УДК 633.11:632.112

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-23-27

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ СУХОЙ МАССЫ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ

Е. В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель центра фундаментальных научных исследований, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;

В. Л. Газе, младший научный сотрудник лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;

В. А. Лиховидова, младший научный сотрудник лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Рассмотрены вопросы влияния различных условий выращивания (недостаточное и оптимальное увлажнение) на размеры площади листьев растений озимой пшеницы, фотосинтетический потенциал, чистую продуктивность фотосинтеза и сухую массу растений. В качестве объекта исследований были взяты образцы озимой мягкой пшеницы (12 генотипов) селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Изучение образцов проводили с использованием следующих методик: В. В. Маймистов (1988 г.) – испытание сортов на засухоустойчивость в условиях модельной засухи «засушник»; А. А. Ничипорович (1955 г.) – определение площади листьев, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза; Б. А. Ягодин (1987 г.) – определение сухого вещества растений. Математическую обработку данных производили по методу Б. А. Доспехова с применением программы Statistica 10. Целью исследований являлось установление генотипов озимой мягкой пшеницы с высокой устойчивостью листового аппарата растений к неблагоприятным факторам среды. По результатам проведенных исследований выявлены образцы озимой мягкой пшеницы Юбилей Дона, Зодиак и 586/13, которые в условиях недостаточной влагообеспеченности за период вегетации (колошение – восковая спелость зерна) имели максимальные значения следующих показателей: площади листьев (202,0; 193,3 и 174,5 см²), фотосинтетического потенциала (0,528; 0,559 и 0,560 млн м²/дн.) и сухой массы листьев растений (1315,0; 1329,0 и 1280,4 г). По величине чистой продуктивности фотосинтеза в условиях опыта (недостаточная влагообеспеченность) наиболее высокие значения данного показателя отмечены у образцов озимой мягкой пшеницы 1074/11 (20,16 г/м² в сутки), Универ (19,43 г/м² в сутки) и Амбар (19,33 г/м² в сутки).

Ключевые слова: озимая пшеница, площадь листьев, сухая масса растений, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза.

Для цитирования: Ионова Е. В., Газе В. Л., Лиховидова В. А. Фотосинтетическая деятельность и динамика накопления сухой массы растений озимой мягкой пшеницы в зависимости от условий выращивания // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 23–27. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-23-27

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND DYNAMICS OF DRY MASS OF PLANTS ACCUMULATION OF WINTER SOFT WHEAT, DEPENDING ON GROWING CONDITIONS

E. V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, head of the Center of fundamental researches, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;

V. L. Gaze, junior researcher of the laboratory of plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;

V. A. Likhovidova, junior researcher of the laboratory of plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901

Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zemograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has considered the effect of various growing conditions (insufficient and optimal moisture) on the leaf area of winter wheat plants, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity and dry mass of plants. The objects of the study were the winter soft wheat samples (12 genotypes) developed by the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy". The study of the samples was carried out by the V. V. Maimistov method (1988), namely a testing of varieties for drought tolerance in the conditions of model drought "zasushnik"; by the A. Nichiporovich method (1955), namely a determination of leaf area, photosynthetic potential and net productivity of photosynthesis; by the B. Yagodin method (1987), namely a determination of dry matter of plants. Mathematical data processing was carried out according to the B. A. Dospekhov method using the program Statistica 10. The purpose of the study was to establish the winter soft wheat genotypes with high resistance of the leaf system of plants to unfavorable environmental factors. According to the study results, there have been identified the winter soft wheat samples "Yubiley Dona", "Zodiak" and "586/13" which, under conditions of insufficient moisture supply during the growing season ("head formation – waxy ripeness of kernels"), had the maximum values of the following indicators: leaf area (202.0 cm², 193.3 cm² and 174.5 cm²), photosynthetic potential (0.528 million m²/day, 0.559 million m²/day and 0.560 million m²/day) and dry mass of plant leaves (1315.0 g, 1329.0 g and 1280.4 g). Due to the net productivity of photosynthesis (under insufficient moisture supply), the highest values of this indicator were identified in the winter soft wheat samples "1074/11" (20.16 g/m² per day), "Univer" (19.43 g/m² per day) and "Ambar" (19.33 g/m² per day).

Keywords: winter wheat, leaf area, dry mass of plants, photosynthetic potential, net productivity of photosynthesis.

Введение. Основа положения современной теории фотосинтетической продуктивности состоит в том, что урожай растений в первую очередь зависит от суммарной фотосинтетической продукции, качество которой определяется не только интенсивностью фотосинтеза, но и размерами листьев и длительностью их

работы. Величина хозяйственно полезной части урожая зависит от характера распределения ассимилянтов в растении, которая различается в зависимости от условий выращивания (Подлесных, 2016).

Фотосинтез – основная функция и главный процесс питания растений как автотрофных организмов.

Поэтому их максимальная продуктивность достигается в том случае, если формируется оптимальный по размерам и по продолжительности активной деятельности фотосинтетический аппарат, обеспечиваются благоприятные условия направленности его развития на разных этапах органогенеза и максимально используются продукты фотосинтеза на формирование ценных признаков с наименьшими потерями на процессах метаболизма (Кошкин и др., 2005).

От фотосинтеза зависит жизнедеятельность растения, и наоборот, все процессы метаболизма, роста и развития предопределяют структуру фотосинтетического аппарата и его деятельность. Следовательно, основное внимание необходимо уделять таким признакам и свойствам растений, которые оказывают наибольшее влияние на фотосинтетическую активность, то есть на размер ассимилирующей поверхности и период, в течение которого условия благоприятны для фотосинтеза (Громова и Костылев, 2018).

Интенсивность фотосинтетической деятельности посева определяется рядом внешних и внутренних факторов, оказывающих влияние на агробиоценоз как систему. Внешние (экзогенные) факторы – это факторы, не входящие в состав агробиоценоза, но оказывающие решающее влияние на его образование и развитие (солнечная радиация, температура, влажность воздуха и почвы, ее плодородие и др.). Внутренние (эндогенные) факторы присущи самому агробиоценозу. Их можно разделить на две группы: биологические свойства растений, включающие комплекс особенностей на клеточном уровне (структура и содержание хлоропластов, устьичный аппарат, проводящая система листьев и т. д.) и на организменном (число листьев, соотношение надземной и подземной частей и архитектура растений) (Дубинина, 2017).

Целью исследований являлось установление генотипов озимой мягкой пшеницы с высокой устойчивостью листового аппарата растений к неблагоприятным факторам среды.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в условиях модельной засухи

«засушник», где растения озимой пшеницы выращивали при оптимальном увлажнении 70% ПВ (контроль) и недостаточном увлажнении 30% ПВ и ниже (опыт), методом В. В. Маймистова (1984). Объектом исследований служили 12 образцов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Растения отбирали в фазы колошения, цветения, молочной и восковой спелости зерна. Определение площади листьев, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза проводили по методике А. А. Ничипоровича (1955), определение сухого вещества растений озимой мягкой пшеницы – по методике под редакцией Б. П. Ягодина (1987). Математическую обработку данных производили по методу Б. А. Доспехова с применением программы Statistica 10.

Результаты и их обсуждение. Основную часть ассимиляционной поверхности посевов составляют листовые пластины растений, в которых осуществляется процесс фотосинтеза. Он может протекать и в других зеленых частях растений – осях, стеблях и т. п., но вклад этих органов в общий фотосинтез несколько меньше. Динамика площади листьев подчиняется определенной закономерности: с момента появления всходов площадь листьев начинает медленно увеличиваться, а затем темпы нарастают и к окончанию роста растений в высоту площадь листьев достигает максимальной величины за весь период вегетации (Громова и Костылев, 2018).

В наших исследованиях общая площадь листьев растений озимой пшеницы достигала своего максимума в фазу колошения как в условиях недостаточного, так и оптимального увлажнения.

Наибольшую площадь листовой поверхности в условиях модельной засухи (опыт) в фазу колошения сформировали сорта Зодиак и Юбилей Дона – 84,9 и 81,6 см² соответственно (табл. 1).

Максимальная площадь листьев, наблюдающаяся у растений озимой пшеницы в эту фазу, держится в посеве очень короткое время.

1. Изменение площади листьев главного побега озимой пшеницы при различной водообеспеченности **1. Change in leaf area of the main shoot of winter wheat plants with different water availability**

Образец	Площадь листьев в фазы вегетации, см ²					
	Фаза колошения		Фаза цветения		Фаза молочной спелости	
	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль
Донская степь	72,0	83,1	55,0	61,0	28,6	37,9
Юбилей Дона	81,6	87,7	76,8	80,8	43,6	55,2
1005/14	71,6	78,8	48,1	56,3	39,1	45,1
1074/14	65,3	74,3	43,5	52,4	35,7	41,9
Универ	59,6	66,8	33,6	44,8	29,7	40,7
Зодиак	84,9	90,7	65,9	72,8	42,5	48,0
Аскет	63,4	70,6	59,7	64,2	28,8	33,8
586/13	73,3	80,0	59,5	65,0	41,7	45,7
595/13	70,7	78,4	58,0	64,0	32,8	40,8
791/13	71,5	78,8	57,9	62,7	31,0	36,9
Нива Дона	68,0	73,5	32,8	40,3	24,6	39,9
Амбар	52,3	69,0	38,4	47,5	24,4	41,2
Стандартное отклонение	8,9	7,3	13,4	11,7	6,8	5,6

Начиная с фазы цветения, в опыте и в контроле происходило значительное уменьшение площади листьев, связанное с прекращением роста растений, пожелтением и постепенным отмиранием нижних стеблевых листьев. Это объясняется началом процесса реутилизации накопленных в них питательных веществ и естественным отмиранием листового аппарата. К фазе молочной спелости зерна (в условиях засухи) площадь листьев значительно уменьшилась, но максимальные ее значения зафиксированы у сортов Юбилей Дона (43,6 см²), Зодиак (42,5 см²) и у линии 586/13 (41,7 см²).

На растениях озимой пшеницы в фазу восковой спелости зерна как в опыте, так и в контроле зеленые листья отсутствовали. Таким образом, максимальные значения площади листьев в фазы колошения, цветения и молочной спелости зерна отмечены у сортов Юбилей Дона и Зодиак.

На образование сухого вещества большое влияние оказывает солнечная энергия. У озимой пшеницы тесной зависимости не отмечено, но известно, что определенной урожайности зерна отвечает определенный уровень общего сухого вещества биомассы (Маслова, 2018).

Большое значение в накоплении абсолютно сухого вещества имеет площадь листьев, которая определяет величину суточных приростов сухого вещества и в конечном счете урожайности.

С динамикой увеличения площади листовой поверхности тесно связаны показатели накопления сухого вещества по фазам вегетации.

К фазе колошения растения озимой пшеницы интенсивно формировали свою надземную массу. В эту фазу наибольшие значения сухой массы листьев в условиях недостаточной влагообеспеченности отмечены у сортов Юбилей Дона (391,1 г) и Зодиак (394,0 г) (табл. 2).

2. Изменение сухой массы листьев растений озимой пшеницы при различной водообеспеченности 2. Change in dry mass of leaves of winter wheat plants with different water availability

Образец	Сухая масса листьев в фазы вегетации, г							
	Фаза колошения		Фаза цветения		Фаза молочной спелости		Фаза восковой спелости	
	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль
Донская степь	377,4	394,8	344,2	369,9	298,3	316,3	142,7	159,7
Юбилей Дона	391,1	406,0	382,8	394,5	349,6	357,1	191,5	211,5
1005/14	382,1	397,2	342,4	359,0	326,5	337,3	129,4	147,4
1074/14	375,5	395,0	339,2	359,3	309,4	328,3	109,8	122,8
Универ	297,5	370,4	262,5	333,2	201,6	317,1	100,4	122,8
Зодиак	394,0	408,0	373,0	387,8	341,8	353,5	220,2	238,2
Аскет	332,4	381,4	319,1	360,6	288,4	298,8	157,0	177,0
586/13	384,9	389,2	357,9	362,9	337,6	343,1	200,0	219,0
595/13	368,4	388,7	336,6	356,3	303,0	328,1	171,6	188,6
791/13	377,9	387,7	335,8	353,6	299,5	314,2	122,8	136,8
Нива Дона	373,6	382,1	255,6	321,8	228,3	253,5	104,9	126,9
Амбар	284,7	362,8	239,8	332,0	200,5	329,5	104,6	150,6
Стандартное отклонение	36,5	13,2	46,6	21,4	52,4	27,6	41,4	39,8

Наименьшее снижение сухой массы листьев растений среди изучаемых образцов от фазы колошения к фазе восковой спелости отмечено у образцов Юбилей Дона (на 152,4 г), Зодиак (на 173,8 г) и Аскет (на 175,4 г).

Для комплексной и правильной оценки фотосинтетической продуктивности листового аппарата растений озимой мягкой пшеницы используется показатель, который объединяет площадь листовой поверхности растений и продолжительность работы листового аппарата, – это фотосинтетический фотопотенциал (ФП), позволяющий судить о мощности ассимилирующей поверхности листьев растений в отдельные межфазные периоды и в целом за весь период вегетации (Кошкин и др., 2005).

При анализе фотосинтетического потенциала по фазам развития отмечены наилучшие его значения в условиях засухи: в фазу колошения – у линий 586/13 (0,310 млн м²/дн.), 595/13 (0,308 млн м²/дн.) и сорта Зодиак (0,303 млн м²/дн.) (табл. 3); в фазу цветения – 586/13 (0,158 млн м²/дн.), Зодиак (0,163 млн м²/дн.), Юбилей Дона (0,161 млн м²/дн.) и 595/13 (0,132 млн м²/дн.).

В фазу молочной спелости выделились образцы Юбилей Дона (0,095 млн м²/дн.), Зодиак (0,093 млн м²/дн.), 586/13 (0,092 млн м²/дн.), 595/13 (0,089 млн м²/дн.) и Аскет (0,087 млн м²/дн.).

Фотопотенциал растений озимой пшеницы в опыте был в пределах от 0,388 млн м²/дн. (1074/14) до 0,560 млн м²/дн. (586/13), а в контроле – от 0,501 млн м²/дн. (Аскет) до 0,738 млн м²/дн. (595/13).

Одним из главных факторов, определяющих площадь листьев и фотопотенциал посевов, является влагообеспеченность. Основной причиной изменчивости изучаемых показателей был именно водный режим растений (Некрасов и Ионова, 2018).

Наряду с размерами листовой поверхности и величинами фотосинтетических потенциалов общая фотосинтетическая продуктивность посева определяется и интенсивностью работы ассимиляционного аппарата. Кроме определенной интенсивности фотосинтеза, для оценки производительности работы фотосинтетического аппарата в полевых условиях широко используется величина чистой продуктивности фотосинтеза, получаемая путем деления величины общего урожая сухой массы на величину фотосинтетического потенциала и показывающая, сколько граммов сухого вещества накапливается за сутки в расчете на 1 м² листьев. Чистая продуктивность фотосинтеза находится в определенной отрицательной связи с развитием листовой поверхности. Условия водоснабжения оказывают большое влияние на интенсивность и чистую продуктивность фотосинтеза.

3. Изменение фотосинтетического потенциала растений в условиях различной водообеспеченности

3. Change in photosynthetic potential of winter wheat plants with different water availability

Образец	Фотосинтетический потенциал растений в фазы вегетации, млн м²/дн.						Общий фотосинтетический потенциал за период вегетации	
	колошение		цветение		молочная спелость			
	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль
Донская степь	0,225	0,316	0,117	0,170	0,081	0,124	0,423	0,610
Юбилей Дона	0,272	0,353	0,161	0,257	0,095	0,120	0,528	0,730
1005/14	0,258	0,373	0,095	0,179	0,083	0,108	0,436	0,660
1074/14	0,215	0,416	0,095	0,185	0,078	0,118	0,388	0,719
Универ	0,227	0,353	0,100	0,145	0,077	0,124	0,404	0,622
Зодиак	0,303	0,325	0,163	0,171	0,093	0,097	0,559	0,593
Аскет	0,241	0,354	0,131	0,159	0,087	0,132	0,459	0,501
586/13	0,31	0,332	0,158	0,153	0,092	0,111	0,560	0,596
595/13	0,308	0,347	0,132	0,259	0,089	0,132	0,529	0,738
791/13	0,256	0,353	0,088	0,219	0,088	0,124	0,412	0,696
Нива Дона	0,271	0,325	0,095	0,144	0,071	0,114	0,437	0,583
Амбар	0,212	0,327	0,123	0,173	0,071	0,120	0,406	0,620
Стандартное отклонение	0,04	0,03	0,03	0,04	0,01	0,01	0,06	0,07

Величина чистой продуктивности фотосинтеза растений озимой мягкой пшеницы при оптимальных условиях выращивания варьировала от 15,16 г/м²

в сутки (Зодиак) до 23,72 г/м² в сутки (Аскет), а в условиях засухи – от 13,08 г/м² в сутки (586/13) до 20,16 г/м² в сутки (1074/14) (рис. 1).

Рис. 1. Чистая продуктивность фотосинтеза при различной водообеспеченности

Fig. 1. Net productivity of photosynthesis with different water availability

Наибольшие значения чистой продуктивности фотосинтеза растений за период вегетации (колошение – молочная спелость) в условиях недостаточного увлажнения установлена у образцов 1074/11 (20,16 г/м² в сутки), Универ (19,43 г/м² в сутки), Амбар (19,33 г/м² в сутки) и 791/13 (19,29 г/м² в сутки). При оптимальных условиях выращивания максимальная величина данного показателя отмечена у образцов Аскет (23,72 г/м² в сутки), 1074/14 (22,0 г/м² в сутки), 791/13 (20,66 г/м² в сутки).

Таким образом, определяющими факторами величин площади листьев, фотосинтетического потенциала, чистой продуктивности фотосинтеза и сухой массы растений являются влагообеспеченность и устойчивость изучаемых генотипов к почвенной засухе.

Влагообеспеченность посевов озимой пшеницы оказала непосредственное влияние на величину этих показателей.

При оптимальном увлажнении площадь листьев, фотопотенциал, чистая продуктивность фотосинтеза и сухая масса растений увеличивались, а при недостаточном увлажнении значения снижались у засухоустойчивых образцов, таких как Юбилей Дона, Зодиак, Аскет и 586/13. Интенсивность снижения этих значений была меньшей, так как эти генотипы являются высоко засухоустойчивыми.

Статистическая обработка полученных результатов показала достаточно высокую корреляционную связь между изучаемыми показателями.

Высокая корреляционная связь отмечена между площадью листьев и сухой массой листьев рас-

тений в фазы колошение ($r = 0,86 \pm 0,08$), цветение ($r = 0,87 \pm 0,07$), молочная спелость зерна ($r = 0,85 \pm 0,08$).

Установлена средняя корреляционная связь фотосинтетического потенциала с площадью листьев в фазы колошения и цветения ($r = 0,69 \pm 0,29$), а также слабая – в фазу молочной спелости зерна ($r = 0,13 \pm 0,08$).

Между величиной чистой продуктивности фотосинтеза и сухой массой листьев растений наблюдается обратная корреляционная зависимость $r = -0,37 \pm 0,26$. Это объясняется тем, что в фотосинтезе у озимой мягкой пшеницы участвуют и другие ассимилирующие органы (стебель с влагалищами и колос), продукцию которых относят к фотосинтетической деятельности листьев, что для такой культуры, как пшеница, сильно искажает результаты.

Чистая продуктивность фотосинтеза находится в отрицательной связи с развитием листовой поверхности. Корреляционная связь чистой продуктивности с площадью листьев составляет $r = -0,43 \pm 0,24$, с фотосинтетическим потенциалом – $r = -0,93 \pm 0,04$.

Выводы. В результате проведенных исследований отмечены сорта Юбилей Дона, Зодиак и линия 586/13, которые за период вегетации (колошение – восковая спелость зерна) имели максимальные значения площади листьев (202,0; 193,3 и 174,5 см² соответственно), сухой массы листьев (1315,0; 1329,0 и 1270,4 г соответственно), фотосинтетического потенциала (1,056; 1,092 и 1,080 млн м²/дн. соответственно). По величине чистой продуктивности фотосинтеза в условиях опыта выделились образцы 1074/11 (20,16 г/м² в сутки); Универ (19,43 г/м² в сутки) и Амбар (19,33 г/м² в сутки).

Библиографические ссылки

1. Громова С. Н., Костылев П. И. Роль флагового листа и остей в формировании продуктивности озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 32–34.
2. Дубинина О. А. Устойчивость озимой пшеницы к основным стрессовым факторам окружающей среды и погодных условий // Зерновое хозяйство России. 2017. № 1. С. 23–26.
3. Кошкин Е. И., Гатаулина Г. Г., Дьяков А. Б. и др. Частная физиология полевых культур. М.: Колос, 2005. 344 с.
4. Маслова Г. Я., Абреев М. Р. Влияние погодных условий на динамику накопления сухого вещества в зерне сортов озимой пшеницы в условиях лесостепи Самарской области // Кибер Ленинка. 2018. С. 57–60.
5. Некрасов Е. И., Ионова Е. В. Результаты изучения изменения массы 1000 зерен сортов озимой мягкой пшеницы в условиях провокационного фона «засушник» // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3(57). С. 52–55.
6. Подлесных Н. В. Фотосинтетическая деятельность посевов разных видов озимой пшеницы в условиях лесостепи Центрального Черноземья // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2016. № 2(49). С. 19–29.

References

1. Gromova S. N., Kostylev P. I. Rol' flagovogo lista i ostep v formirovanii produktivnosti ozimoy pshenicy [The role of the flag leaf and awns in the formation of winter wheat productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 32–34.
2. Dubinina O. A. Ustojchivost' ozimoy pshenicy k osnovnym stressovym faktoram okruzhayushchej sredy i pogodnyh uslovij [Winter wheat resistance to the main environmental stress factors and weather conditions] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 1. S. 23–26.
3. Koshkin E. I., Gataulina G. G., D'yakov A. B. i dr. CHastnaya fiziologiya polevyh kul'tur [Private physiology of field crops]. M.: Kolos, 2005. 344 s.
4. Maslova G. Ya., Abreev M. R. Vliyanie pogodnyh uslovij na dinamiku nakopleniya suhogo veshchestva v zerne sortov ozimoy pshenicy v usloviyah lesostepi Samarskoj oblasti [The effect of weather conditions on the dynamics of dry matter accumulation in the grain of winter wheat varieties in the forest-steppe of the Samara region] // Kiber Leninka. 2018. S. 57–60.
5. Nekrasov E. I., Ionova E. V. Rezul'taty izucheniya izmeneniya massy 1000 zeren sortov ozimoy myagkoj pshenicy v usloviyah provokacionnogo fona "zasushnik" [The study results of the change in "1000 grains weight" of winter soft wheat varieties in the conditions of the provocative background "zasushnik"] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 3(57). S. 52–55.
6. Podlesnyh N. V. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' posevov raznyh vidov ozimoy pshenicy v usloviyah lesostepi Central'nogo Chernozem'ya [Photosynthetic activity of different types of winter wheat sown in the forest-steppe of the Central Chernozem] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 2(49). S. 19–29.

Поступила: 13.01.20; принята к публикации: 28.01.20.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Ионова Е. В. – концептуализация исследований; Газе В. Л. – анализ данных и их интерпретация; Лиховидова В. А. – выполнение лабораторных опытов, сбор данных и подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.