tel. 8-922-872-04-24, e-mail: ttkacheva@inbox.ru

Информация об авторах

Дмитрий Владимирович Митрофанов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (Россия, 460051, г. Оренбург, пр-т Гагарина 27/1), тел. 8-987-855-98-95, e-mail: dvm.80@mail.ru

Ткачёва Татьяна Александровна, кандидат химических наук, доцент кафедры химии, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» (Россия, 460018, г. Оренбург, пр. Победы 13), тел. 8-922-872-04-24, e-mail: ttkacheva@inbox.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-10

THE EFFECT OF GROWTH PREPARATIONS ON THE NORMS OF RICE REACTION DURING SPRINKLING

K. A. Rodin, A.B. Nevezhina, E.S. Vorontsova

Federal State Budget Science Center

«All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture»

Received 02.09.2021

Submitted 15.11.2021

Abstract

Introduction. The development and implementation of environmentally oriented agricultural systems, the production of environmentally friendly food is one of the main directions of the development of modern agriculture. Therefore, it is necessary to conduct research aimed at environmentally friendly agriculture with ensuring its introduction into agricultural production, which will contribute to the stable growth of environmentally friendly agricultural products, without negative impact on the environment. In recent years, growth regulators have played a major role in increasing crop yields. It is known that they can significantly influence the growth and development of plants, adapting their protective reaction to environmental conditions and ensuring not only an increase in yield, but also the quality of products.

Object. The results of studies on the effect of growth preparations on the characteristics of aerobic rice of the Stalingrad 1 variety are presented. **Materials and methods.** The studies were conducted in a two-factor field experiment. According to the first factor, fertilizer application doses calculated to produce 6 ($N_{114}P_{74}K_{90}$) and 7 ($N_{137}P_{74}K_{90}$) tons of grain per 1 ha. In the second factor, the following growth-stimulating drugs were studied: Extrasol, Zircon and Nanosilicon. **Results and conclusions.** It was revealed that in the $N_{114}P_{74}K_{90}$ (6 t/ha) application variant without seed and vegetative plant treatments, rice crops took 105 days from sowing to full grain ripeness, with the sum of the average daily temperatures of 2398.2 °C. The maximum number of days during this treatment was noted in the variant of applying the same dose of fertilizers but when treated with the microbiological preparation Extrasol, which was 112 days with the sum of the average daily air temperatures of 2593.2 °C. The combined use of doses of macro fertilizers and growth-stimulating drugs increases the yield of raw rice with periodic watering to 6.36-7.51 t / ha. Extrasol should be used as a growth-stimulating drug, because its use increased grain yield by 6.7-10.4%, and Zircon and Nanosilicon by 2.6-4.1 and 3.6-6.2%, respectively. The experimental data obtained indicate that the mass of 1000 grains in the studied variants was different. So, the mass of 1000 grains in the control variant $N_{114}P_{74}K_{90}$ (6 t/ha) without processing was a minimum of $29,78 \times 10^{-3}$ kg. Its maximum value, $30,26 \times 10^{-3}$ kg, was noted in the application variant $N_{137}P_{74}K_{90}$ (7 t/ha) + Extrasol, when seeds and vegetative plants were processed.

Key words: rice, mineral fertilizers, growth preparations, yield, structural indicators.

Citation. Rodin K.A., Nevezhina A.B., Vorontsova E.S. The effect of growth preparations on the norms of rice reaction during sprinkling. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 4(64). 97-105 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-10.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution, or analysis of this study. All the authors of this article have read and approved the final version presented.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.