

*Научная статья*

УДК 633.113:631.559:551.5(470.56)

doi: 10.37670/2073-0853-2021-87-1-24-29

## **Особенности погодных условий и урожайности полевых культур в степной зоне Оренбургской области\***

**Николай Алексеевич Максютов, Александр Алексеевич Зоров, Виталий Юрьевич Скороходов, Дмитрий Владимирович Митрофанов, Юрий Васильевич Кафтан, Наталья Анатольевна Зенкова, Сергей Борисович Воропаев**

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН

**Аннотация.** В рукописи представлены средние данные за 2020 г. по осадкам, температуре воздуха, суховейным дням за сельскохозяйственный год, вегетационный период и по урожайности полевых культур в севооборотах. Целью исследования являлось определение максимальной урожайности полевых культур в зависимости от засушливых метеорологических условий в степной зоне Оренбургской области. В результате исследования установлено, что урожайность озимой пшеницы на удобренном фоне питания составила 45,6 ц и прибавка зерна – 19,3 ц с 1 га, озимой ржи – 35,6 и 13,3 ц с 1 га, злаково-бобовой смеси – 198,7 ц зелёной массы и прибавка 29,7 ц с 1 га соответственно. В условиях холодной весенней засухи весенняя подкормка озимых оказалась эффективной, на удобренном фоне прибавка зерна озимой пшеницы составила 14,2 ц, озимой ржи – 4,6 ц с 1 га. Урожайность ячменя составила на удобренном фоне 21,0 ц, неудобренном – 16,9 ц с 1 га. Яровая твёрдая и мягкая пшеницы в результате дефицита тепла в ночное время в июне сформировали урожайность в среднем по двум фонам 9 и 12 ц с 1 га соответственно. Сильнейшая засуха второй половины лета и дефицит осадков привели к снижению урожайности кукурузы на удобренном фоне до 42,2 ц с 1 га зелёной массы.

**Ключевые слова:** осадки, температура воздуха, суховейные дни, засуха, культура, фон питания, прибавка зерна, урожайность.

**Для цитирования:** Особенности погодных условий и урожайности полевых культур в степной зоне Оренбургской области / Н.А. Максютов, А.А. Зоров, В.Ю. Скороходов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (87). С. 24–29. doi: 10.37670/2073-0853-2021-87-1-24-29.

---

\* Исследование выполнено в соответствии с планом НИР на 2020–2021 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0003).

Original article

## Features of weather conditions and yield of field crops in the steppe zone of the Orenburg region

Nikolay A. Maksyutov, Alexander A. Zorov, Vitaliy Yu. Skorokhodov, Dmitry V. Mitrofanov, Yuri V. Kaftan, Natalya A. Zenkova, Sergey B. Voropaev

Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences

**Abstract.** The manuscript presents the average data for 2020 on precipitation, air temperature, dry days for the agricultural year, the growing season, and the yield of field crops in crop rotations. Research was carried out on agricultural crops in six-field crop rotations on a long-term stationary experimental site of the Federal research center. The purpose of the research work was to determine the maximum yield of field crops depending on arid meteorological conditions in the steppe zone of the Orenburg region. As a result of the study, it was found that the yield of winter wheat on a fertilized background of nutrition was 45.6 C with an increase in grain 19.3 C per 1 ha, winter rye 35.6 and 13.3 C per 1 ha, cereal-legume mixture 198.7 C of green mass and 29.7 C per 1 ha, respectively. In the conditions of cold spring drought, spring feeding of winter crops was effective, against a windless background, the increase in winter wheat grain was 14.2 C, winter rye – 4.6 C per 1 ha. The yield of barley was 21.0 C on a fertilized background, and 16.9 C on a non – fertilized background per 1 ha. Spring hard and soft wheat, as a result of the heat deficit at night in June, formed the yield, on average, for two backgrounds of 9 and 12 C per 1 ha, respectively. Severe drought in the second half of summer and lack of precipitation led to a decrease in the yield of corn on a fertilized background to 42.2 C per 1 ha of green mass.

**Keywords:** precipitation, air temperature, dry days, drought, culture, nutrition background, grain increase, yield.

**For citation:** Features of weather conditions and yield of field crops in the steppe zone of the orenburg region / N.A. Maksyutov, A.A. Zorov, V.Y. Skorokhodov et al. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; 87(1): 24–29. (In Russ.). doi: 10.37670/2073-0853-2021-87-1-24-29.

В настоящее время уровень урожайности сельскохозяйственных культур обуславливается погодными условиями, типом почвы и хозяйственной деятельностью. По утверждению многих исследователей, из природных и антропогенных факторов на урожайность культур наибольшее влияние оказывают метеорологические условия, минеральные удобрения и севооборот [1–3].

В России 70 % зернового клина расположено в зоне недостаточного увлажнения, в которой наблюдаются значительные колебания погодных условий и высокая повторяемость засух. Это приводит к существенной неустойчивости урожайности зерновых культур [4].

Для зоны Среднего Урала характерно проявление воздушной засухи, в результате которой сильно прогревается почва, усиливая тем самым испарение влаги. Высокие температуры воздуха способствуют снижению урожайности [5].

В условиях Среднего Поволжья особенностями климата региона являются температурные контрасты, дефицит влаги и интенсивная ветровая деятельность. В связи с глобальным изменением климата отмечается заметное повышение температурного режима на 1,7 °C, в отличие от среднемноголетней нормы. Количество выпавших осадков, температура воздуха в основном влияют на рост, развитие растений и на продуктивность полевых культур [6].

Одной из причин часто повторяющейся засухи в Оренбургской области является изменение погодных условий за последние 25–30 лет, которое сводится к повышению температуры воздуха на 2,1 °C за сельскохозяйственный год и резким среднесуточным её перепадам, и увеличению

количества суховейных дней по сравнению со среднемноголетними показателями. Основным фактором, влияющим на продуктивность полевых культур в севооборотах, является повышенный температурный режим [7]. За период исследований (1990–2019 гг.) в длительном стационарном опытном участке наблюдалось существенное изменение погодных условий и продуктивности полевых культур. Температура воздуха повысилась на 2,0 °C за год, осенью снизилась на 1,4 °C, зимой увеличилась на 2,6 °C, весной и летом – на 1,8 и 0,4 °C соответственно по сравнению со среднемноголетней нормой. Наибольшее количество выпавших осадков наблюдалось в 1990–2000 гг. – 548 мм и наименьшее – в 1994–1995 гг. – 250 мм по сравнению со среднемноголетним значением, равным 367 мм. За последние 12 лет (2008–2019 гг.) отмечались часто повторяющиеся засухи, которые приводили к снижению продуктивности всех полевых культур, кроме озимой пшеницы и ржи [8, 9].

Эффективное использование атмосферных осадков имеет важное значение для получения устойчивых урожаев яровых зерновых культур в засушливых степных районах Оренбургской области. В почве количество влаги накапливается главным образом в осенне-зимний период, что важнейшим образом зависит от погодных условий, предшественников и вида севооборотов [10]. На чернозёме южном Оренбургского Предуралья за период с 1990 по 2013 г. наблюдалось повышение температурного режима воздуха и его сухости при одновременном снижении запасов влаги к посеву и доступной для растений в слое почвы 0–100 см с учётом выпавших осадков за

вегетационный период. В результате это привело к снижению урожайности яровой твёрдой пшеницы [11–13]. Такие изменения в метеорологических условиях сказались и на снижении урожайности полевых культур в севооборотах на стационарном опытном участке.

**Целью исследования** являлось влияние погодных условий на урожайность сельскохозяйственных культур в степной зоне Оренбургской области.

**Материал и методы.** В 2020 г. на территории степной зоны Оренбургской области проводились исследования по изучению влияния метеорологических условий на урожайность полевых культур, возделываемых в шестипольных севооборотах на многолетнем опытном участке бывшего ОПХ им. Куйбышева ОНИСХ, ныне Федерального научного центра. Объектами исследования являются полевые культуры: озимая пшеница, озимая рожь, яровая твёрдая пшеница, яровая мягкая пшеница, ячмень, злаково-бобовая смесь (овёс + горох), суданская трава и кукуруза на силос.

В опыте применялся полевой метод исследования по севооборотам в соответствии с рекомендациями Б.А. Доспехова [14].

Схема полевого опыта состоит из восьми вариантов посевов в севооборотах с длинной ротацией. Применялся двухфакторный полевой опыт:  $2A \times 8B$ , где  $A$  – минеральные удобрения (аммиачная селитра, аммофоска),  $B$  – культура после предшественника: I – озимая пшеница после чёрного пара (контроль); II – озимая рожь после чёрного пара; III – **яровая твёрдая пшеница** после чёрного пара; IV – яровая мягкая пшеница после прося; V – ячмень после яровой мягкой пшеницы; VI – злаково-бобовая смесь (овёс+горох) после ячменя; VII – суданская трава после ячменя; VIII – кукуруза на силос после яровой твёрдой пшеницы.

Почва опытного участка – чернозём южный карбонатный малогумусный тяжелосуглинистый, с содержанием гумуса в слое почвы 0–30 см 3,2–4,0 %, подвижного фосфора – 1,5–2,5 мг, обменного калия – 30–38 мг на 100 г почвы.

Полевые опыты закладывались на удобренном и неудобренном фонах питания в четырёхкратной повторности. В осенний период под чёрные пары вносили  $P_{80}K_{40}$  кг д.в. на 1 га и под непаровые предшественники –  $N_{40}P_{40}$  кг д.в. на 1 га сеялкой СЗП-3,6, затем минеральные удобрения запахивали отвальным плугом на глубину 25–27 см. В весенний период после снеготаяния на делянках озимых культур проводили ручную подкормку аммиачной селитрой в дозе 30 кг действующего вещества на 1 га. Ширина делянки первого порядка была равна 14,4 м, второго – 7,2 м, третьего – 3,6 м с длиной 90 м. Длина делянки удобренного фона питания составляла 30 м, неудобренного – 60 м. Учётная площадь

делянок равнялась 180 м<sup>2</sup> для зерновых культур, 42 м<sup>2</sup> – для кукурузы на силос и 20 м<sup>2</sup> – для злаково-бобовой смеси и суданской травы.

Яровые ранние зерновые, поздние (кукуруза на силос) культуры и злаково-бобовая смесь высевались сеялками в начале мая на делянках опытного поля. В июне применяли в качестве посева суданскую траву, затем в конце августа высевали озимые культуры.

В опыте высевали сорта, прошедшие испытания для центральной зоны Оренбургской области, такие, как Пионерская 32 – озимая пшеница, Саратовская 6 – озимая рожь, Оренбургская 21 – яровая твёрдая пшеница, Учитель – яровая мягкая пшеница, Анна – ячмень, Скакун – овёс, Чишминский 210 – горох, Бродская 2 – суданская трава и РОСС-124МВ – кукуруза на силос.

Учёт урожая зерна проводился с помощью селекционного комбайна «Сампо 500» и корма – ручным и весовым методом, в котором применялись рамки 1 м<sup>2</sup> и полевые площадочные весы. Применялась агротехника и технология возделывания полевых культур в шестипольных севооборотах, рекомендуемая для степной зоны Оренбургской области.

Анализ погодных условий для степной зоны области проведён по данным Оренбургского гидрометцентра с целью определения их влияния на урожайность полевых культур, полученных в длительном стационарном опыте.

Среднегодовые показатели за сельскохозяйственный год составляли: температура воздуха – 4,3 °С, максимальная – 17,0 °С тепла, минимальная – 4,2 °С мороза, количество осадков – 367 мм.

**Результаты исследования.** За 2019/20 сельскохозяйственный год температура воздуха составляла 7,6 °С, количество осадков – 282 мм, число суховейных дней – 105, за вегетационный период – соответственно 18,2 °С при норме – 16,2 °С, 93 мм при норме 180 мм.

Особенностью погодных условий 2019/20 сельскохозяйственного года являются повышение температуры воздуха на 3,0 °С, дефицит осадков 27,5 мм, за вегетационный период – соответственно на 2,0 °С и 87 мм от среднегодовых показателей.

Число суховейных дней составляло 105, или на 49 дн. больше многолетней нормы. Осенний период похолодал на 3,3 °С, зима стала теплее обычного на 8,2 °С, увеличение осадков – на 47 мм; в весенний период дефицит тепла составлял 4,2 °С, уменьшение осадков – на 29 мм; летом температура воздуха увеличилась на 5,3 °С по сравнению со среднегодовыми данными.

Отмечались резкие перепады среднесуточной температуры: в мае в ночное время – 3,7 °С, в дневное – 29,0 °С, в июне – 8,0 °С и 30,0 °С соответственно. В связи с этим в весенний пе-

риод отмечался новый вид засухи – холодная, которая замедляла рост и развитие растений вследствие затухания биологических процессов в почве, особенно нитрификации, в результате которой не происходило образования доступного нитратного азота для полевых культур. Процесс нитрификации, проходящий в почве, являлся основным элементом для роста растений.

В июле отмечались аномальные погодные условия, когда в основном решается судьба урожая ранних и поздних культур. Во второй его декаде температура воздуха доходила до 43,0 °С, на почве – до 70–80 °С, с сильной ветровой сушевойной деятельностью, осадков за месяц выпало всего 7 мм, число сушевойных дней составляло 27.

Таким образом, за вегетационный период полевых культур отмечалось два вида засухи: в весенний период – холодная, во второй половине лета – с высокой температурой.

Реакция сельскохозяйственных культур на погодные условия была неоднозначной. Для озимых культур они были благоприятными в осенне-зимний и весенне-летний периоды. Более прохладная погода на 6,2 °С установилась в сентябре, отмечалось обильное выпадение осадков – 38 мм; в большом их количестве выпало зимой – 110 мм при норме 63 мм, при этом зима была теплее обычного на 8,2 °С, сложились все условия для формирования высокого урожая. По своим биологическим особенностям они весной хорошо переносили холодную засуху и были также устойчивы к июньской.

В связи с дефицитом тепла весной и затуханием биологических процессов в почве отмечалась высокая эффективность минеральных удобрений. Так, при урожайности озимой пшеницы на удобренном фоне 45,6 ц с 1 га прибавка зерна составляла 19,3 ц с 1 га, озимой ржи – соответственно 35,6 ц и 13,3 ц с 1 га (табл. 1).

Для ранних яровых зерновых культур в весенне-летний период сложились неблагоприятные погодные условия. В мае из-за дефицита тепла в ночное время рост растений был замедлен, в июне – июле из-за сильнейшей засухи

количество сушевойных дней составило соответственно 21 и 27. Однако от полной гибели посевы яровой твёрдой, мягкой пшеницы и ячменя в эти месяцы спасла прохладная погода в ночное время, которая соответственно составляла 8,0 и 12,7 °С. Урожайность яровой твёрдой пшеницы по чёрному пару на удобренном фоне питания была равна 10,4 ц с 1 га, на неудобренном – 7,5 ц с 1 га, яровой мягкой пшеницы – 13,6 и 10,3 ц с 1 га соответственно. Ячмень сформировал среднюю урожайность: на удобренном фоне – 21,0 ц, неудобренном – 16,9 ц с 1 га. На наш взгляд, это объясняется тем, что эта культура меньше подвержена холодной засухе и более устойчива к июньской и июльской засухам по своей биологии. В условиях холодной засухи самую высокую урожайность сформировала злаково-бобовая смесь, которая по своим биологическим особенностям хорошо переносит дефицит тепла.

В связи с затуханием биологических процессов в почве и особенно с возникновением недостатка в ней азота эффективность внесения минеральных удобрений под злаково-бобовую смесь была очень высокая: при урожайности 198,7 ц с 1 га прибавка зелёной массы составила 29,7 ц с 1 га.

Поздние культуры, суданская трава летнего срока посева и кукуруза на силос были подвержены засухе в сильной степени в июле и августе, когда выпало осадков 7 и 12 мм соответственно, а число сушевойных дней составило 27 и 18.

Средняя урожайность зелёной массы на двух фонах питания составила: суданской травы 125,1 ц, кукурузы – 115,6 ц с 1 га. В результате дефицита осадков, особенно почвенной влаги, эффект от внесения удобрений на посевах суданской травы отсутствовал, кукуруза снизила урожайность на удобренном фоне на 42,2 ц с 1 га зелёной массы. Причиной являлась повышенная концентрация почвенного раствора на удобренном фоне питания.

Дефицит тепла в весенний период, низкий уровень биологических процессов в почве и образование нитратного азота явились причиной высокой эффективности применения весной

#### 1. Урожайность сельскохозяйственных культур по двум фонам питания, ц с 1 га

Вариант	Культура, предшественник	Фон питания			
		удобренный	неудобренный	прибавка + или –	среднее по двум фонам питания
I	Озимая пшеница по чёрному пару	45,6	26,3	+19,3	35,9
II	Озимая рожь по чёрному пару	35,6	22,3	+13,3	29,0
III	Яровая твёрдая пшеница по чёрному пару	10,4	7,5	+2,9	9,0
IV	Яровая мягкая пшеница по просу	13,6	10,3	+2,3	12,0
V	Ячмень по мягкой пшенице	21,0	16,9	+4,1	19,0
VI	Овёс + горох по ячменю	198,7	169,0	+29,7	183,9
VII	Суданская трава по ячменю	123,0	127,0	–4,0	125,1
VIII	Кукуруза на силос по твёрдой пшенице	94,5	136,7	–42,2	115,0

**Примечание:** на удобренный фон питания вносили  $P_{80}K_{40}$  кг д.в. на 1 га под чёрный пар и  $N_{40}P_{40}$  кг д.в. на 1 га под непаровые предшественники.

подкормки озимых аммиачной селитрой. На неудобренном фоне урожайность озимой ржи повысилась на 4,6 ц, озимой пшеницы – на 14,2 ц с 1 га, а избыточное количество азота на удобренном фоне привело к её снижению соответственно на 14,6 и 9,9 ц с 1 га (табл. 2).

При сравнительном анализе и выявлении наиболее эффективного варианта подкормки установлено, что удобренный фон без неё по сравнению с неудобренным, но с подкормкой, обеспечивает прибавку озимой ржи 8,7 ц, озимой пшеницы – 5,0 ц с 1 га. Неудобренный фон с подкормкой в сравнении с удобренным с подкормкой обеспечил прибавку озимой ржи на 10,9 ц, озимой пшеницы – на 4,8 ц с 1 га.

При сравнении удобренного фона с подкормкой с неудобренным без неё установлено, что урожайность озимой ржи повышается на 6,3 ц, озимой пшеницы – на 9,4 ц с 1 га.

Результаты сравнительного анализа дают возможность выбрать наиболее эффективный вариант весенней подкормки в условиях производства.

**Выводы**

1. За все годы многолетних стационарных исследований 2019/20 сельскохозяйственный год по своим погодным условиям заметно отличался не только от среднемноголетних показателей, но и от предшествующих лет. Среди отличий следует выделить аномальную тёплую зиму – на 8,2 °C выше нормы, обильное выпадение осадков – на 47 мм больше, дефицит тепла в весенний период и холодный вид засухи, отсутствие осадков во второй половине лета и большое количество суховейных дней, сильная ветровая деятельность.

2. Для озимых культур осенне-зимний и весенний периоды были благоприятными для

формирования высокого урожая, а дефицит тепла в ночное время и затухание биологических процессов в почве с отсутствием азота сыграли положительную роль при основном внесении минеральных удобрений, в том числе и весенней подкормки озимых культур. При урожайности озимой пшеницы на удобренном фоне 45,6 ц с 1 га прибавка зерна составила 19,3 ц, озимой ржи – соответственно 35,6 ц и 13,3 ц с 1 га, а подкормка обеспечила на неудобренном фоне 14,2 ц и 4,6 ц с 1 га соответственно.

3. Рост и развитие ранних яровых зерновых культур проходил в крайне неблагоприятных условиях в весенний период из-за дефицита тепла и резких перепадов температур и во второй половине лета в результате сильной засухи и отсутствия значительных осадков в июле и августе. Однако низкая температура в ночное время в этот период сыграла положительную роль в получении удовлетворительного урожая и полностью спасла его от гибели.

4. Реакция кормовых культур на сложившиеся погодные условия была неоднозначной. Злаково-бобовая смесь (овёс+горох) как холодостойкие культуры были устойчивыми к низким ночным температурам воздуха, а недостаточное содержание биологического азота в почве способствовало, как и для озимых культур, хорошей отдаче от применения минеральных удобрений.

Суданская трава летнего срока посева и кукуруза на силос во второй половине лета были в сильной степени подвержены почвенной и атмосферной засухе, что явилось причиной низкой их урожайности, а внесение минеральных удобрений привело даже к существенному снижению её по кукурузе на силос.

2. Прибавка зерна озимых культур в зависимости от фонов питания и весенней подкормки, ц с 1 га

Фон питания	Урожайность	Прибавка зерна по фонам питания, + или –					
		удобренный	удобренный + подкормка	неудобренный + подкормки	в сравнении		
удобренный без подкормки и неудобренный + подкормка	удобренный + подкормка и неудобренный + подкормка				удобренный + подкормка и неудобренный без подкормки		
Озимая пшеница							
Удобренный	45,6	+19,3	–	–	+5,0	–	–
Удобренный + подкормка	35,7	–	–9,9	–	–	–	+9,4
Неудобренный	26,3	–	–	–	–	–	–
Неудобренный + подкормка	40,5	–	–	+14,2	–	+4,8	–
Озимая рожь							
Удобренный	35,6	+13,3	–	–	+8,7	–	–
Удобренный + подкормка	16,0	–	–19,6	–	–	–	–
Неудобренный	22,3	–	–	–	–	–	+6,3
Неудобренный + подкормка	26,9	–	–	+4,6	–	+10,9	–

**Примечание:** весенняя подкормка озимых культур проводилась аммиачной селитрой в дозе 30 кг д.в. на 1 га.

## Литература

1. Давлятшин И.Д., Бакиров Н.Б. Роль агроклиматических условий в формировании урожая яровой пшеницы в лесостепи Татарстана // *Зерновое хозяйство России*. 2006. № 4. С. 21–22.
2. Лазарев В.И. Природные и антропогенные факторы // *Земледелие*. 1999. № 3. С. 11–14.
3. Погода и урожай / Я. Байер, Р. Буреш, В. Цоуфал [и др.]. М.: Агропромиздат, 1990. 331 с.
4. Дегтярёва Г.В. Погода, урожай и качество зерна яровой пшеницы. Л.: Гидрометеоздат, 1981. 216 с.
5. Постников П.А. Воздействие предшественников и метеорологических условий на урожайность ярового ячменя // *Вестник КрасГАУ*. 2018. № 4 (139). С. 48–53.
6. Васин В.Г., Самохвалова Е.В. Особенности погодных условий и совершенствование приёмов возделывания полевых культур в Среднем Поволжье // *Аграрная наука и образование в условиях становления инновационной экономики: матер. междунар. науч.-практич. конф. Оренбург*, 2012. Ч. 1. С. 30–38.
7. Засуха и урожай / Н.А. Максютков, А.А. Зоров, В.Ю. Скороходов [и др.] // *Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства в условиях часто повторяющихся засух: сб. науч. трудов. Оренбург: ООО «Агентство Пресса»*, 2017. С. 26–33.
8. Влияние погодных условий на урожайность полевых культур в степной зоне Оренбуржья / Н.А. Максютков, А.А. Зоров, Д.В. Митрофанов [и др.] // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020. № 4. С. 8–17.
9. Влияние холодной засухи на урожайность сельскохозяйственных культур в степной зоне Оренбуржья / Н.А. Максютков, А.А. Зоров, В.Ю. Скороходов [и др.] // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020. № 4 (84). С. 25–28.
10. Тихонов В.Е. Погода и урожай в Оренбургском Приуралье. Оренбург, 2009. 232 с.
11. Крючков А.Г. Эволюция основных погодных факторов и урожайности яровой твёрдой пшеницы // *Аграрная наука*. 2016. № 3. С. 8–11.
12. Крючков А.Г. Погодные факторы и их связи с фотосинтетическими показателями яровой твёрдой пшеницы в степи Оренбургского Зауралья // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2016. № 4 (60). С. 33–36.
13. Влияние предшественников и фона питания на урожайность яровой твёрдой пшеницы в засушливой степи Оренбургского Предуралья / Н.А. Максютков, А.А. Зоров, В.Ю. Скороходов [и др.] // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020. № 3. С. 11–17.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

**Николай Алексеевич Максютков**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Россия, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, maksyutov.n@mail.ru

**Александр Алексеевич Зоров**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Россия, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, заместитель директора, orniish@mail.ru

**Виталий Юрьевич Скороходов**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Россия, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, skorohodov.vitali1975@mail.ru

**Дмитрий Владимирович Митрофанов**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Россия, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, dvm.80@mail.ru

**Юрий Васильевич Кафтан**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Россия, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, yu.kaftan@bk.ru

**Наталья Анатольевна Зенкова**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Россия, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, natalya.zenkova1977@mail.ru

**Сергей Борисович Воропаев**, кандидат биологических наук, научный сотрудник. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Россия, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, serega661@yandex.ru

**Nikolay A. Maksyutov**, Doctor of Agriculture, Professor, Chief Researcher. Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences. 27/1, Gagarin Ave., Orenburg, 460051, Russia, maksyutov.n@mail.ru

**Alexander A. Zorov**, Candidate of Agriculture, Leading Researcher. Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences. 27/1, Gagarin Ave., Orenburg, 460051, Russia, orniish@mail.ru

**Vitaliy Y. Skorokhodov**, Candidate of Agriculture, Leading Researcher. Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences. 27/1, Gagarin Ave., Orenburg, 460051, Russia, skorohodov.vitali1975@mail.ru

**Dmitry V. Mitrofanov**, Candidate of Agriculture, Leading Researcher. Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences. 27/1, Gagarin Ave., Orenburg, 460051, Russia, dvm.80@mail.ru

**Yuri V. Kaftan**, Candidate of Agriculture, Leading Researcher. Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences. 27/1, Gagarin Ave., Orenburg, 460051, Russia, yu.kaftan@bk.ru

**Natalya A. Zenkova**, Candidate of Agriculture, Senior Researcher. Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences. 27/1, Gagarin Ave., Orenburg, 460051, Russia, natalya.zenkova1977@mail.ru

**Sergey B. Voropaev**, Candidate of Biology, Researcher. Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences. 27/1, Gagarin Ave., Orenburg, 460051, Russia, serega661@yandex.ru