

УДК 633.11 «321»:631.4

DOI: 10.30914/2411-9687-2019-5-4-407-413

## ВЛИЯНИЕ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В ТЕХНОЛОГИИ ВАКУУМНОЙ СУШКИ

Г. И. Пашкова, Н. О. Бурова

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

**Введение.** Погодные условия Республики Марий Эл не всегда позволяют получать зерно яровой пшеницы с высокими технологическими свойствами. В связи с этим одно из направлений использования зерна с невысокими технологическими свойствами – применение пророщенного зерна методом вакуумной сушки в хлебопечении. Для данной технологии важно, чтобы микробиологические показатели не превышали допустимых нормативами значений, так как проращивание приводит к появлению различных плесневых грибов на поверхности зерна, а значит, приводит к порче готового продукта. Важное значение при этом играют погодные условия, при которых формировался урожай зерна, используемый в дальнейшем для проращивания. **Цель исследований** – изучение влияния погодных условий на качество зерна яровой пшеницы, используемой в технологии вакуумной сушки. **Материалы и методы.** Исследования по изучению влияния погодных условий на качество зерна яровой пшеницы, используемой в технологии получения сухих пророщенных зерен вакуумной сушки, проводились на опытном поле Марийского государственного университета в 2016–2017 годах. Технология возделывания яровой пшеницы – общепринятая для зоны. Предшественник – озимая рожь, сорт пшеницы – Лада. Определение всхожести проводили по ГОСТ 12083–84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести». Зараженность фитопатогенами определяли по ГОСТ 12044–93 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями». **Результаты исследования, обсуждения.** Проводились сравнительные исследования образцов зерен 2016 и 2017 года урожая, определялись всхожесть и зараженность семян патогенами. Если всхожесть по годам отличалась незначительно, то заражение различными видами патогенов в 2017 году по сравнению с 2016 годом увеличилось в 1,5–5 раз, что значительно повлияло на качество пророщенного зерна и обусловило невозможность его использования в технологии сухого пророщенного зерна вакуумной сушки. **Заключение.** Погодные условия, в которых выращивается пшеница, значительно влияют на качество зерна и зараженность его патогенными организмами. Повышенная влажность, обуславливает значительный рост патогенной микрофлоры и невозможность дальнейшего использования пророщенных зерен в технологии вакуумной сушки.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, погодные условия проращивание, вакуумная сушка, влажность, качество.

## INFLUENCE OF WEATHER AND CLIMATE CONDITIONS ON THE QUALITY OF SPRING WHEAT GRAIN USED IN VACUUM DRYING TECHNOLOGY

G. I. Pashkova, N. O. Burova

Mari State University, Yoshkar-Ola

**Introduction.** Weather conditions of the Mari El Republic do not always allow obtaining spring wheat grain with high technological properties. In this regard, one of the directions of using grain with low technological properties is the use of germinated grain by vacuum drying in bakery. For this technology, it is important that the microbiological indicators do not exceed the values allowed by the standards, since germination leads to the appearance of various molds on the surface of the germinated grain, and therefore leads to spoilage of the finished product. In this case the weather conditions in which the grain for germination was obtained are very important. **Purpose.** To study the influence of weather conditions on the quality of spring wheat used in vacuum drying technology of germinated grain. **Materials and methods.** The influence of weather conditions on the quality of spring wheat used in the technology for obtaining dry germinated grains of vacuum drying was carried out at the Experimental Field of the Mari State University in 2016, 2017. Spring wheat cultivation technology was generally accepted for the zone. The predecessor was is winter rye, the wheat variety used was is *Lada*. Germination determination was carried out according to GOST 12083–84 “Seeds of agricultural crops. Germination determination methods”. Infection with phytopathogens was determined according to GOST 12044–93 “Seeds of agricultural crops. Methods for determining disease infection”. **Results, discussion.** Comparative studies of grain samples in 2016 and 2017 were carried out, germination and infection of seeds with pathogens were determined. If the germination rate did not differ significantly over the years, then the infection with various types of pathogens in 2017 compared

to 2016 increased by 1.5–5 times. This significantly influenced the quality of the germinated grain and made it impossible to use it in the technology of dry germinated grain of vacuum drying. **Conclusion.** The weather conditions in which wheat is grown significantly affect the quality of the grain and its contamination with pathogenic organisms. High humidity causes a significant increase in pathogenic microflora and the impossibility of further use of germinated grains in vacuum drying technology.

**Keywords:** spring wheat, weather conditions, germination, vacuum drying, humidity, quality.

## Введение

Яровая пшеница – одна из самых популярных сельскохозяйственных культур, при этом ареал ее возделывания захватывает не только среднюю полосу России, но и далеко за ее пределами можно найти эту зерновую культуру. Зерно этой культуры в основном используется в хлебопечении, при производстве макаронных изделий, комбикормов [2]. На территории Республики Марий Эл учеными Марийского государственного университета с сотрудниками ООО НПО «Лиотех» разработана и внедрена в производство технология пророщенных зерен пшеницы, подвергшихся последующей вакуумной сушке при пониженных температурах. Для получения качественного пророщенного зерна необходимо использовать зерно с высокой всхожестью. При этом технологические показатели зерна, которые важны в хлебопечении, не играют особой роли в технологии вакуумной сушки, так как здесь важнейший показатель – это всхожесть зерна (способность дать корневую систему, так как пшеница прорастивается до появления зародышевого корешка длиной 2–4 мм), а также обсемененность патогенной микрофлорой, которая может активизироваться при благоприятных условиях прорастивания внутри сушильной установки.

Погодные условия, которые складываются во время созревания зерна, оказывают решающее влияние на технологические показатели и на посевные качества. Солнечная погода с умеренной влажностью во время созревания семян значительно облегчает последующие операции с ними, а благодаря этому и качественные показатели, и посевная ценность улучшаются [1]. Погода во время созревания семян влияет на накопление запасных веществ и на различные ферментные системы, связанные с этим процессом [3]. Нарушение нормальной последовательности преобразования ферментов, как в стадии молочной спелости, так и в последующих стадиях онтогенеза растений пшеницы, влияет на растворимость ферментов и гид-

ролитическую активность. Если нарушен нормальный ход указанных процессов, происходят значительные изменения химического состава и свойств зерновок пшеницы, а значит, и в уровне накопления запасных веществ зерновки [9].

Еще Чарльз Дарвин отмечал, что «климатические факторы могут оказывать большое влияние на качество семян. Избыточная и недостаточная влажность, температурные условия и сроки образования семян оказывают большое влияние на характер синтетических процессов в них»<sup>1</sup>. Необходимо отметить, что для зерновых злаковых культур повышенная влажность окружающего воздуха в фазу налива зерна затягивает его дальнейшее созревание, а в зерновки поступает больше углеводов веществ, что приводит к повышению содержания крахмала внутри зерновки пшеницы, при снижении уровня накопления белков [10]. В дождливую погоду ослабляются процессы синтеза внутри зерновки, изменяется химический состав зерна, так как некоторые соединения не проходят необходимых реакций для получения конечных продуктов.

**Цель исследования** – изучение влияния погодных условий на качество зерна яровой пшеницы, используемой в технологии вакуумной сушки.

## Материалы и методы

Опыты по изучению влияния погодных условий на качество зерна яровой пшеницы, используемой в технологии получения сухих пророщенных зерен вакуумной сушки, проводились на опытном поле Марийского государственного университета в 2016, 2017 годах. Технология возделывания яровой пшеницы – общепринятая для зоны. Предшественник – озимая рожь сорта Лада. Определение всхожести проводилось по ГОСТ 12083-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения

<sup>1</sup> Иллюстрированное собрание сочинений Чарльза Дарвина / пер.: П. Сушкина и Ф. Крашенинникова. 1908. Т. VIII: Изменение животных и растений в домашнем состоянии. С. 427–622.

всхожести». Зараженность фитопатогенами определяли по ГОСТ 12044-93 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями». Зерна пшеницы раскладывались в нескольких слоях увлажненной фильтровальной бумаги, затем сворачивались в рулон, ставились в вертикальном положении в растильню и помещались в термостат. Затем определялись количество зараженных семян по ГОСТ 12044-93 и всхожесть по ГОСТ 1208-84. Определение пригодности к проращиванию зерен проводилось внутри вакуумной сушильной установки с инфракрасным нагревом. При этом отмечалось появление зародышевых корешков в слое зерновок и поражение патогенной микрофлорой.

### Результаты, обсуждение

Предварительные испытания проводились внутри сушильной установки ВДСУ-2 М, на производственном оборудовании предприятия ООО НПО «Лиотех». Перебранные и очищенные от примесей зерновки пшеницы промывались проточной водой и размещались на противнях из нержавеющей ста-

ли, затем зерно заливалось водопроводной водой питьевого назначения и выводился режим проращивания. Температура проращивания составляла 37–40 °С, давление – атмосферное 760 мм. рт. ст., продолжительность проращивания – 24 часа. После периода проращивания отмечалось наличие зародышевых корешков у слоя проращиваемых зерновок пшеницы (согласно требованиям ТУ для данного вида продукции – процент пророщенных зерновок должен составлять не менее 90 %) и оценивалась на наличие патогенных микроорганизмов. Результат проведенного испытания показал наличие плесневых грибов на поверхности зерен, выращенных в 2017 году, и отсутствие подобных грибов на поверхности зерен 2016 года.

Был проведен анализ погодных условий в годы исследований (табл. 1, 2). Динамика погодных условий по годам на рисунке 1. В 2017 году в июле месяце выпало 314 % осадков от среднеемноголетних данных (табл. 2). Максимальное количество осадков выпало в июле 2017 года, при этом температура была ниже среднеемноголетних значений.

Таблица 1 / Table 1

Агрометеорологические условия вегетационного периода за 2016 год /  
Agrometeorological conditions of the growing season for 2016

Месяц, декада / Month, decade	Среднесуточная температура воздуха, С / The average daily temperature, C			Количество осадков, мм / Rainfall, mm		
	среднее многолетнее значение / long-term average	среднее значение в год наблюдения / average value in the year of observation	+/- от сред. многолетнего / +/- of the average long-term	среднее многолетнее значение / long-term average	среднее значение в год наблюдения / average value in year of observation	% от сред. многолетнего / % of the average long-term
Май	12,9	12,9	0	37,3	11,7	31,3
Июнь	17,3	16,2	-1,1	62,7	58,7	93,6
Июль	19,4	20,7	1,3	66,1	52,5	79,4
Август	16,8	21,9	5,1	61,2	51,8	84,6

Таблица 2 / Table 2

Агрометеорологические условия вегетационного периода за 2017 год /  
Agrometeorological conditions of the growing season for 2017

Месяц, декада / Month, decade	Среднесуточная температура воздуха, С / The average daily temperature, C			Количество осадков, мм / Rainfall, mm		
	среднее многолетнее значение / long-term average	среднее значение в год наблюдения / average value in the year of observation	+/- от сред. многолетнего / +/- of the average long-term	среднее многолетнее значение / long-term average	среднее значение в год наблюдения / average value in year of observation	% от сред. многолетнего / % of the average long-term
Май	12,9	10,0	-2,9	37,3	30,7	82,3
Июнь	17,3	14,7	-2,6	62,7	61,6	98,2
Июль	19,4	18,5	-0,9	66,1	207,6	314
Август	16,8	18,0	+1,2	61,2	33,4	54,6

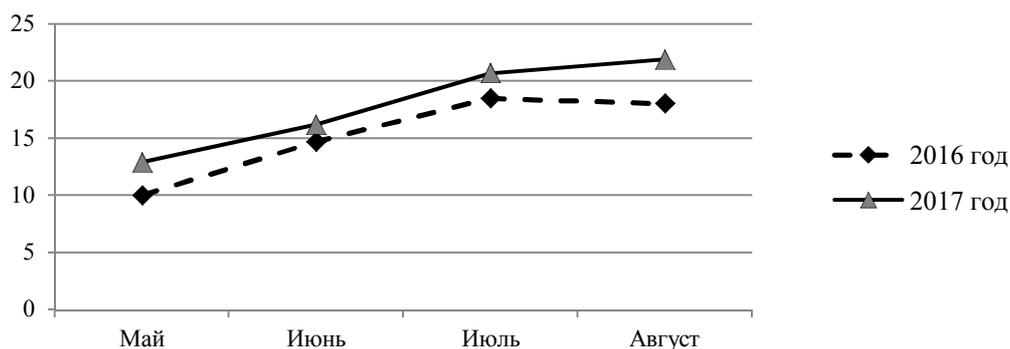


Рис. 1. Динамика среднесуточной температуры воздуха по годам, °С /  
Fig. 1. Dynamics of average daily air temperature by years, °C

Если неблагоприятные погодные условия затягиваются, может наступить гидролиз крахмала и даже вымывание соединений, которые растворяются дождевой водой, уменьшается накопление сухой массы и так далее.

Такие семена имеют пониженные качественные показатели, а их продуктивность тоже подвергается значительному ухудшению [3]. Кроме этого, избыток влаги способствует распространению различных инфекций.

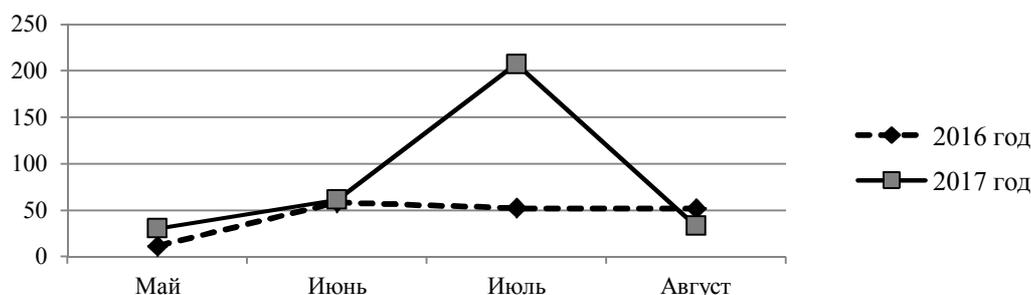


Рис. 2. Динамика количества осадков по годам, мм /  
Fig. 2. Dynamics of rainfall by years, mm

Общее количество осадков за 4 месяца 2016 года составило 174,7 мм, за этот же период 2017 года выпало 333,3 мм, фактически, за аналогичный период 2017 года выпало в 2 раза больше осадков, чем в 2016 году. При этом температурные показатели, как видно на рисунке 1, подверглись не таким значительным колебаниям, и средняя температура воздуха, если сравнивать 2017 год с 2016, отличалась на несколько градусов.

Одним из наиболее распространенных и вредоносных групп болезней яровой пшеницы являются почвенно-семенные инфекции. Возбудители корневых гнилей, имеют в своем онтогенезе, кроме биотрофной, также сапротрофную и покоящуюся фазы. Они длительное время сохраняются в почве на разнообразных растительных остатках и имеют несколько растений-хозяев [5]. Всхожесть семян полученных в 2016–2017 гг. колебалась в пределах 1,5 %, но при этом составила более 90 %, что допустимо, для использования зерен в технологии сухих пророщенных зерен пшеницы

вакуумной сушки. А вот выявление болезнетворных патогенов резко отличались (табл. 3, рис. 3). Всхожесть зерна в 2016 г. составила 91,8 %, в 2017 г. – 90,5 %.

Таблица 3 / Table 3

**Результаты анализа и фито экспертизы семян /  
Results of analysis and phyto examination of seeds**

Показатель / Index	Число / Number	
	2016 г.	2017 г.
Число семян в анализе, шт.	100	100
Всхожесть семян, %	91,8	90,5
Зараженность семян патогенами, %	23	41
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	4	6
<i>Alternaria tenuissima</i>	16	24
<i>Fusarium</i> spp.	3	11
<i>Penicillium</i> spp.	3	14



Рис. 3. Соотношение зараженности зерна фитопатогенами в 2017 и 2016 гг.  
(2 верхних ряда – 2017 год, 2 нижних ряда – 2016 год) /

Fig. 3. The ratio of grain infection with phytopathogens in 2017 and 2016 (2 upper rows – 2017, 2 lower rows – 2016)

Ниже проанализированы указанные фитопатогены по безопасности при употреблении зараженного зерна в пищу. *Vipolaris sorokiniana* – возбудитель точечного пятна пшеницы. Этот фитопатоген является наиболее важным биотическим фактором, сдерживающим производство пшеницы в более теплых районах мира, особенно в Бразилии, Пакистане, на юге Китая и в Индии, что приводит к значительным экономическим потерям при производстве пшеницы. «Пятнистая болезнь» начинается со спор *V. sorokiniana*, их адгезии к листу с последующим их прорастанием и проникновением в ткани. Симптомы на листьях появляются в некротрофической стадии, когда фитопатоген высвобождает токсины (прегельминтоспорол и гельминтоспорол) и ферменты, разрушающие клеточную стенку, вызывая гибель клеток-хозяев, провоцирующих небольшие темно-коричневые повреждения, которые быстро распространяются с образованием некротических пятен [5]. Анализ количества *Vipolaris sorokiniana* в образцах зерна 2017 года, по сравнению с 2016 годом, показал увеличение с 4 до 6 образцов, то есть в 1,5 раза.

*Alternaria* spp. было зарегистрировано в качестве основного загрязнителя пшеницы, вызывая снижение урожайности и серьезные экономические потери для производителей во всем мире. Созревшая пшеница очень восприимчива к загрязнению *Alternaria* spp. Этот вид связан с развитием болезни «черной точки», которая характеризуется темно-коричневыми или черными точками зародыша и семени из-за мицелиальных и конидиальных масс. Иностранцами коллегами отмечается, что это заболевание чаще встречается при постоянных дождях, интенсивных росах или орошении во время развития ядра, хотя высокая

заболеваемость также наблюдается в относительно сухую погоду [6]. Увеличение количества *Alternaria* spp. в 2017 году составило 24 против 16 в 2016 году, то есть в 1,5 раза.

*Fusarium* spp. являются одними из наиболее распространенных грибов, производящих микотоксины, в мелкозернистых злаках, таких как пшеница. На скорость их инфицирования и производство микотоксинов в основном влияют погодные условия и агрономические меры перед сбором урожая. По данным Европейской комиссии (ЕС), около 5–10 % потерь урожая во всем мире вызваны микотоксинами (ЕС, 2015). Присутствуя в урожае, *Fusarium* spp. может заразить растение и производить микотоксины, такие как дезоксиниваленол (ДОН), зеараленон и фумонизин. Фузариоз влияет на рост урожая, физически изменяет ядра и снижает качество и безопасность зерна. Скорость заражения и выработки микотоксинов в пшенице *Fusarium* spp. Связаны с погодными условиями и агрономическими мерами перед сбором урожая. *Fusarium* spp. может расти системно в тканях растений из семян [7]. В 2017 году, по сравнению с 2016 годом, количество определенных *Fusarium* spp. возросло в 3,5 раза.

Наибольшая заболеваемость *Penicillium* spp. наблюдали для обеих систем хранения у зерен поздних сроков уборки, это может быть связано с увеличением зараженности в поле при высоком содержании влаги во время сбора урожая, что отрицательно влияет на потенциал хранения зерна и способствует распространению этих грибов. Повышение влажности зерна выше 14 %, при увеличении значения влажности окружающей среды приводит к увеличению распространения этого вида грибов в зерновой массе [8].

### Заклучение

Несмотря на то, что яровая пшеница является влаголюбивой культурой, избыток влаги в период налива и созревания зерна в 2017 г. способствовал накоплению большого количества инфекции на зерне. На зернах урожая 2017 года наблюдалась высокая поражаемость различными болезнями, которые проявились в процессе прорастания семян. Такие агротехнические приемы, как севооборот, вспашка, выбор сорта, устойчивого к полеганию, могут применяться для борьбы с загрязнением

микотоксинами сельскохозяйственных культур. При использовании зерна, зараженного фитопатогенами, необходимо учитывать цели, на которые будет использоваться зерно. Если для хлебопекарных целей подобное зерно может быть использовано, то при получении зерна пшеницы пророщенного сухого, вакуумной сушки, необходимо учитывать погодные условия выращивания зерна и для данной технологии применять зерно из областей с нормальными погодными условиями, особенно по количеству осадков за вегетационный период.

### Литература

1. Асеева Т.А., Карачева Г.С., Ломакина И.В., Рубан З.С. Влияние погодных условий на формирование урожая и качество зерна яровой пшеницы в Среднем Приамурье // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2016. № 2. С. 64–70. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-pogodnyh-usloviy-na-formirovanie-urozhaya-i-kachestvo-zerna-yarovoy-pshenitsy-v-srednem-priamurje> (дата обращения: 07.10.2019).
2. Бурова Н.О., Грязина Ф.И., Кислицына Н.А., Пашкова Г.И., Смоленцев В.Б., Евдокимова М.А. Сушка пророщенных зерен пшеницы в вакуумных сушильных установках // *Espacios*. 2017. Vol. 38. № 52. P. 34. URL: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n52/17385234.html> (дата обращения: 07.10.2019).
3. Елисеев С.Л., Яркова Н.Н., Ашихмин Н.В., Батуева И.В. Изменение лабораторной всхожести семян зерновых культур в зависимости от метеорологических и агротехнических условий // Пермский аграрный вестник. 2016. № 1 (13). С. 3–7.
4. Кадиков Р. К., Никулин А.Ф., Исмагилов Р.Р. Зависимость урожайности сортов яровой пшеницы от погодных условий вегетации // Известия ОГАУ. 2012. № 6 (38). С. 63–65. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zavisimost-urozhaynosti-sortov-yarovoy-pshenitsy-ot-pogodnyh-usloviy-vegetatsii> (дата обращения: 07.10.2019).
5. Пашкова Г.И. Влияние азотных подкормок на активность глутаминсинтетазы, содержание аммиака в растениях, урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. № 1. С. 28–31.
6. Фризен Ю.В., Кислицина Е.В. Влияние метеорологических факторов на посевные качества семян яровой твердой пшеницы // Вестник Омского ГАУ. 2016. № 3 (23). С. 18–22.
7. Eber Villa-Rodríguez, Fannie Parra-Cotab, Ernestina Castro-Longoria, Jaime López-Cervantes. *Bacillus subtilis* TE3: A promising biological control agent against *Bipolaris sorokiniana*, the causal agent of spot blotch in wheat (*Triticum turgidum* L. subsp. durum) // *Biological Control*. Vol. 132. May 2019. P. 135–143. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2019.02.012
8. Janssen E.M., Mourits M.C.M., van der Fels-Klerxab H.J., Oude Lansink A.G.J.M. Pre-harvest measures against *Fusarium* spp. infection and related mycotoxins implemented by Dutch wheat farmers // *Crop Protection*. Vol. 122. August 2019. P. 9–18. DOI: 10.1016/j.cpro.2019.04.005
9. Lucía Cruz Cabralab, Josué Delgadoa, Andrea Patriarcab, Alicia Rodríguez. Differential response to synthetic and natural antifungals by *Alternaria tenuissima* in wheat simulating media: Growth, mycotoxin production and expression of a gene related to cell wall integrity // *International Journal of Food Microbiology*. Vol. 292. 2 March 2019. P. 48–55. DOI: 0.1016/j.ijfoodmicro.2018.12.005
10. Mauricio Albertoni, Scariota Lauri, Lourenço Radünza, Rafael Gomes, Dionello Josiel, Ricardo Tonib Altemir, José Mossib Francisco, Wilson Reichert. Quality of wheat grains harvested with different moisture contents and stored in hermetic and conventional system // *Journal of Stored Products Research*. Vol. 75. January 2018. P. 29–34. DOI: 10.1016/j.jspr.2017.11.005

### References

1. Aseeva T.A., Karacheva G.S., Lomakina I.V., Ruban Z.S. Vliyanie pogodnykh uslovii na formirovanie urozhaya i kachestvo zerna yarovoï pshenitsy v Srednem Priamur'e [The influence of weather conditions on crop formation and grain quality of spring wheat in the Middle Amur Region]. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk* = Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 2016, no. 2, pp. 64–70. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-pogodnyh-usloviy-na-formirovanie-urozhaya-i-kachestvo-zerna-yarovoy-pshenitsy-v-srednem-priamurje> (accessed 07.10.2019). (In Russ.).
2. Burova N.O., Gryazina F.I., Kislitsyna N.A., Pashkova G.I., Smolentsev V.B., Evdokimova M.A. Sushka prorozhchennykh zeren pshenitsy v vakuumnykh sushil'nykh ustanovkakh [Drying of germinated wheat grains in vacuum drying plants]. *Espacios*, 2017, vol. 38, no. 52, p. 34. Available at: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n52/17385234.html> (accessed 07.10.2019). (In Russ.).
3. Eliseev S.L., Yarkova N.N., Ashikhmin N.V., Batueva I.V. Izmenenie laboratornoi vskhozhesti semyan zernovykh kul'tur v zavisimosti ot meteorologicheskikh i agrotekhnicheskikh uslovii [Change in laboratory germination of cereal seeds depending on meteorological and agrotechnical conditions]. *Permskii agrarnyi vestnik* = Perm Agrarian Bulletin. 2016, no. 1 (13), pp. 3–7. (In Russ.).
4. Kadikov R.K., Nikulin A.F., Ismagilov R.R. Zavisimost' urozhainosti sortov yarovoï pshenitsy ot pogodnykh uslovii vegetatsii [Dependence of the yield of spring wheat varieties on weather conditions of vegetation]. *Izvestiya OGAU* = News of the OGAU, 2012,

no. 6 (38), pp. 63–65. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/zavisimost-urozhaynosti-sortov-yarovoy-pshenitsy-ot-pogodnyh-usloviy-vegetatsii> (accessed 07.10.2019). (In Russ.).

5. Pashkova G.I. Vliyanie azotnykh podkormok na aktivnost' glutaminsintetazy, sodержanie ammiaka v rasteniyakh, urozhainost' i kachestvo zerna yarovoi pshenitsy [The effect of nitrogen fertilizing on glutamine synthetase activity, ammonia content in plants, yield and grain quality of spring wheat]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural science of the Euro-North-East, 2013, no. 1, pp. 28–31. (In Russ.).

6. Frizen Yu.V., Kislitsina E.V. Vliyanie meteorologicheskikh faktorov na posevnye kachestva semyan yarovoi tverdoi pshenitsy [The influence of meteorological factors on the sowing qualities of seeds of spring durum wheat]. *Vestnik Omskogo GAU* = Bulletin of the Omsk State Agrarian University, 2016, no. 3 (23), pp. 18–22. (In Russ.).

7. Eber Villa-Rodríguez, Fannie Parra-Cotab, Ernestina Castro-Longorac, Jaime López-Cervantes. Bacillus subtilis TE3: A promising biological control agent against Bipolaris sorokiniana, the causal agent of spot blotch in wheat (Triticum turgidum L. subsp. durum). *Biological Control*, vol. 132, May 2019, pp. 135–143. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2019.02.012 (In Eng.).

8. Janssen E.M., Mourits M.C.M., van der Fels-Klerx H.J., Oude Lansink A.G.J.M. Pre-harvest measures against Fusarium spp. infection and related mycotoxins implemented by Dutch wheat farmers. *Crop Protection*, vol. 122, August 2019, pp. 9–18. DOI: 10.1016/j.cropro.2019.04.005 (In Eng.).

9. Lucíada Cruz Cabralab, Josué Delgadoa, Andrea Patriarcab, Alicia Rodríguez. Differential response to synthetic and natural antifungals by Alternaria tenuissima in wheat simulating media: Growth, mycotoxin production and expression of a gene related to cell wall integrity. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 292, 2 March 2019, pp. 48–55. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.12.005 (In Eng.).

10. Maurício Albertoni, Scariota Lauri, Lourenço Radünza, Rafael Gomes, Dionello Josiel, Ricardo Tonib Altemir, José Mossib Francisco, Wilson Reichert. Quality of wheat grains harvested with different moisture contents and stored in hermetic and conventional system. *Journal of Stored Products Research*, vol. 75, January 2018, pp. 29–34. DOI: 10.1016/j.jspr.2017.11.005 (In Eng.).

Статья поступила в редакцию 18.10.2019 г.; принята к публикации 16.11.2019 г.

Submitted 18.10.2019; revised 16.11.2019.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

All authors have read and approved the final manuscript.

#### Для цитирования:

Пашкова Г.И., Бурова Н.О. Влияние погодных условий на качество зерна яровой пшеницы, используемой в технологии вакуумной сушки // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2019. Т. 5. № 4. С. 407–413. DOI: 10.30914/2411-9687-2019-5-4-407-413

#### Об авторах

##### Пашкова Галина Ивановна

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, ORCID ID 0000-0003-1956-2495, [Galiv312@mail.ru](mailto:Galiv312@mail.ru)

##### Бурова Наталья Олеговна

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры ТХППР, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, ORCID 0000-0003-2664-1423, [natsta@mail.ru](mailto:natsta@mail.ru)

#### Citation for an article:

Pashkova G.I., Burova N.O. Influence of weather and climate conditions on the quality of spring wheat grain used in vacuum drying technology. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*. 2019, vol. 5, no. 4, pp. 407–413. DOI: 10.30914/2411-9687-2019-5-4-407-413 (In Russ.).

#### About the authors

##### Galina I. Pashkova

Ph. D. (Agriculture), Associate Professor, Mari State University, Yoshkar-Ola, ORCID ID 0000-0003-1956-2495, [Galiv312@mail.ru](mailto:Galiv312@mail.ru)

##### Natalia O. Burova

Ph. D. (Technical sciences), Associate Professor, Mari State University, Yoshkar-Ola, ORCID 0000-0003-2664-1423, [natsta@mail.ru](mailto:natsta@mail.ru)