УДК 633.11:551.5

DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-57-62

### ФОРМИРОВАНИЕ И НАЛИВ ЗЕРНА С УРОЖАЕМ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В РАЗЛИЧНЫХ МЕТЕОУСЛОВИЯХ

**Н. Н. Зезин**, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, nikitazezin@yandex.ru, ORCID ID: 000-0002-7208-3904; **П. А. Постников**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, postnikov.ural@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8534-8326 ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН», 620142, Екатеринбург, ул. Белинского, д. 112-а, а/я 269

В условиях Свердловской области яровая пшеница является основной зерновой культурой, в структуре зернового клина занимает 40%. Цель исследований – установить влияние метеофакторов и фонов питания на урожайность пшеницы в полевых севооборотах. Исследования проведены на темно-серой лесной почве в стационарном опыте Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Объектом исследований служила яровая пшеница Красноуфимская 100, высеваемая по различным предшественникам. В статье представлены результаты анализа данных по осадкам, среднесуточной температуре воздуха, ГТК по отдельным месяцам, а также урожайность яровой пшеницы в зависимости от условий увлажнения и фона питания. Выявлено, что в благоприятные годы по увлажнению вегетационный период яровой пшеницы составил 90 суток, при засушливых условиях он сокращался на 10 дней, при избытке влаги удлинялся до 102 суток. Все различия в длительности вегетации растений в основном обусловлены продолжительностью межфазного периода «колошение-полная спелость», который в зависимости от условий увлажнения года изменялся от 40 до 60 дней. При использовании минеральных и органических удобрений наибольшие сборы зерна пшеницы на уровне 3,80-4,25 т/га достигнуты при ГТК за май-август - 1,62 ед. При недостаточном увлажнении на неудобренном фоне питания урожайность яровой пшеницы не превышала 1,4-1,6 т/га, а при благоприятных гидротермических условиях она возрастала в 1,8-2,1 раза по сравнению с засушливыми условиями. Максимальная интенсивность накопления зерна в межфазный промежуток от колошения до полной спелости обнаружена при умеренно-влажных условиях.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, осадки, температура, период вегетации, удобрения, урожайность. **Для цитирования:** Зезин Н. Н., Постников П. А. Формирование и налив зерна с урожаем яровой пшеницы в различных метеоусловиях // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 57–62. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-57-62.



# SPRING WHEAT GRAIN FORMATION AND FILLING AND ITS PRODUCTIVITY UNDER VARIOUS WEATHER CONDITIONS

N. N. Zezin, Doctor of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of agriculture and feed production, nikitazezin@yandex.ru, ORCID ID: 000-0002-7208-3904
P. A. Postnikov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of agriculture and feed production, postnikov.ural@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8534-8326
Ural Federal Agricultural Research Center of the Ural Department of RAS, 620142, Ekateringburg, Belinsky Str., 112-a, c/b 269

In the conditions of the Sverdlovsk region, spring wheat is the main grain crop, which occupies 40% in the grain wedge structure. The purpose of our study is to identify the effect of the weather factors and nutritional backgrounds on wheat productivity in field crop rotations. The study was carried out on dark gray forestry soil in the stationary trial of the Ural Federal Agricultural Research Center of the Ural Department of RAS. The object of study was the spring wheat variety 'Krasnoufimskaya 100', sown after various forecrops. The current paper has presented the results of the analysis of data on precipitation, average daily air temperature, STC according to some months, as well as the spring wheat productivity, depending on the moisture conditions and the background of nutrition. There has been identified that in the moisture years the growing season of spring wheat lasted 90 days, in the arid years it reduced on 10 days, and with moisture excess it was 102 days. All differences in the growing season length are mainly due to the length of the interphase period 'heading – full ripeness', which varied from 40 to 60 days depending on the year moisture conditions. When using mineral and organic fertilizers, the largest wheat grain yield (3.80–4.25 t/ha) was obtained with 1.62 units of STC in May-August. With insufficient moisture on an unfertilized nutritional background, the spring wheat productivity was not more than 1.4–1.6 t/ha, and under favorable hydrothermal conditions, it increased in 1.8–2.1 times compared to the arid conditions. The maximum intensity of grain formation in the interphase period 'heading – full ripeness' was identified under moderately moisture conditions.

Keywords: spring wheat, precipitation, temperature, growing season, fertilizers, productivity.

**Введение.** Основной продовольственной культурой в хозяйствах Свердловской области является яровая пшеница, ее посевная

площадь в последние годы составляла около 147 тыс. га, или 40,6% от зернового клина (Зезин и др., 2019). Урожайность пшеницы во втором

десятилетии XXI века не превышала в среднем 1,86 т/га при применении минеральных удобрений в области на уровне 22–24 кг/га д.в. Одним из путей получения стабильных урожаев зерновых культур является биологизация земледелия на основе расширения посевов зернобобовых культур, многолетних бобовых трав, использования сидератов и соломы на удобрение (Телегин и др., 2016).

Продуктивность яровой пшеницы зависит не только от генетического потенциала сорта, но и во многом определяется особенностями роста и развития растений в отдельные фенофазы, длительность которых в значительной мере зависит от метеорологических факторов и условий агротехники (Евдокимов и др., 2015; Воробьев и др., 2017; Бесалиев и др., 2018).

Цель исследований – установить влияние метеофакторов и фона питания на формирование урожайности зерна яровой пшеницы в полевых севооборотах.

Материалы и методы исследований. Исследования выполнены в Уральском научно-исследовательском институте ского хозяйства – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования по направлению 142 Программы ФНИ государственных академий наук по теме «Усовершенствовать систему адаптивно-ландшафтного земледелия для Уральского региона и создать агротехнологии нового поколения на основе минимализации обработки почвы, диверсификации севооборотов, интегрированной защиты растений, биологизации, сохранения и повышения почвенного плодородия».

С 2002 г. в стационарном длительном опыте проводили изучение полевых севооборотов с максимальной ориентацией на биологические факторы. Начиная со второй ротации, севообороты изучаютли на трех фонах питания по следующим схемам:

1. Зернопаротравяной: чистый пар, озимая рожь, ячмень с подсевом клевера, клевер 1 г.п., пшеница;

- 2. Зернопаросидеральный (без многолетних трав): сидеральный пар (рапс), пшеница, овес, горох, ячмень;
- 3. Зернотравяной (бобовые культуры 40%): горох, пшеница с подсевом клевера, клевер 1 г.п., ячмень, овес.

Почва опытного участка – темно-серая лесная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 4,67–5,06%, легкогидролизуемого азота – 136–181 мг, подвижного фосфора – 206–268, обменного калия – 150–168 мг/кг почвы, сумма поглощенных оснований – 27,6–33,9 ммоль на 100 г почвы, рН сол. – 4,9–5,1.

Закладка культур севооборота проведена с размещением во времени и пространстве на трех фонах питания:

- 1. Контроль (без минеральных удобрений)
- 2. Минеральный с применением умеренных норм минеральных удобрений из расчета на 1 га севооборотной площади  $N_{30}P_{30}K_{36}$ .
- 3. Органо-минеральный использование навоза, сидератов, соломы на фоне минеральных удобрений  $N_{24}P_{24}K_{30}$ .

Объектом исследований являлась яровая пшеница Красноуфимская 100, разновидность лютесценс. Сорт относится к среднеспелым, вегетационный период – 86 суток (Максимов и др., 2018). Непосредственно под яровую пшеницу вносили сложное азотно-фосфорно-калийное удобрение с содержанием  $N_{15}P_{15}K_{15}$ , из расчета 2 ц/га в физическом весе.

Результаты и их обсуждение. Наблюдения показали, что засушливые годы за вегетационный период с температурой выше 10 °С сложились в 2012, 2016 годах с гидротермическим коэффициентом ниже единицы (табл. 1). В 2012 г. острозасушливые условия отмечены в первой половине вегетации яровой пшеницы, что заметно ускорило прохождение фазразвития, в результате полная спелость зерна наступила в начале первой декады августа. В 2016 году ГТК ниже единицы отмечен в июне, а особенно низкий в августе. Уборочная спелость пшеницы отмечена в средине первой декады августа.

## 1. Метеорологические условия в период вегетации яровой пшеницы 1. Weather conditions during the spring wheat growing season

		3 3			
Показатель	Месяц				
Показатель	май	июнь	июль	август	
3	асушливые годы (20	12 г., 2016 г.)			
Количество осадков	19,9	60,4	56,1	50,2	
Среднесуточная температура воздуха	12,5	17,6	19,6	19,1	
ГТК	0,22	0,88	0,77	0,74	
Умер	енно-влажные годы	(2013 г., 2017 г.)			
Количество осадков	41,1	77,0	95,6	53,6	
Среднесуточная температура воздуха	10,2	16,1	18,0	17,1	
ГТК	1,30	1,43	1,78	0,99	
	Влажные годы (2014	4–2015 гг.)			
Количество осадков	68,8	99,7	120	71,8	
Среднесуточная температура воздуха	12,	17,1	15,2	14,4	
ГТК	1,49	1,94	2,58	1,61	
	Среднемноголетни	е данные			
Количество осадков	46	68	84	74	
Среднесуточная температура воздуха	10,4	15,1	17,6	14,5	
ГТК	0,89	1,32	1,29	1,58	

В засушливых условиях резкий недобор осадков отмечен в первой половине вегетации, в июне – июле во время формирования биомассы и налива зерна выпало около 67–89% от среднемноголетней нормы. Превышение среднесуточной температуры воздуха в летний период по отношению к среднемноголетнему показателю равнялось 2,1–3,6 градусам.

В условиях с умеренной увлажненностью количество осадков в июне-июле превышало среднемноголетние показатели на 13–14%. Среднесуточная температура воздуха в данных условиях была выше нормы на 0,4-1,0 °С, наибольшее превышение выявлено в августе. Гидротермический коэффициент в среднем за 2 года по отдельным месяцам варьировал в пределах от 0,99 до 1,78. Достаточное увлажнение пахотного слоя в первой половине лета при закладке продуктивных стеблей и формировании колоса обеспечивало более высокую продуктивность пшеницы по сравнению с другими погодными условиями.

В 2014–2015 гг. в большей части вегетации пшеницы отмечено избыточное выпадение атмосферных осадков, их количество было выше в 1,4–1,5 раза по отношению к среднемноголетним данным. Сильное увлажнение почвы способствовало появлению дополнительных побегов яровой культуры, что в совокупности с недобором эффективных температур воздуха отрицательно повлияло на формирование и налив зерна яровых зерновых культур.

В годы исследований продолжительность межфазного периода «посев-всходы» варьировала от 9 до 17 суток (табл. 2). В условиях Среднего Урала при посеве яровой пшеницы в ранние сроки (в конце апреля – в начале первой декады мая) появление всходов задерживалось на более чем 2 недели, что, на наш взгляд, связано с недостаточным прогреванием почвы в этот промежуток времени. Для большинства районов Свердловской области характерна растянутая прохладная весна с возвратами холодов в отдельные годы. Напрямую зависимость полевой всхожести семян от температуры почвы в слое 0–10 см указывали другие авторы (Бесалиев и др., 2018).

В то же время при посеве в начале второй декады мая, когда в большинстве лет наблюдается переход среднесуточной температуры через 100, в почве содержится достаточное количество влаги, фаза полных всходов наступает на 9-е сутки после посева.

Наблюдения за развитием растений пшеницы выявили, что условия увлажнения в период «всходы-колошение» оказывали меньшее влияние на его продолжительность, она изменялась в среднем от 40 до 45 суток. В то же время увеличение среднесуточных температур воздуха в июне на 1,7–3,00 (2015 г., 2016 г.) выше среднемноголетнего значения укорачивали данный период до 38–39 суток.

2. Продолжительность межфазных периодов за вегетацию яровой пшеницы в зависимости от условий увлажнения
2. The length of interphase periods during the spring wheat growing season, depending on the moisture conditions

Условия увлажнения		Период вегетации, сутки					
	Год	посев-всходы	всходы-колошение	колошение-полная спелость	всходы-полная спелость		
Засушливые годы,	2012	16	42	40	82		
	2016	14	38	41	79		
	Среднее	15	40	40	80		
Умеренно- влажные годы, ГТК – 1,40	2013	9	43	43	86		
	2017	17	47	47	94		
	Среднее	13	45	45	90		
Избыточно- влажные годы, ГТК – 2,15	2014	9	45	64	109		
	2015	14	39	56	95		
	Среднее	12	42	60	102		

С возрастанием влагообеспеченности в июле-августе, соответственно с повышением гидротермического коэффициента, увеличивалась продолжительность межфазного периода «колошение-полная спелость» с 40 до 60 суток.

Аналогичная закономерность выявлена в целом по длительности вегетационного периода яровой пшеницы за годы исследований, максимальный промежуток от всходов до полного созревания отмечен во влажные годы, особенно при избыточном количестве осадков во второй половине лета. Высокая зависимость продолжительности вегетационного периода яровой пшеницы от влагообеспечен-

ности выявлена и другими исследователями (Евдокимов и др., 2015; Воробьев и др., 2017).

Фон питания и погодные условия оказали наиболее сильное влияние на уровень продуктивности яровой пшеницы в изучаемых севооборотах, что подтверждают исследования других авторов (Лавриненко и др., 2011; Пронько и др., 2017). При недостаточном увлажнении на неудобренном фоне питания сбор зерна этой культуры не превышал 1,4–1,6 т/га (табл. 3). При благоприятных гидротермических условиях уровень урожайности пшеницы возрастал в 1,8–2,1 раза по сравнению с засушливыми условиями. При размещении яровой

пшеницы по сидеральному пару получен максимальный сбор зерна по отношению к другим предшественникам. Из всех лет наблюдений наибольший сбор зерна этой зерновой культуры получен в 2017 г. при ГТК за май-август равном 1,62, урожайность по клеверу и сидеральному пару при применении удобрений равнялась 5,45–5,76 т/га.

На контроле при избыточном увлажнении урожайность яровой пшеницы практически во всех изучаемых севооборотах достоверно снизилась на 0,80 т/га по отношению к умерен-

но-влажным условиям. Существенное уменьшение урожайности этой зерновой культуры обусловлено ухудшением обеспеченности минеральным азотом почвы из-за снижения процесса минерализации растительных остатков и увеличения внутрипочвенного стока нитратов в более глубокие слои почвы (Постников и др., 2019). Также в полевых исследованиях выявлено, что при избытке влаги усиленно развиваются корневые гнили и листовая инфекция в виде мучнистой росы и бурой ржавчины (Кекало и др., 2017).

### 3. Влияние метеорологических условий и фона питания на урожайность яровой пшеницы в севооборотах, т/га (2012–2017 гг.)

## 3. The effect of weather conditions and nutritional background on the spring wheat productivity in crop rotations, t/ha (2012–2017)

•	Top Totations, tina (						
	Условия вегетационного периода						
Севооборот	засушливые, ГТК < 1,1	умеренно-влажные, ГТК – 1,1–1,7	избыточно-влажные, ГТК > 1,7				
Контроль (без удобрений)							
Зернопаротравяной	1,57	2,92	2,43				
Зернопаросидеральный	1,52	3,22	2,42				
Зернотравяной (бобовые культуры 40%)	1,39	2,98	2,18				
Минеральный фон							
Зернопаротравяной	2,16	3,82	3,42				
Зернопаросидеральный	2,29	4,25	3,86				
Зернотравяной (бобовые культуры 40%)	1,80	3,78	3,40				
Органо-минеральный							
Зернопаротравяной	2,14	3,95	3,44				
Зернопаросидеральный	2,28	4,13	3,75				
Зернотравяной (бобовые культуры 40%)	1,84	3,80	3,40				
НСР <sub>05</sub> условия года	0,51						
НСР <sub>05</sub> фон питания	0,43						

Применение минеральных удобрений и их сочетаний с органическими достоверно повышало урожайность яровой пшеницы в севооборотах в зависимости от условий увлажнения. Максимальный сбор зерна этой продовольственной культуры на минеральном и органо-минеральном фонах питания получен при ГТК, равном 1,1–1,7. При этом наибольшая урожайность пшеницы на минеральном фоне питания достигнута при размещении ее по сидеральному пару (зернопаросидеральный севооборот). Запашка зеленой массы рапса в паровом поле обогащает почву легкодоступными для растений элементами питания в первый год действия (Телегин и др., 2016), в результате по отношению к другим предшественникам дополнительно получено зерна 0,43–0,46 т/га. Аналогичная тенденция выявлена на органо-минеральном фоне питания.

Дисперсионный анализ урожайных данных яровой пшеницы показал, что в формировании и наливе зерна наиболее весомый вклад в варьирование урожайности вносили погодные условия, на их долю приходится около 40, на фон питания – 23%.

Проведенные исследования выявили, что накопление зерна в колосе на определенных межфазных периодах вегетации роста и развития яровой пшеницы в большой

степени зависит от условий увлажнения. Минимальная интенсивность накопления зерна пшеницы в период «колошение-полная спелость» отмечена на контроле, меньше всего – при размещении ее по гороху. При сокращении периода налива зерна при высоких среднесуточных температурах на удобренных фонах питания дополнительный прирост зерна с 1 га не превышал 10–19 кг по отношению к варианту без удобрений (табл. 4).

Максимальное накопление зерна пшеницы отмечено в годы при ГТК на уровне 1,4 (среднее за май-август). Независимо от фона питания интенсивность налива зерна увеличилась в 1,6–1,9 раза по отношению к засушливым условиям. По сравнению с естественным уровнем плодородия при использовании минеральных и органических удобрений дополнительно накапливается от 17,8 до 22,9 кг/га. Наибольший уровень накопления зерна на 1 га выявлен при размещении этой зерновой культуры по сидеральному пару.

При удлинении межфазного периода «колошение-спелость» при избытке влаги существенно сокращались темпы накопления зерна в колосе яровой пшеницы. Так, по пласту клевера (зернопаротравяной севооборот) темпы поступления зерновой массы с одного гектара по своему уровню практически при-

ближались к засушливым, несколько выше – на удобренных фонах питания при посеве пше-

ницы по другим предшественникам, особенно по гороху.

#### 4. Накопление зерна пшеницы с 1 га в сутки в зависимости от предшественника и системы удобрения, кг (2012–2017 гг.) 4. Wheat grain amount per 1 ha a day depending on the forecrop and fertilization system, kg (2012–2017)

		, , , , ,					
Предшественник	Фон питания	Период «колошение – полная спелость» Период «всходы – полная спелость»				я спелость»	
		Условия увлажнения (май – август)					
		ГТК — 0,8	ГТК — 1,4	ΓΤK – 2,15	ГТК – 0,8	ГТК – 1,4	ГТК – 2,15
Клевер 1 г.п.	1	39,2	64,9	40,2	19,6	32,4	23,8
	2	54,0	84,9	56,8	27,0	42,4	33,4
	3	53,5	87,8	54,7	26,8	43,9	32,2
Сидеральный пар (рапс)	1	38,0	71,5	40,3	19,0	35,8	23,7
	2	57,2	94,4	64,3	28,6	47,2	37,8
	3	53,5	91,8	62,5	28,5	45,9	36,8
Горох	1	34,8	66,2	36,3	17,4	33,1	21,4
	2	45,0	84,0	56,7	22,5	42,0	36,8
	3	46,0	84,4	56,7	23,0	42,2	33,3
HCP <sub>05</sub> фон питания		6,52			3,90		
HCP <sub>05</sub> условия года		7,87		4,12			

Примечание: Фон питания: 1. Без удобрений; 2. Минеральный фон; 3. Органо-минеральный фон.

В целом за вегетационный период яровой пшеницы отмечены аналогичные закономерности по накоплению зерна с 1 га. Максимальная интенсивность поступления зерна выявлена в умеренно-влажных условиях, по сравнению с контролем при применении минеральных удобрений и их сочетаний с органическими дополнительный прирост зерна варьировал на уровне 8,9-11,5 кг/га. Наибольший показатель выявлен на минеральном фоне питания при размешении яровой пшеницы по сидеральному пару. При засушливых и избыточно увлажненных условиях вегетационного периода этой зерновой культуры обнаружено достоверное снижение темпов накопления зерна на одном гектаре.

Выводы. Продолжительность периода формирования и налива зерна яровой пшеницы во многом зависит от условий увлажнения и температурного режима. При средне-

суточных температурах воздуха выше нормы и недостатке влаги межфазный период «колошение-полная спелость» составил 40 суток, при избыточном увлажнении почвы он удлинялся до 60 дней.

При использовании минеральных и органических удобрений был полнее реализован генетический потенциал сорта яровой пшеницы Красноуфимская 100 с урожайностью на уровне 5,5–5,8 т/га при ГТК за май-август – 1,62. При других условиях увлажнения сбор зерна яровой пшеницы достоверно ниже, особенно при дефиците влаги в течение всего вегетационного периода.

В период проведения исследований максимальные темпы накопления зерна в межфазный промежуток «колошение-полная спелость» выявлены в годы с выпадением осадков в июне-июле на уровне или немного выше нормы.

#### Библиографические ссылки

- Бесалиев И. Н., Каравайцев Я. А. Зависимость агробиологических показателей посевов яровой твердой пшеницы от метеофакторов межфазных периодов ее вегетации в условиях Оренбургского Предуралья // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 2. С. 201–208.
- 2. Воробьев В. А., Воробьев А. В. Специфика накопления зерна в урожае сортов яровой пшеницы в условиях юго-запада Свердловской области // Теория и практика мировой науки. 2017. № 6. C. 7-11.
- 3. Евдокимов М. Г., Юсов В. С., Татина Б. М., Андреева В. В. Формирование и налив зерна яровой твердой пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 11(133). С. 5–9. 4. Зезин Н. Н., Постников П. А., Колотов А. П. и др. Научно обоснованная зональная система
- земледелия Свердловской области. Екатеринбург, 2019. 371 с.
- 5. Кекало А. Ю, Нестерова Е. В., Немченко В. В. Влияние погодных условий в межфазные периоды на развитие листовых болезней яровой пшеницы // Аграрный вестник Урала. 2017. № 09(163). C. 8–15.
- 6. Лавриненко А. Н., Огородников Л. П., Байкин Ю. Л. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания // Аграрный вестник Урала. 2011. № 5. C. 9-11.
- 7. Максимов Р. А., Воробьев В. А., Воробьев А. В. и др. Перспективные сорта яровых зерновых и зернобобовых культур селекции Красноуфимского селекционного центра. Екатеринбург, 2018. 35 c.

- 8. Постников П. А., Попова В. В. Миграция минерального азота в дерново-подзолистой почве (лизиметрический опыт) // Плодородие. 2019. № 1(106). С. 26–28. DOI: 10.25680/S19948603.2019.106.08
- 9. Пронько В. В., Чуб М. П., Ярошенко Т. М., Климова Н. Ф., Журавлев Д. Ю. Отзывчивость сельскохозяйственных культур на минеральные удобрения в различных гидротермических условиях Степного Поволжья // Аграрный научный журнал. 2017. № 9. С. 27-32.
- 10. Телегин В. А., Гилев С. Д., Зе́зин Н. Н. и др. Повышение эффективности использования пашни в условиях Зауралья и Среднего Урала. Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2016. 300 с.

#### References

1. Besaliev I. N., Karavajcev Ya. A. Zavisimost' agrobiologicheskih pokazatelej posevov yarovoj tverdoj pshenicy ot meteofaktorov mezhfaznyh periodov ee vegetacii v usloviyah Orenburgskogo Predural'ya [Dependence of agrobiological indicators of spring durum wheat on meteorological factors of the interphase periods of its vegetation in the conditions of the Orenburg pre-Urals] // ZHivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. 2018. T. 101. № 2. S. 201–208.

kormoproizvodstvo. 2018. T. 101. № 2. S. 201–208.

2. Vorob'ev V. A., Vorob'ev A. V. Specifika nakopleniya zerna v urozhae sortov yarovoj pshenicy v usloviyah yugo-zapada Sverdlovskoj oblasti [Specificity of grain accumulation in the yield of spring wheat varieties in the south-west of the Sverdlovsk region] // Teoriya i praktika mirovoj nauki. 2017. № 6. S. 7–11.

- 3. Evdokimov M. G., Yusov V. S., Tatina B. M., Andreeva V. V. Formirovanie i naliv zerna yarovoj tverdoj pshenicy v usloviyah lesostepi Zapadnoj Sibiri [Formation and filling of spring durum wheat grain in the forest-steppe conditions of Western Siberia] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. No 11(133), S. 5–9.
- universiteta. 2015. № 11(133). S. 5–9.

  4. Zezin N. N., Postnikov P. A., Kolotov A. P. i dr. Nauchno obosnovannaya zonal'naya sistema zemledeliya Sverdlovskoj oblasti [The scientifically substantiated zonal farming system of the Sverdlovsk region]. Ekaterinburg, 2019. 371 s.
- 5. Kekalo A. Yu, Nesterova E. V., Nemchenko V. V. Vliyanie pogodnyh uslovij v mezhfaznye periody na razvitie listovyh boleznej yarovoj pshenicy [The effect of weather conditions in interphase periods on the development of leaf diseases of spring wheat] // Agrarnyj vestnik Urala. 2017. № 09(163). S. 8–15.
  6. Lavrinenko A. N., Ogorodnikov L. P., Bajkin Yu. L. Urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy
- 6. Lavrinenko A. N., Ogorodnikov L. P., Bajkin Yu. L. Urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy v zavisimosti ot urovnya mineral'nogo pitaniya [Productivity and quality of spring wheat grain depending on the amount of mineral nutrition] // Agrarnyi yestnik Urala. 2011. № 5. S. 9–11.
- the amount of mineral nutrition] // Agrarnyj vestnik Urala. 2011. № 5. Ś. 9–11.

  7. Maksimov R. A., Vorob'ev V. A., Vorob'ev A. V. i dr. Perspektivnye sorta yarovyh zernovyh i zernobobovyh kul'tur selekcii Krasnoufimskogo selekcionnogo centra [Promising varieties of spring grain and leguminous crops, developed in the Krasnoufimsky Breeding Center]. Ekaterinburg, 2018. 35 s.
- 8. Postnikov P. A., Popova V. V. Migraciya mineral'nogo azota v dernovo-podzolistoj pochve (lizimetricheskij opyt) [Migration of mineral nitrogen in sod-podzolic soil (lysimetric experiment)] // Plodorodie. 2019. № 1(106). S. 26–28. DOI: 10.25680/S19948603.2019.106.08.
- 9. Pron'ko V. V., CHub M. P., YAroshenko T. M., Klimova N. F., ZHuravlev D. Yu. Otzyvchivost' sel'skohozyajstvennyh kul'tur na mineral'nye udobreniya v razlichnyh gidrotermicheskih usloviyah Stepnogo Povolzh'ya [Agricultural crop response to mineral fertilizers in various hydrothermal conditions of the steppe Povolzhie] // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2017. № 9. S. 27–32.
- 10. Telegin V. A., Gilev S. D., Zezin N. N. i dr. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya pashni v usloviyah Zaural'ya i Srednego Urala [Improvement of the efficiency of arable land utilization the Trans-Urals and the Middle Urals]. Kurtamysh: OOO «Kurtamyshskaya tipografiya», 2016. 300 s.

Поступила: 2.07.20; принята к публикации: 18.09.20.

**Критерии авторства.** Авторы подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Зезин Н. Н., Постников П. А. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация; Постников П. А. – подготовка опыта, выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.