

DOI 10.22363/2312-797X-2020-15-3-263-271
УДК 633.13:631.559

Научная статья / Research article

Реакция абиотических условий на формирование урожайности зерна овса ярового в условиях Северного региона РФ

И.В. Зобнина*, В.А. Корелина, О.Б. Батакова

Приморский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени
академика Н.П. Лаверова Российской академии наук — «Архангельский научно-
исследовательский институт сельского хозяйства»,
Архангельская обл., Российская Федерация
*19651960@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты полевых экспериментов на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, типичной для Северного региона РФ, проведенных в 2012—2019 гг. с целью выявления зависимости урожайности зерна сортов овса ярового от абиотических условий. В годы исследований погодные условия значительно различались, что соответственно отразилось на продуктивности зерна овса. Установлено, что урожайность зерна овса ярового имеет очень слабую корреляционную связь с суммой эффективных температур, слабую — с суммой осадков и отрицательную — со средней температурой воздуха, что свидетельствует о возможности ведения семеноводства этой культуры в условиях исследуемой зоны. По полученным данным урожайность зерна значительно варьировалась по годам. Причины снижения продуктивности зерна в отдельные годы различались и носили комплексный характер. Выделены наиболее пластичные сортообразцы по урожайности зерна.

Ключевые слова: овёс яровой, урожайность зерна, сорта, гидротермический коэффициент, температура, осадки, корреляция

Заявление о конфликте интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи:

Поступила в редакцию: 8 июля 2020 г. Принята к публикации: 6 сентября 2020 г.

Для цитирования: Зобнина И.В., Корелина В.А., Батакова О.Б. Реакция абиотических условий на формирование урожайности зерна овса ярового в условиях Северного региона РФ // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2020. Т. 15. № 3. С. 263—271. doi: 10.22363/2312-797X-2020-15-3-263-271

© Зобнина И.В., Корелина В.А., Батакова О.Б., 2020



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Influence of abiotic factors on spring oat yields in the Northern region of Russian Federation

Irina V. Zobnina*, Valentina A. Korelina, Olga B. Batakova

Branch of Federal Center for Integrated Arctic Research of the Russian Academy of Sciences —
Arkhangelsk Research Institute of Agriculture,
Arkhangelsk region, Russian Federation

*Corresponding author: 19651960@mail.ru

Abstract. Field experiments were carried out on sod-podzolic medium loamy soil, typical for the Northern region of the Russian Federation, in 2012—2019. The dependence of spring oat yields on abiotic conditions was studied. During the research years, the weather conditions varied significantly, which affected the productivity of spring oat. The yield of spring oat grain was found to have a very weak correlation with the effective temperature sum, weak correlation — with the total precipitation, and negative correlation — with the mean air temperature, which indicates the possibility of seed production of this crop in the Northern region of the Russian Federation. According to the data obtained, grain yields varied significantly from year to year. The reasons for the decline in grain productivity in individual years were different and complex. The most plastic cultivars with high productivity were identified.

Keywords: spring oats, grain yield, cultivars, hydrothermal coefficient, temperature, precipitation, correlation

Conflicts of interest

The authors declared no conflicts of interest.

Article history:

Received: 8 July 2020. Accepted: 6 September 2020

For citation:

Zobnina IV, Korelina VA, Batakova OB. Influence of abiotic factors on spring oat yields in the Northern region of Russia. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2020; 15(3):263—71. (In Russ). doi: 10.22363/2312-797X-2020-15-3-263-271

Введение

Для условий южной части Северного региона России наиболее перспективной зерновой культурой является овёс яровой. Использование овса в качестве компонента в однолетних травосмесях обусловило широкое его распространение в зоне. Одна из основных задач селекции овса в условиях Северного региона — создание адаптивных сортов, обладающих высоким потенциалом продуктивности зерна и зеленой массы, достаточно скороспелых, устойчивых к полеганию, осыпанию и болезням. В своей работе ряд исследователей отмечают «овёс — растение умеренного климата. Семена прорастают при низких температурах, хорошо переносят весенние заморозки (до минус 5 °С). Летнюю засуху овёс переносит плохо, особенно в период от начала выхода растений в трубку до выметывания. Овёс хорошо переносит переувлажнение почвы, однако во время налива зерна избыточное увлажнение вызывает образование подгона и затягивает вегетацию» [1]. О влиянии погодных условий упоминали в своих научных работах многие исследователи:

«...важно, чтобы создаваемые сорта обладали устойчивостью к действию абиотических и биотических стрессов. Одним из факторов, воздействующих на рост и развитие овса, являются погодные условия» [2—4]. В разных климатических зонах лимитирующие факторы могут быть различны. Ряд авторов отмечают, что продуктивность сельскохозяйственных культур во многом определяется складывающимся гидротермическим режимом в период вегетации. На нее сильное влияние оказывают многие абиотические факторы среды — резкое колебание температур в течение суток, повышенные температуры, недостаточное или избыточное количество осадков, продолжительные и повторяющиеся засухи, осадки в виде ливней и многое другое [5, 6]. В то же время при создании новых сортов приходится решать еще и проблему сочетания потенциальной урожайности с экологической приспособленностью [7]. В целях уменьшения экологической зависимости сортов особый приоритет должна получить целенаправленная селекция на адаптивность к конкретным и прежде всего экстремальным погодным условиям [8, 9].

Биоклиматические условия Северного региона позволяют успешно заниматься возделыванием овса ярового как на зеленую массу, так и на получение полноценного зерна. Урожайность зерна в сельхозпредприятиях, расположенных в южных районах Архангельской области, за последние пять лет колебалась в пределах 2,4...3,2 т/га.

Сумма активных температур в южной части Северного региона составляет 1700...1850 °С, годовое количество осадков 470...620 мм, средняя продолжительность безморозного периода 127 дней. За период активной вегетации растений (температура выше 10 °С) выпадает до 300 мм осадков. Минимальное количество осадков приходится на зимние месяцы и начало весны, максимальное — на июль-сентябрь [10].

Цель исследований — изучить влияние абиотических факторов среды на продуктивность зерна овса ярового в условиях Северного региона РФ и выделить перспективные образцы по данному признаку.

Материалы и методы исследований

Полевые и лабораторные исследования проводились в питомниках конкурсного сортоиспытания овса ярового в 2012—2019 гг. в лаборатории растениеводства Архангельского НИИСХ, на одном и том же опытном участке. Почву данного участка можно отнести к высококультуренной, дерново-подзолистой. Отбор почвенных образцов проводился по ГОСТ 28168—89. По механическому составу почва среднесуглинистая, глееватая, с повышенным содержанием гумуса (3,7%), реакция почвенного раствора нейтральная (рН — 6,5). Почва насыщена фосфором 23,5 мг/г, калием 27,8 мг/г на 100 г почвы (по Кирсанову), общего азота — 0,11%. Мощность пахотного горизонта — 20...22 см. Площадь делянки — 10 м², повторность — четырехкратная. В исследованиях представлены перспективные сортообразцы, изучаемые в конкурсном сортоиспытании и выделяющиеся по продуктивности зерна. В качестве стандарта использовался районированный для Архангельской области сорт ярового овса — Кречет. Агротехника — общепринятая в данной зоне с минимальными затратами материально-технических средств.

При проведении наблюдений, оценок и учетов использовали методики: «Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса» (Санкт-Петербург, 2012), «Международный классификатор СЭВ» (Ленинград, 1984), «Методика Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур» (М., 1985).

За вегетационный период проведены фенологические и сопутствующие наблюдения, оценка растений на поражаемость болезнями, повреждение вредителями, учеты зеленой массы, урожайности семян. Использовали оборудование: сеялки СКС-6—10, рыхлитель РФ-1, Сампо-130. Послеуборочную подработку проводили на аспирационной колонке АК-1.

Исследования проводили с резко контрастными метеорологическими условиями, которые по-разному влияли на рост, развитие и продуктивность изучаемых сортов.

Математическую обработку экспериментальных данных проводили статистическими методами по Б.А. Доспехову с использованием программы Microsoft Office Excel 2007, пакета компьютерных программ AGROS v. 2.07 и программы TATGRAPHICS for Windows v. 5.1.

Результаты исследований и обсуждения

Сравнительная характеристика урожайности зерна сортов овса ярового в конкурсном сортоиспытании (рис. 1) показала, что продуктивность данной культуры в значительной степени подвержена влиянию агрометеорологических условий.



Рис. 1. Конкурсное сортоиспытание, 2019 г.

Fig. 1. Competitive cultivar testing, 2019

Метеорологические условия в период проведения исследований были резко контрастными. Сумма эффективных температур варьировала от 1158 °С в 2017, 2019 гг. до 1631 °С в 2016 г., средняя температура в вегетационный период при этом изменялась от 11,72 °С в 2014 г. до 15,26 °С в 2016 г. Количество выпавших осадков по годам изменялось от 121 мм в 2013 г., до 371 мм в 2019 г. В 2013, 2016, 2018 гг. осадков выпало меньше нормы (норма 297, 253 и 239 мм), по остальным годам больше нормы, и в определенные периоды вегетации наблюдалось переувлажнение почвы.

Периоды вегетации 2012—2016 гг. и 2018 г. были относительно благоприятны для роста и развития овса ярового (табл. 1). Сумма эффективных температур в эти годы была выше среднемноголетних значений на 300...564 °С (среднемноголетние — 1067 °С). Сумма выпавших осадков за вышеперечисленные периоды составила 66...174% от нормы (норма 183 мм). Периоды вегетации 2017, 2019 гг. по тепло обеспеченности уступали вышеперечисленным годам. Сумма эффективных температур за периоды исследований была выше среднемноголетних значений на 91 °С, количество выпавших осадков от нормы составило 130% в 2017 г. и 203% в 2019 г. В первую и вторую декаду июня и первую декаду июля 2018 г. выпали обильные осадки с существенным недостатком тепла, суточная температура составляла от –2 до +20 °С. В результате неблагоприятных погодных условий, сложившихся в первую и вторую декаду июня 2018 г., произошло значительное ухудшение роста и развития овса ярового, что оказало влияние на продуктивность и продолжительность периода вегетации.

Таблица 1

Метеоусловия за периоды исследований с 2012 по 2019 гг.

Показатели	Годы							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Сумма эффективных температур, °С	1375	1468	1367	1429	1631	1158	1415	1158
Дата перехода среднесуточной температуры воздуха через 10 °С	11.05	11.05	10.05	11.05	15.05	8.06	16.05	6.05
Средняя температура воздуха в вегетационный период, °С	13,58	14,5	11,72	14,18	15,26	12,42	14,02	13,2
Сумма осадков за вегетационный период, мм	318	121	224	195	180	237	179	371

Table 1

Weather conditions for research periods, 2012–2019

Indicator	Year							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Effective temperature sum, °С	1375	1468	1367	1429	1631	1158	1415	1158
Date of transition to mean daily air temperature above 10 °С	11.05	11.05	10.05	11.05	15.05	8.06	16.05	6.05
Mean air temperature during vegetative periods, °С	13.58	14.5	11.72	14.18	15.26	12.42	14.02	13.2
Total precipitation during vegetative periods, mm	318	121	224	195	180	237	179	371

Для оценки условий увлажнения вегетационных периодов применяли гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова (рис. 2). Суммарное значение ГТК было наименьшим в 2013 г. и равнялось — 0,9, что указывает на недостаточную влагообеспеченность с/х культур. В 2015, 2016 и 2018 гг. коэффициент равен — 1,4, что указывает на умеренно влажные годы. Годы со значением коэффициентов выше 1,6 соответствуют повышенному и высокому значению ГТК.



Рис. 2. Значения гидротермического коэффициента в 2012–2019 гг.

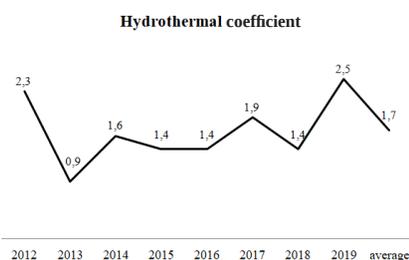


Fig. 2. Hydrothermal coefficient, 2012–2019

Урожайность образцов овса за годы исследований изменялась в сильной степени и была значительно ниже потенциально возможной (табл. 2). Основной причиной являлись резкие изменяющиеся погодные условия. В табл. 2 приведены перспективные образцы, выделившиеся по продуктивности за годы исследований. Наиболее благоприятными для формирования урожая зерна овса ярового сложились условия 2012, 2014 и 2015 гг., в результате средняя урожайность за эти три года составила 6,6; 4,5 и 5,7 т/га соответственно. Несколько менее урожайными были 2016 и 2017 гг. с урожайностью зерна 4,0 и 4,3 т/га. Низкая урожайность овса получена в 2013, 2018 и 2019 гг. — 3,5; 3,0 и 3,7 т/га соответственно. Самым неблагоприятным по агрометеоусловиям был вегетационный период 2018 г., когда средняя урожайность по изученным перспективным сортам составила 3,0 т/га.

Таблица 2

Продуктивность овса ярового в конкурсном сортоиспытании в 2012–2019 гг., т/га

Образец	Годы							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Кречет, стандарт	7,3	2,0	3,7	5,3	3,1	4,0	2,4	3,7
10Н 2401	—	4,8	5,1	5,6	4,4	—	—	—
127 h 06	6,5	3,1	4,5	5,6	3,7	—	—	—
55h2191	6,3	3,6	5,2	6,7	—	—	—	—
И-2950	6,1	3,5	4,5	5,6	4,9	3,9	—	—
И-3911	—	3,6	4,5	—	—	—	—	—
289 h 06	6,2	4,0	4,1	5,5	—	—	—	—
И-2961	7,2	3,5	4,6	6,0	3,9	—	—	—
Н2555	—	—	—	5,6	3,9	4,3	3,2	3,3
Н2502	—	—	—	—	4,0	4,8	3,3	4,1
В среднем по годам	6,6	3,5	4,5	5,7	4,0	4,3	3,0	3,7

Spring oat yields in competitive cultivar testing, t/ha

Cultivar	Year							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Krechet (control)	7.3	2.0	3.7	5.3	3.1	4.0	2.4	3.7
10H 2401	–	4.8	5.1	5.6	4.4	–	–	–
127 h 06	6.5	3.1	4.5	5.6	3.7	–	–	–
55h2191	6.3	3.6	5.2	6.7	–	–	–	–
I-2950	6.1	3.5	4.5	5.6	4.9	3.9	–	–
I-3911	–	3.6	4.5	–	–	–	–	–
289 h 06	6.2	4.0	4.1	5.5	–	–	–	–
I-2961	7.2	3.5	4.6	6.0	3.9	–	–	–
H2555	–	–	–	5.6	3.9	4.3	3.2	3.3
H2502	–	–	–	–	4.0	4.8	3.3	4.1
Average	6.6	3.5	4.5	5.7	4.0	4.3	3.0	3.7

Самым высокопродуктивным по урожайности выделился 2012 г., который характеризовался высокими значениями суммы эффективных температур (выше нормы на 308 °С), количеством осадков за вегетационный период выше нормы на 135 мм и со значением ГТК — 2,3.

Наиболее высокие урожаи у перспективных образцов овса (4,5...6,6 т/га) получены в годы с гидротермическим коэффициентом за вегетационный период 1,4...2,3, а самые низкие (3,0; 3,5; 3,7 т/га) — в годы с ГТК 0,9; 1,4; 2,5. Из представленных в табл. 2 образцов наиболее пластичными показали себя в условиях Северного региона 10Н2401, 289h06, И 2961.

В селекционной работе наибольшую практическую ценность представляют корреляционные взаимосвязи между признаками и внешними факторами. Результаты применения математико-статистических методов корреляционного анализа зависимости урожайности зерна овса ярового от погодных условий субарктической зоны показали как положительную, так и отрицательную корреляцию.

Продуктивность образцов овса ярового не коррелирует с суммой эффективных температур за вегетационный период без учета периода фенотаз ($r = +0,001$) и слабо положительно коррелирует с суммой осадков за вегетационный период ($r = + 0,35$). Это показывает, что изученные образцы овса не требовательны к высоким положительным температурам, но при этом требуют достаточного количества влаги, особенно в период от выхода растений в трубку до цветения. При недостаточном увлажнении происходит резкое снижение урожайности, так как в это время начинается развитие генеративных органов. Более поздние обильные осадки вызывают подгон и затягивают созревание, из-за чего зерно не всегда успевает вызреть до наступления морозов.

Заключение

Существенное влияние на формирование урожайности зерна овса ярового в условиях Северного региона РФ оказывают зональные и складывающиеся агрометеорологические условия вегетационного периода. На протяжении 8 лет исследовательской работы с различными погодными условиями средняя урожайность разных образцов овса ярового колебалась от 3,0 до 6,6 т/га. В результате анализа погодных условий в период вегетации во взаимоотношении с продуктивностью зерна выявлено, что для получения урожайности овса свыше 4,5 т/га необходимы: сумма эффективных температур выше 1350 °С, ГТК не менее 1,6.

Выделены наиболее пластичные и продуктивные сортообразцы овса ярового 10Н2401, 289h06, И 2961.

Библиографический список

1. Тоноян С.В., Киселёв Е.Ф., Афанасьева В.К., Зяблова М.Н., Богданов А.Ю., Бунеев М.П. Влияние климатических условий и предшественников на урожайность и качество овса // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2012. № 4. С. 41–48.
2. Агроклиматические ресурсы Архангельской области. Л.: Гидрометеорологическое изд., 1971. 136 с.
3. Безгодов А.В., Ахметханов В.Ф. Адаптивная способность сортов овса и интенсификация технологии их выращивания в условиях Среднего Урала // Научные исследования: от теории к практике. 2016. № 4 (10). С. 200–210. doi: 10.21661/r-113661
4. Косяненко А.П. Роль влагообеспеченности в изменении хозяйственно-биологических признаков овса // Вестник Красноярского ГАУ. 2007. № 1. С. 117–121.
5. Васьюк И.А., Бакаев Н.М. Зависимость урожая яровой пшеницы от климатических факторов // Земледелие. 1988. № 5. С. 37–38.
6. Титаренко А.В., Коробова Н.А. Экологическое сортоиспытание гороха в условиях приазовской зоны Ростовской области // Аграрная наука. 2013. № 8. С. 14–15.
7. Алабушев А.В. Состояние и пути эффективной отрасли растениеводства. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2012. 384 с.
8. Беспалова Л.А. Эколого-генетические особенности формирования адаптивного потенциала сортов озимой пшеницы нового поколения // Экологическая генетика культурных растений: мат. школы молодых ученых. Краснодар: Изд-во РАСХН, ВНИИ Риса, 2005. С. 35–38.
9. Ионова Е.В., Газе В.Л., Некрасов Е.И. Перспективы использования адаптивного районирования и адаптивной селекции сельскохозяйственных культур // Зерновое хозяйство России. 2013. № 3(27). С. 19–22.
10. Корелина В.А. Влияние абиотических факторов на семенную продуктивность клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) // Адаптивное кормопроизводство. 2019. № 2. С. 40–47. doi: 10.33814/AFP-2222-5366-2019-2-40-47

References

1. Tonoyan SV, Kiselev EF, Afanaseeva VK, Ziablova MN, Bogdanov AY, Buneev MP. Influence of climatic conditions and precursors on oat yield and quality. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2012; (4):41–48. (In Russ).
2. *Agroklimaticheskie resursy Arkhangel'skoi oblasti* [Agroclimatic resources of the Arkhangelsk region]. Leningrad: Hydrometeorological publ.; 1971. (In Russ).
3. Bezgodov AV, Akhmetkhanov VF. Adaptive capacity of oat varieties and intensification of their growing technology in the Middle Urals. In: *Scientific research: from theory to practice. Conference proceedings of X Int. scientific conference, 30 October 2016, Cheboksary, Russia*. Cheboksary: Interaktiv plyus publ.; 2016. p.200–210. (In Russ). doi: 10.21661/r-113661

4. Kosyanenko AP. The role of water availability in changing the economic and biological characteristics of oats. *Bulletin of KSAU*. 2007; (1):117–121. (In Russ).
5. Vasko IA, Bakaev NM. Dependence of spring wheat yield on climatic factors. *Zemledelie*. 1988; (5):37–38. (In Russ).
6. Titarenko AV, Korobova NA. Ecological testing of pea sorts in conditions of Rostov region. *Agrarian science*. 2013; (8):14–15. (In Russ).
7. Alabushev AV. *Sostoyanie i puti effektivnoi otrasli rastenievodstva* [State and ways of effective crop production]. Rostov-on-Don: Kniga publ., 2012. (In Russ).
8. Bespalova LA. Ecological and genetic features of adaptive potential formation of new-generation winter wheat varieties. In: *Ecological genetics of cultivated plants: Conference proceedings*. Krasnodar: RASKHN publ.; 2005. p.35–38. (In Russ).
9. Ionova EV, Gaze VL, Nekrasov EI. Perspective of use of adaptive zoning and adaptive selection of crops (review). *Grain Economy of Russia*. 2013; (3):19–22. (In Russ).
10. Korelina VA. Influence of abiotic factors on seed productivity of red clover (*Trifolium pratense* L.) in subarctic conditions of the Russian Federation. *Adaptive Fodder Production*. 2019; (2):40–47. (In Russ). doi: 10.33814/AFP-2222–5366–2019–2–40–47

Об авторах:

Зобнина Ирина Валентиновна — научный сотрудник лаборатории растениеводства, Приморский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Российской академии наук — «Архангельский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», Российская Федерация, 163032, Архангельская обл., Приморский р-н., пос. Луговой, д. 10; e-mail: 19651960@mail.ru

Корелина Валентина Александровна — кандидат сельскохозяйственных наук, Приморский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Российской академии наук — «Архангельский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», Российская Федерация, 163032, Архангельская обл., Приморский р-н., пос. Луговой, д. 10; e-mail: korelina60@mail.ru

Батакова Ольга Борисовна — кандидат сельскохозяйственных наук, Приморский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Российской академии наук — «Архангельский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», Российская Федерация, 163032, Архангельская обл., Приморский р-н., пос. Луговой, д. 10; e-mail: 19651960@mail.ru

About authors:

Zobnina Irina Valentinovna — Researcher, Plant Growing Laboratory, Branch of Federal Center for Integrated Arctic Research of the Russian Academy of Sciences — Arkhangelsk Research Institute of Agriculture, 10, Lugovoy vil., Primorsky district, Arkhangelsk region, 163032, Russian Federation; e-mail: 19651960@mail.ru

Korelina Valentina Aleksandrovna — Candidate of Agricultural Sciences, Branch of Federal Center for Integrated Arctic Research of the Russian Academy of Sciences — Arkhangelsk Research Institute of Agriculture, 10, Lugovoy vil., Primorsky district, Arkhangelsk region, 163032, Russian Federation; e-mail: korelina60@mail.ru

Batakova Olga Borisovna — Candidate of Agricultural Sciences, Branch of Federal Center for Integrated Arctic Research of the Russian Academy of Sciences — Arkhangelsk Research Institute of Agriculture, 10, Lugovoy vil., Primorsky district, Arkhangelsk region, 163032, Russian Federation; e-mail: 19651960@mail.ru