

DOI

УДК 631.41:631.434.6:633.11

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

А. Р. Сержанова, М. Ю. Гилязов, Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, А.И. Даминова

Реферат. В статье изложены результаты многолетних исследований (1982–2018 годы) по оценке изменения термических ресурсов вегетационного периода и их влияния на урожайность яровой пшеницы. Работа выполнена в условиях северной части Среднего Поволжья на серых лесных почвах. Почва опытного участка серая лесная среднесуглинистая, содержание гумуса (по Тюрину) 2,8...3,2%, подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) – 105...184 и 79...149 мг/100 г почвы соответственно, рНсол. – 5,6...5,8. За период наблюдений отмечен наибольший рост температуры в июле (2,4°C) и мае (2,2°C), а самый низкий – в июне (1,0°C). Сумма эффективных температур более 10 °C за исследуемый период увеличилась на 500°C. Урожайность яровой пшеницы, возделываемой без внесения удобрений, сильно варьировала по годам в пределах от 0,99 до 2,97 т/га. Наибольшую величину этого показателя наблюдали при среднемесячной температуре воздуха в мае около 13°C, июне – 17°C, июле – 18°C и сумме активных температур – 1800°C. Изученные термические ресурсы по значимости влияния на урожайность яровой пшеницы можно расположить в следующий убывающий ряд: средняя температура воздуха в июне > средняя температура воздуха в июле > сумма эффективных температур выше 10°C > средняя температура воздуха в мае. Для описания зависимости урожайности зерна яровой пшеницы от термических ресурсов в трех случаях из четырёх лучше подходило полиномиальное уравнение второй степени, и в одном случае – экспоненциальное уравнение.

Ключевые слова: яровая пшеница (*Triticum aestivum*), серая лесная почва, урожайность, температура воздуха, сумма эффективных температур, корреляция урожайности.

Введение. Климат определяет географическое распространение и успешность возделывания всех сельскохозяйственных культур, а продуктивность растений в основном определяется количеством тепла и влаги за вегетационный период [1, 2, 3]. В последние годы в связи со значительными изменениями метеословий в период вегетации сельскохозяйственных культур проводятся масштабные исследования по адаптации различных аспектов аграрного производства к их последствиям [4, 5, 6]. Тесная отрицательная зависимость ($r = -0,690$) между урожайностью яровой пшеницы и суммой эффективных температур свидетельствует о том, что повышенные температуры оказывают отрицательное воздействие на формирование урожая культуры [7, 8, 9]. Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и устойчивости земледелия – самые актуальные задачи сельского хозяйства страны [10, 11, 12]. Для лучшего использования агроклиматических ресурсов необходимо располагать точными сведениями о ресурсах урожая в конкретной обстановке (зона, хозяйство, поле) и конкретных погодных условиях [13, 14]; знать закономерности формирования урожая в зависимости от совокупности агрометеорологических, почвенных и других факторов; понимать пути рационального использования, прежде всего лимитирующих урожай, факторов [15, 16, 17].

Цель исследования – оценка влияния изменения термических ресурсов вегетационного периода на урожайность яровой пшеницы за период 1982–2018 годы в условиях Среднего Поволжья.

Условия, материалы и методы. Работа выполнена на опытном поле Казанского государственного аграрного университета, в условиях северной части Среднего

Поволжья на серых лесных почвах. Почва опытного участка – серая лесная среднесуглинистая, содержание гумуса (по Тюрину) – 2,8...3,2%, подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) – 105...184 и 79...149 мг/100 г почвы соответственно, рНсол. – 5,6...5,8. Климатические условия северной части Среднего Поволжья в целом благоприятны для выращивания яровой пшеницы. Среднегодовая температура воздуха составляет 2,6°C, сумма за вегетационный период – 1675°C. Средняя месячная температура воздуха в летний период довольно высокая и от месяца к месяцу изменяется незначительно: в июне – 16...17°C, в июле – 17...20°C, в августе – 16...17,5°C. Наибольшее количество осадков выпадает в теплый период с максимумом в июле – 50...65 мм. Количество осадков, выпадающих за летний период, по территории региона неравномерно – от 280 до 350 мм, но этого достаточно для увлажнения почвы и произрастания растительности. Несмотря на то, что увлажнение территории чаще всего достаточное, в отдельные годы возможны засушливые и суховейные периоды [18, 19, 20]. В период с 1982 по 2018 годы сильные засухи в мае и июне отмечали в 1984, 1988, 1991, 1998, 1999, 2010, 2013 и 2014 годы [21, 22, 23].

Мы обобщили и проанализировали многолетние данные по тепловым ресурсам вегетационного периода и урожайности яровой пшеницы на серой лесной почве в условиях Предкамской зоны Среднего Поволжья.

Результаты и обсуждение. За 37 лет урожайность яровой пшеницы на неудобренной серой лесной почве сильно варьировала по годам (максимальная величина этого показателя превышала минимальную в 3 раза) и характеризовалась весьма слабой тенденцией роста (рис. 1).

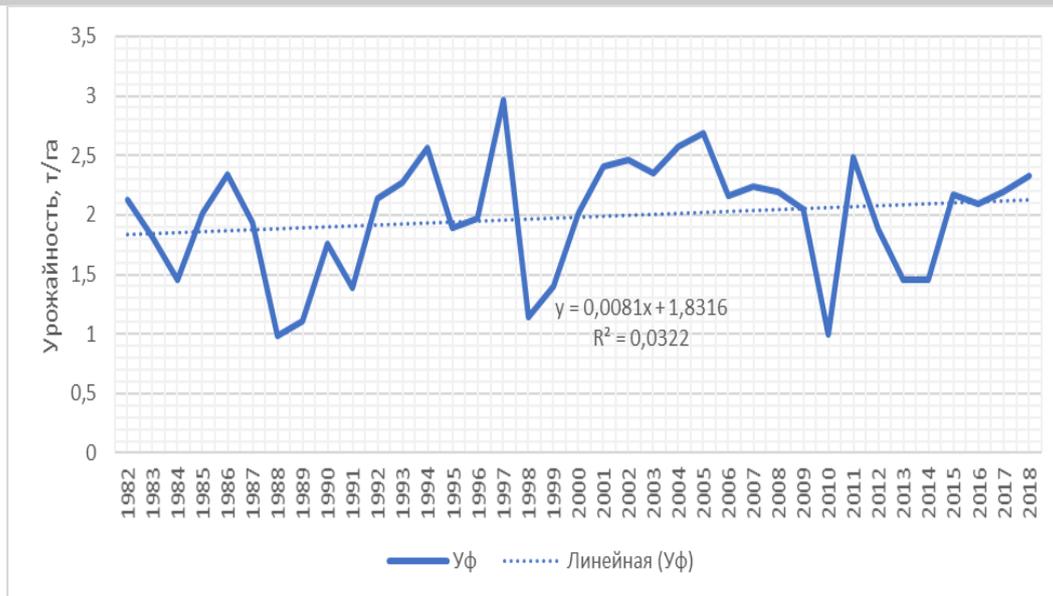
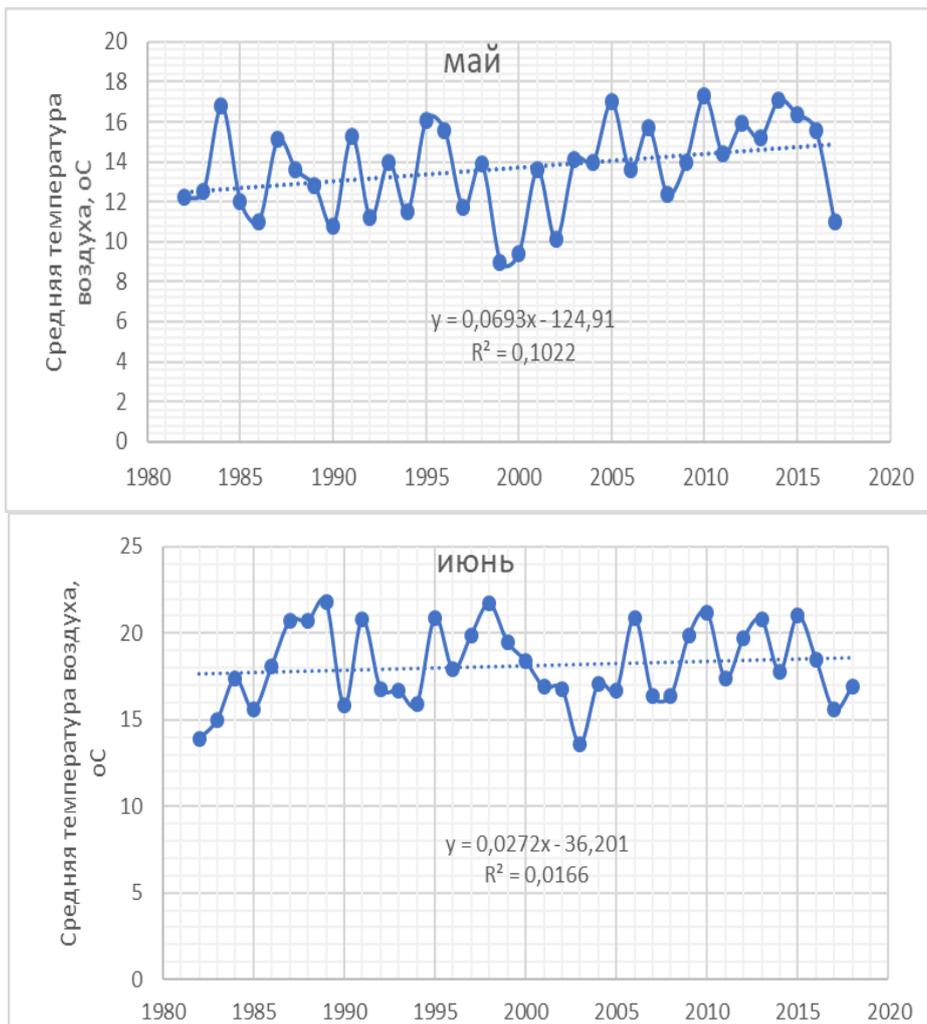


Рис. 1 – Динамика урожайности яровой пшеницы без внесения минеральных удобрений за 1982–2018 годы

В среднем за период наблюдений (1982–2018 годы) среднемесячные температуры воздуха в мае, июне и июле составляли соответственно 13,7; 18,1 и 20,3°C со значительными изменениями по годам.

Максимальная амплитуда среднемесячной температуры воздуха отмечена в июле (от 25,9°C до 16,5°C, или 9,4°C), минимальная – в июне (от 21,8°C до 13,6°C, или 8,2°C).



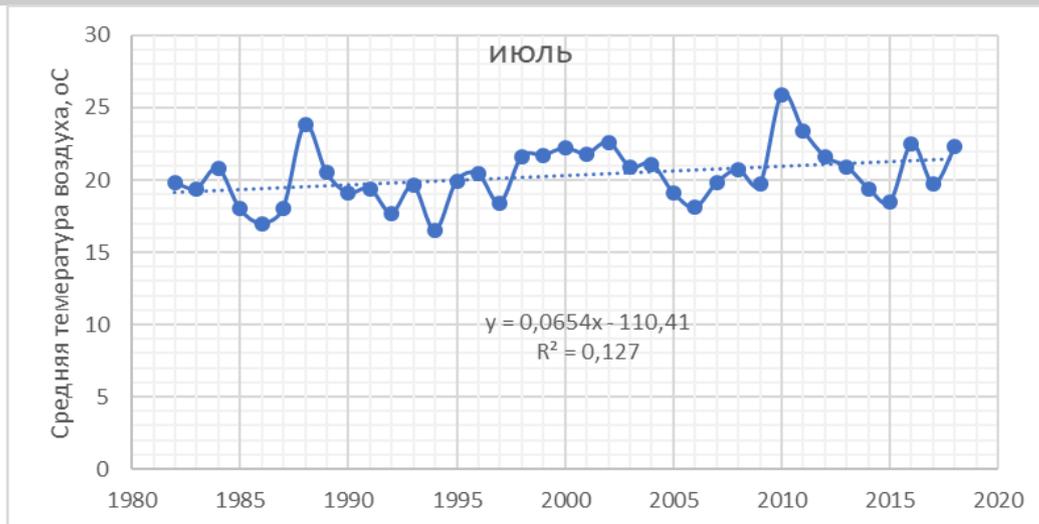


Рис. 2 – Временные ряды среднемесячной температуры воздуха в мае-июле за период 1982–2018 годы

Временные ряды среднемесячной температуры воздуха с линейным трендом за 1982–2018 годы иллюстрируют тенденцию роста температуры воздуха в течение всех трёх месяцев вегетационного периода (рис. 2). Линии тренда показывают, что более заметное ее увеличение за исследуемый период происходит в июле (около 2,4°C) и мае (около 2,2 °С), а наименьшее – в июне (около 1,0°C). Судя по величине коэффициента детерминации, примерно так же можно расположить месяцы по тесноте линейной корреляции

между средней температурой воздуха и временным фактором: июль ($R^2=0,1270$) > май ($R^2=0,1022$) > июнь ($R^2=0,0166$).

Особенно наглядно увеличение термических ресурсов вегетационного периода за исследуемый период иллюстрирует сумма эффективных температур выше 10°C (рис. 3).

За 37 лет она увеличилась примерно на 500 °С, а теснота корреляции между ростом термических ресурсов и временным фактором оказалась весьма высокой ($R^2=0,6187$).

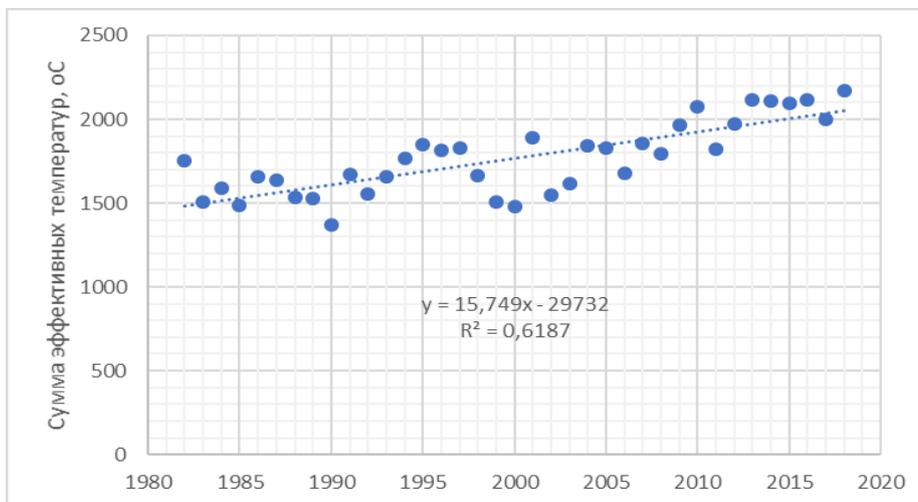


Рис. 3 – Временной ряд суммы эффективных температур воздуха выше 10 °С в мае-июле за период 1982–2018 годы

Уравнения линейной зависимости урожайности от среднемесячной температуры воздуха свидетельствуют о наличии между этими факторами обратной корреляции и позволяют утверждать, что обеспеченность термическими ресурсами вегетационного периода для яровой пшеницы достаточная и даже избыточная (рис. 4).

Величины изученных показателей термических ресурсов по значимости влияния на урожайность яровой пшеницы можно

расположить в следующий убывающий ряд: средняя температура воздуха в июне > средняя температура воздуха в июле > сумма эффективных температур выше 10°C > средняя температура воздуха в мае.

Для описания зависимости урожайности зерна яровой пшеницы от термических ресурсов в трех случаях из четырёх лучше подходило полиномиальное уравнение второй степени, в одном – экспоненциальное уравнение (см. табл.).

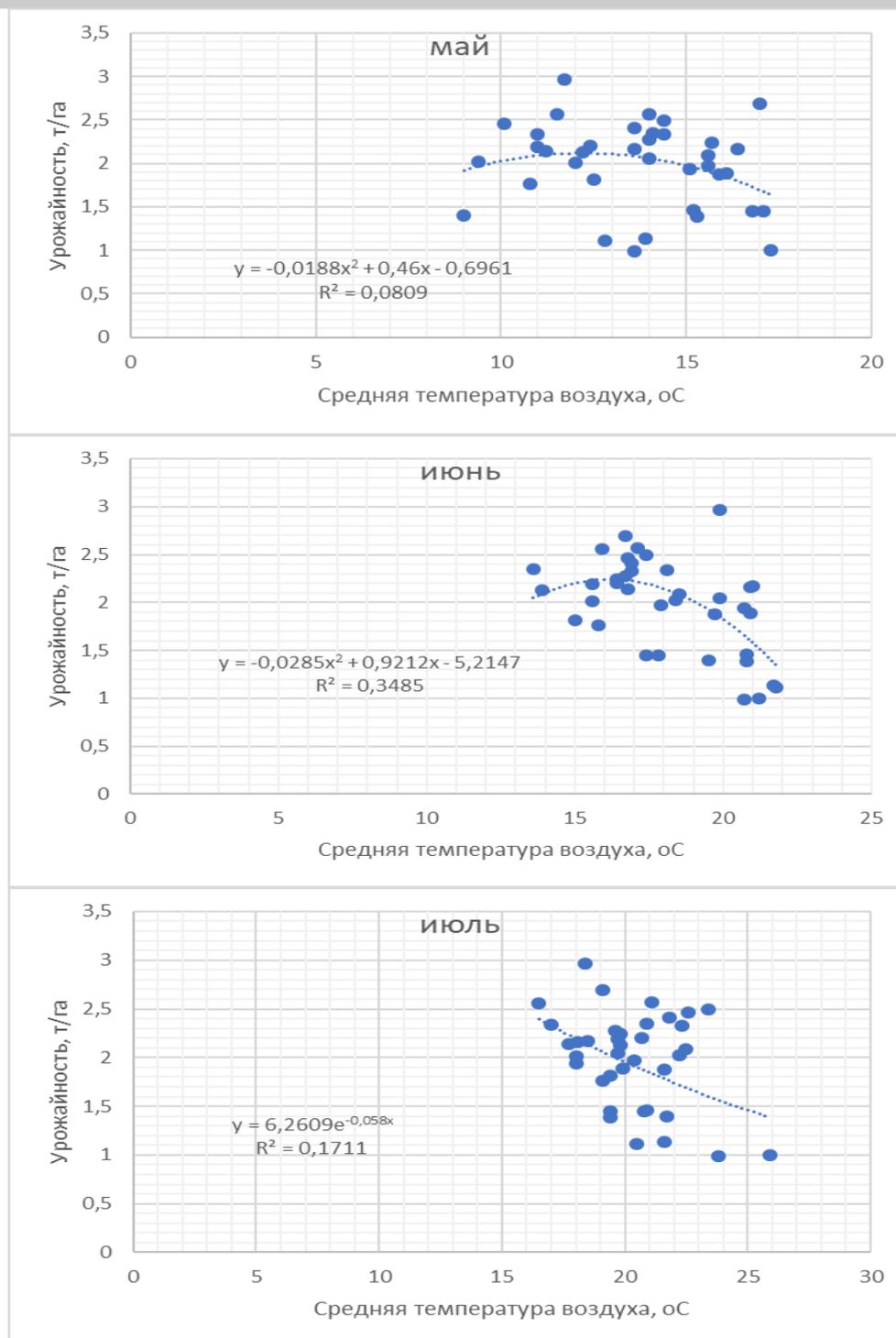


Рис. 4 – Зависимость урожайности зерна яровой пшеницы от среднемесячной температуры воздуха в мае-июле за период 1982–2018 годы

Величины изученных показателей термических ресурсов по значимости влияния на урожайность яровой пшеницы можно расположить в следующий убывающий ряд: средняя температура воздуха в июне > средняя температура воздуха в июле > сумма эффективных температур выше 10°C > средняя температура воздуха в мае.

Для описания зависимости урожайности зерна яровой пшеницы от термических ресурсов в трех случаях из четырех лучше

подходило полиномиальное уравнение второй степени, в одном – экспоненциальное уравнение (см. табл.). Ориентировочными оптимальными уровнями обеспеченности термическими ресурсами для формирования максимальной урожайности яровой пшеницы без внесения удобрений следует считать среднемесячную температуру воздуха в мае около 13°C, в июне – около 17°C, в июле – около 18°C, сумму эффективных температур выше 10°C – около 1800°C.

Таблица – Характер и теснота корреляции урожайности зерна яровой пшеницы от термических ресурсов вегетационного периода за 1982–2018 годы

Линии тренда	Уравнение	Коэффициент детерминации (R ²)
Средняя температура воздуха в мае, °С		
Линейная	$y = -0,0438x + 2,5854$	0,0407
Логарифмическая	$y = -0,516\ln(x) + 3,3276$	0,0330
Полиномиальная 2*	$y = -0,0188x^2 + 0,46x - 0,6961$	0,0809
Степенная	$y = 4,1754x^{-0,299}$	0,0340
Экспоненциальная	$y = 2,7078e^{-0,025x}$	0,0413
Средняя температура воздуха в июне, °С		
Линейная	$y = -0,1102x + 3,9853$	0,2645
Логарифмическая	$y = -1,9\ln(x) + 7,4763$	0,2454
Полиномиальная 2*	$y = -0,0285x^2 + 0,9212x - 5,2147$	0,3485
Степенная	$y = 53,181x^{-1,15}$	0,2758
Экспоненциальная	$y = 6,4252e^{-0,067x}$	0,2969
Средняя температура воздуха в июле, °С		
Линейная	$y = -0,0915x + 3,8452$	0,1377
Логарифмическая	$y = -1,864\ln(x) + 7,5908$	0,1356
Полиномиальная 2*	$y = -0,0046x^2 + 0,1016x + 1,8591$	0,1405
Степенная	$y = 65,542x^{-1,174}$	0,1652
Экспоненциальная	$y = 6,2609e^{-0,058x}$	0,1711
Сумма эффективных температур выше 10 °С		
Линейная	$y = 0,0003x + 1,4267$	0,0197
Логарифмическая	$y = 0,6457\ln(x) - 2,8369$	0,0261
Полиномиальная 2*	$y = -4E-06x^2 + 0,0145x - 11,093$	0,1570
Степенная	$y = 0,1438x^{0,3468}$	0,0231
Экспоненциальная	$y = 1,4176e^{0,0002x}$	0,0176

*2-й степени.

Выводы. Во временном ряду 37 лет урожайность яровой пшеницы на неудобренной серой лесной почве сильно варьировала по годам (разница между максимальной и минимальной урожайностью – 3 раза) и характеризовалась весьма слабой тенденцией роста.

В среднем за период наблюдений (1982–2018 годы) максимальная амплитуда колебаний среднемесячной температуры воздуха отмечена в июле (9,4°С), минимальная – в июне (8,2°С). Более заметный рост температуры отмечен в июле (около 2,4°С) и мае (около 2,2°С), наименьший – в июне (около 1,0°С).

Сумма эффективных температур выше 10°С за 37 лет выросла примерно на 500°С, теснота корреляции между ростом

термического ресурса и временным фактором оказалась достаточно высокой – R²=0,6187.

Изученные показатели термических ресурсов по значимости влияния на урожайность яровой пшеницы можно расположить в убывающий ряд: средняя температура воздуха в июне > средняя температура воздуха в июле > сумма эффективных температур выше 10°С > средняя температура воздуха в мае.

Ориентировочные оптимальные уровни обеспеченности термическими ресурсами для формирования максимальной урожайности яровой пшеницы без внесения удобрений: среднемесячная температура воздуха в мае – около 13°С, в июне – около 17°С, в июле – около 18°С, сумма эффективных температур выше 10°С – около 1800°С.

Литература

1. Муратов М. Р., Гилязов М. Ю. Корреляция урожайности зерновых и зернобобовых культур от агрохимических параметров почв и погодных условий // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 2 (36). С. 128–135.
2. Колесар В. А., Зиганшин А. А., Сафин Р. И. Оценка влияния агроклиматических изменений на развитие болезней яровой пшеницы в Предкамье Республики Татарстан // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2 (50). С. 45–47.
3. Wheat breadmaking properties in dependence on wheat enzymes status and climate conditions / J. Tomica, A. Torbica, L. Popovic, et al. // Food Chemistry. 2016. Vol. 199. P. 565–572.
4. Сроки посева – важная составляющая технологии возделывания тритикале при усилении засушливости климата / К.Н. Бирюков, А.И. Грабовец, А.В. Крохмаль и др. // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 2. С. 32–36.
5. Трансформация засоленных почв виноградников под влиянием изменений региональных метеорологических параметров / Е.А. Черников, В.П. Попова, О.В. Ярошенко и др. // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 1. С. 38–41.
6. Панфилов А.Э., Овчинников П.Ю. Региональные изменения климата и технология выращивания кукурузы на зерно на Южном Урале // Земледелие. 2022. № 1. С. 30–34.

7. Оценка потерь урожайности от засухи с помощью динамико-статистической модели прогнозирования продуктивности сельскохозяйственных культур / А. Д. Клещенко, В. М. Лебедева, Т. А. Гончарова и др. // Метеорология и гидрология. 2016. № 4. С. 94–102.
8. Формирование стеблестоя, рост корневой системы и урожайность агроценоза полбы (*Triticum dicoccum* Schrank) в зависимости от агротехнологических приемов возделывания / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Д. К. Зиннатуллин и др. // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 5. С. 21–25.
9. Гаптрашитов З. А., Реутов С. П. Климат и урожай. Казань: Тат. кн. изд-во, 1986. 112 с.
10. Variation in protein composition among wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to identify cultivars suitable as reference material for wheat gluten analysis / L. Hajas, K. Scherf, K. Torok, et al. // Food Chemistry. 2018. Vol. 267. P. 387–394.
11. Eco-efficient production of spring barley in a changed climate: A Life Cycle Assessment including primary data from future climate scenarios / M. Niero, C. H. Ingvordsen, P. Peltonen-Sainio, et al. // Agricultural Systems. 2015. Vol. 136. P. 46–60.
12. Методология управления устойчивым развитием сельского хозяйства в условиях деградации почв и изменения климата / А.С. Строков, О.А. Макаров, Е.В. Цветнов и др. // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 5. С. 82–87.
13. Бесалиев, И. Н. Водоудерживающая способность растений сортов яровой мягкой пшеницы в засушливых условиях Оренбургского Приуралья / И. Н. Бесалиев, А. Л. Панфилов, Н. С. Ререр // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3(59). – С. 20–25. – DOI 10.18286/1816-4501-2022-3-20-25.
14. Васильева, Т. Н. Воздействие агроклиматических факторов на продуктивность сельскохозяйственных угодий Оренбуржья / Т. Н. Васильева, А. А. Зоров, З. Н. Рябинина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3(59). – С. 26–30. – DOI 10.18286/1816-4501-2022-3-26-30.
15. Кирьякова, М. Н. Оценка адаптивной способности и взаимодействий генотипа и среды перспективных линий яровой твердой пшеницы в условиях Омской области / М. Н. Кирьякова, В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2022. – № 2(63). – С. 19–25. – DOI 10.31677/2072-6724-2022-63-2-19-25.
16. Перспективы и особенности возделывания яровой твердой пшеницы в Оренбургской области / Г. В. Петрова, Ф. Г. Бакиров, И. В. Васильев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 11. – С. 21–25. – DOI 10.53859/02352451_2022_36_11_21.
17. Адаптивность и экологическая устойчивость сортов твердой пшеницы в условиях Оренбургской области / А. А. Новикова, О. С. Гречишкина, А. А. Емельянова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 10. – С. 33–37. – DOI 10.53859/02352451_2022_36_10_33.
18. Адаптивные технологии возделывания полевых культур / М. Ф. Амиров, В. П. Владимиров, И. М. Сержанов и др. Казань: Изд-во «Бриг», 2018. 124 с.
19. Миникаев, Д. Т. Влияние различных препаратов на посевные качества семян яровой пшеницы / Д. Т. Миникаев, Е. А. Прищепенко, Р. Р. Газизов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4(60). – С. 59–63. – DOI 10.18286/1816-4501-2022-4-59-63.
20. Мальчиков, П. Н. Графический (с применением GGE biplot методов) анализ урожайности и её стабильности в процессе селекции яровой твердой пшеницы в Среднем Поволжье / П. Н. Мальчиков, М. Г. Мясникова, Т. В. Чахеева // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 6. – С. 11–16. – DOI 10.53859/02352451_2022_36_6_11.
21. Валиев А. Р., Габдрахманов И. Х., Сафин Р. И. Система земледелия Республики Татарстан. Инновация на базе традиции. Ч. 1 Общие аспекты системы земледелия. Казань: Центр инновационных технологий, 2014. Изд. 2-е. 168 с.
22. Ибатов Р. И., Шайхутдинов Ф. Ш., Валиев А. А. Анализ урожайности яровой пшеницы методом главных компонент // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2 (50). С. 17–22.
23. Шайтанов О. Л., Тагиров М. Ш. Основные тенденции изменения климата Татарстана в XXI веке (справочник). Казань: Фолиант, 2018. 64 с.

Сведения об авторах:

Сержанова Альбина Рафаилевна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и почвоведения, e-mail: serzhanovaalbina@mail.ru
 Гилязов Миннегали Юсупович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии и почвоведения, e-mail: agro-pochvo@mail.ru
 Шайхутдинов Фарит Шарипович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства и плодовоовощеводства, e-mail: faritshay@kazgau.com
 Сержанов Игорь Михайлович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства и плодовоовощеводства, e-mail: igor.serzhanov@kazan.com
 Даминова Аниса Илдаровна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биотехнологии, животноводства и химии, mail: danis14@mail.ru
 Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия.

CHANGES IN THERMAL RESOURCES OF THE VEGETATION PERIOD AND PRODUCTIVITY OF SPRING WHEAT IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION
A. R. Serzhanova, M. Yu. Gilyazov, F. Sh. Shaykhutdinov, I. M. Serzhanov, A.I. Daminova

Abstract. The article presents the results of long-term studies (1982–2018) to assess the change in thermal resources of the growing season and indicate their impact on spring wheat productivity. The work was carried out in the conditions of the northern part of Middle Volga region on gray forest soils. The soil of the experimental plot is gray forest medium loamy, the content of humus (according to Tyurin) is 2.8 ... 3.2%, mobile phosphorus and potassium (according to Kirsanov) - 105 ... 184 and 79 ... 149 mg / 100 g of soil, respectively, pHsol. - 5.6 ... 5.8. During the observation period,

the largest increase in temperature was recorded in July (2.4⁰C) and May (2.2⁰C), and the lowest in June (1.0⁰C). The sum of effective temperatures over 10⁰C increased by 500⁰C during the study period. The yield of spring wheat cultivated without fertilization varied greatly over the years, ranging from 0.99 to 2.97 t/ha. The highest value of this indicator was observed at an average monthly air temperature of about 13⁰C in May, 17⁰C in June, 18⁰C in July, and the sum of active temperatures was 1800⁰C. The studied thermal resources according to the significance of the impact on the yield of spring wheat can be arranged in the following descending series: the average air temperature in June > the average air temperature in July > the sum of effective temperatures above 10⁰C > the average air temperature in May. To describe the dependence of spring wheat grain yield on thermal resources, in three cases out of four, a polynomial equation of the second degree was better suited, and in one case, an exponential equation.

Key words: spring wheat (*Triticum aestivum*), gray forest soil, yield, air temperature, sum of effective temperatures, yield correlation.

References

1. Muratov MR, Gilyazov MYu. [Correlation of grain and leguminous crops productivity from agrochemical parameters of soils and weather conditions]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015; Vol.10. 2 (36). 128-135 p.
2. Kolesar VA, Ziganshin AA, Safin RI. [Evaluation of agro-climatic changes impact on the spring wheat diseases development in Kama region of the Republic of Tatarstan]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2017; 2 (50). 45-47 p.
3. Tomica J, Torbica A, Popovic L. Wheat breadmaking properties in dependence on wheat enzymes status and climate conditions. *Food Chemistry*. 2016; Vol.199. 565-572 p.
4. Biryukov KN, Grabovets AI, Krokhmal' AV. [Sowing time is an important component of triticale cultivation technology under increasing aridity of the climate]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2022; Vol.36. 2. 32-36 p.
5. Chernikov EA, Popova VP, Yaroshenko OV. [Transformation of saline soils of vineyards under the influence of changes in regional meteorological parameters]. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka*. 2021; 1. 38-41 p.
6. Panfilov AE, Ovchinnikov PYu. [Regional climate changes and technology of corn growing for grain in the Southern Urals]. *Zemledelie*. 2022; 1. 30-34 p.
7. Kleshchenko AD, Lebedeva VM, Goncharova TA. [Evaluation of yield losses due to drought using a dynamic-statistical model for predicting the agricultural crops productivity]. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2016; 4. 94-102 p.
8. Shaykhutdinov FSh, Serzhanov IM, Zinnatullin DK. [Formation of the root system and productivity of spelt agrocenosis (*Triticum dicoccum* Schrank) depending on agrotechnological methods of cultivation]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019; Vol.33. 5. 21-25 p.
9. Gaptrashitov ZA, Reutov SP. *Klimat i urozhay*. [Climate and harvest]. Kazan': Tat.kn.izd-vo. 1986; 112 p.
10. Hajas L, Scherf K, Torok K. Variation in protein composition among wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to identify cultivars suitable as reference material for wheat gluten analysis. *Food Chemistry*. 2018; Vol.267. 387-394 p.
11. Niero M, Ingvordsen CH, Peltonen-Sainio P. Eco-efficient production of spring barley in a changed climate: a life cycle assessment including primary data from future climate scenarios. *Agricultural systems*. 2015; Vol.136. 46-60 p.
12. Stokrov AS, Makarov OA, Tsvetnov EV. [Methodology of managing the sustainable development of agriculture in conditions of soil degradation and climate change]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2020; Vol.34. 5. 82-87 p.
13. Besaliev IN, Panfilov AL, Reger NS. [Water-retaining ability of plants of spring soft wheat varieties in arid conditions of the Orenburg Urals]. *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2022; 3(59). 20-25 p. – DOI 10.18286/1816-4501-2022-3-20-25.
14. Vasilyeva TN, Zorov AA, Ryabinina ZN. [The impact of agro-climatic factors on the productivity of agricultural lands of Orenburg region]. *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2022; 3(59). 26-30 p. – DOI 10.18286/1816-4501-2022-3-26-30.
15. Kir'yakova MN, Yusov VS, Evdokimov MG. [Evaluation of the adaptive capacity and interactions of the genotype and the environment of promising lines of spring durum wheat in the conditions of Omsk region]. *Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet)*. 2022; 2(63). 19-25 p. – DOI 10.31677/2072-6724-2022-63-2-19-25.
16. Petrova GV, Bakirov FG, Vasiliev IV. [Prospects and features of cultivation of spring durum wheat in the Orenburg region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2022; Vol. 36. 11. 21-25 p. – DOI 10.53859/02352451_2022_36_11_21.
17. Novikova AA, Grechishkina OS, Emelyanova AA. [Adaptability and environmental sustainability of durum wheat varieties in the conditions of the Orenburg region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2022; Vol. 36. 10. 33-37 p. – DOI 10.53859/02352451_2022_36_10_33.
18. Amirov MF, Vladimirov VP, Serzhanov IM. *Adaptivnye tekhnologii vozdeleyvaniya polevykh kul'tur*. [Adaptive technologies for field crops cultivation]. Kazan': Izd-vo "Brig". 2018; 124 p.
19. Minikaev DT, Prishchepenko EA, Gazizov RR. [Influence of various preparations on the sowing qualities of spring wheat seeds]. *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2022; 4(60). 59-63 p. – DOI 10.18286/1816-4501-2022-4-59-63.
20. Mal'chikov PN., Myasnikova MG., Chakheeva TV. [Graphic (using GGE biplot methods) analysis of yield and its stability in the process of breeding spring durum wheat in the Middle Volga region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2022; Vol. 36. 6. 11-16 p. – DOI 10.53859/02352451_2022_36_6_11.
21. Valiev AR, Gabdrakhmanov IKh, Safin RI. *Sistema zemledeliya Respubliki Tatarstan. Innovatsiya na baze traditsii. Ch.1 Obshchie aspekty sistemy zemledeliya*. [System of agriculture of the Republic of Tatarstan. Tradition based innovation. Part 1. General aspects of the farming system]. Kazan': Tsentr innovatsionnykh tekhnologii. 2014; 2nd edition. 168 p.
22. Ibyatov RI, Shaykhutdinov FSh, Valiev AA. [Principal component analysis of spring wheat productivity]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2017; 2 (50). 17-22 p.
23. Shaytanov OL, Tagirov MSh. *Osnovnye tendentsii izmeneniya klimata Tatarstana v XXI veke (spravochnik)*. [The main trends in climate change in Tatarstan in the 21st century (reference book)]. Kazan': Foliant. 2018; 64 p.

Authors:

Serzhanova Albina Rafailevna – Ph.D. of Agricultural sciences, Associate Professor of Agrochemistry and Soil science Department, e-mail: serzhanovaalbina@mail.ru
 Gilyazov Minnegali Yusupovich – Doctor of Agricultural sciences, Professor of Agrochemistry and Soil science Department, e-mail: agro-pochvo@mail.ru
 Shaykhutdinov Farit Sharipovich – Doctor of Agricultural sciences, Professor of Plant and Horticulture Department, e-mail: faritshay@kazgau.com
 Serzhanov Igor Mikhaylovich, – Doctor of Agricultural sciences, Professor of Crop and Horticulture Department, e-mail: igor.serzhanov@kazan.com
 Daminova Anisa Ildarovna - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of biotechnology, animal husbandry and chemistry, e-mail: danis14@mail.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.