

Вестник Курганской ГСХА. 2022. № 3 (43). С. 3-8

Vestnik Kurganskoy GSNA. 2022; (3-43): 3-8

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья

УДК 631.8

Код ВАК 4.1.3

DOI: 10.52463/22274227_2022_43_3

EDN: BVKNJP

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Наталья Викторовна Гоман¹, Игорь Александрович Бобренко², Мария Викторовна Иванова^{3✉}, Виктор Павлович Кормин⁴

^{1, 2, 3, 4}Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, Омск, Россия

¹nv.goman@omgau.org, <https://orcid.org/0000-0001-8959-5888>

²bobrenko67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2496-0773>

³mv.ivanova35.06.01@omgau.org✉, <https://orcid.org/0000-0002-1215-4985>

⁴vp.kormin@omgau.org, <https://orcid.org/0000-0002-9770-8587>

Аннотация. Цель исследований – определить влияние некорневых азотных подкормок на урожайность и разработать агрохимические нормативные параметры яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири. **Методика.** Полевые исследования проводили в 2018-2020 гг. на опытном поле Омского ГАУ. Сорт яровой мягкой пшеницы – ОмГАУ 90. Почва – лугово-черноземная маломощная среднегумусная тяжелосуглинистая. Содержание в слое почвы 0-40 см N-NO₃ (по Грандваль-Ляжу) составляло 8,0-8,6 мг/кг, P₂O₅ и K₂O – соответственно 126-129 и 241-304 мг/кг (по Чирикову). Дозы удобрений определялись на основе почвенной и растительной диагностики в основные фазы развития культур. Расположение делянок на опытном участке систематическое. Площадь делянок – 20 м². Повторение вариантов в опыте трехкратное, расположение повторений – в три яруса. Предшественник – яровая пшеница по пару, агротехника – общепринятая для зоны. **Результаты.** Азотные удобрения в жидкой форме при дополнительном внесении в течение вегетации растений пшеницы позволили выработать урожайность: на фоне без основного внесения прибавки составили соответственно 0,31 и 0,39 т/га (контроль – 4,29 т/га). На фоне N₁₂₈P₉₅ увеличение урожайности от азотных подкормок было незначительным – 0,06 и 0,09 т/га (фон 5,21 т/га). Подкормка N₁₀ в фазу кущения не привела к получению достоверных прибавок. Применение удобрений оказало весомое действие на вынос элементов питания растениями яровой пшеницы. Вынос азота зерном превосходит вынос соломой, а калия и фосфора – имеет обратную зависимость. Установленные в исследованиях агрохимические нормативные параметры можно использовать для более точной организации питания яровой пшеницы расчетом доз удобрений и их применением, а также корректировать питание в процессе развития культуры. **Научная новизна.** Ранее в проводимых исследованиях в лесостепи Западной Сибири не изучалось применение азотных подкормок при различных вариантах их использования (однократное и двукратное применение в течение вегетации на двух фонах по обеспеченности азотно-фосфорным питанием). На основе проведенных исследований выявлена лучшая технология, установлена эффективность применения некорневых подкормок на различных фонах.

Ключевые слова: удобрения, азот, яровая пшеница, урожайность, вынос элементов, коэффициент использования элемента из почвы, азот текущей нитрификации.

Для цитирования: Гоман Н.В., Бобренко И.А., Иванова М.В., Кормин В.П. Влияние азотных некорневых подкормок на урожайность яровой мягкой пшеницы // Вестник Курганской ГСХА. 2022. № 3 (43). С. 3-8. https://doi.org/10.52463/22274227_2022_43_3

Scientific article

THE EFFECT OF NITROGEN TOP DRESSINGS ON THE SPRING SOFT WHEAT YIELD

Natalya V. Goman¹, Igor A. Bobrenko², Maria V. Ivanova^{3✉}, Viktor P. Kormin⁴

^{1, 2, 3, 4}Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

¹nv.goman@omgau.org, <https://orcid.org/0000-0001-8959-5888>

²bobrenko67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2496-0773>

³mv.ivanova35.06.01@omgau.org✉, <https://orcid.org/0000-0002-1215-4985>

⁴vp.kormin@omgau.org, <https://orcid.org/0000-0002-9770-8587>

Abstract. The purpose of the research is to determine the effect of nitrogen top dressings on yield and to develop agrochemical specified parameters of spring wheat in the southern forest-steppe of Western Siberia. **Methodology.** Field studies were carried out in 2018-2020 in the experimental field of the Omsk State Agrarian University. A variety of spring soft wheat is OmGAU 90. The soil is meadow-chnozemic, minor, medium-humic, heavy loamy. The content of N-NO₃ in the 0-40 cm soil layer (according to Grandval-Liazhhu) was 8.0-8.6 mg/kg, P₂O₅ and K₂O – respectively 126-129 and 241-304 mg/kg (according to Chirikov). The fertilizer doses were determined on the basis of soil and plant diagnostics in the main phases of crop development. The arrangement of plots in the experimental field is systematic. The area of the plots is 20 m². The repetition of variants in the experiment is threefold, the arrangement of repetitions is in three tiers. The predecessor is spring wheat after bare fallow, agricultural technology is generally accepted for the zone. **Results.** Nitrogen fertilizers in liquid form with additional application during the wheat plants growing season made it possible to develop the yields: with the background without the basal fertilizing, the increases amounted to 0.31 and 0.39 t/ha, respectively (control – 4.29 t/ha). With the background of N₁₂₈P₉₅, the increase in yield from nitrogen fertilizing was insignificant – 0.06 and 0.09 t/ha (background 5.21 t/ha). Fertilizer N₁₀ at the tillering stage did not lead to reliable increases. The use of fertilizers had

a significant effect on the nutrient removal by spring wheat plants. The nitrogen removal by grain exceeds the removal by straw, as for potassium and phosphorus, they have an inverse relationship. The agrochemical specified parameters established in the studies can be used for more accurate organization of spring wheat nutrition by calculating fertilizer doses and their application, as well as they can adjust nutrition in the process of crop development. **Scientific novelty.** Previously, in the studies conducted in the forest-steppe of Western Siberia, the use of nitrogen fertilizing was not studied in various variants of their use (single and double application during the growing season with two backgrounds according to the level of nitrogen-phosphorus nutrition). Based on the conducted research, the best technology has been identified, the effectiveness of the use of top dressings with various backgrounds has been established.

Keywords: fertilizers, nitrogen, spring wheat, yield, element removal, nutrient removal coefficient from the soil, nitrogen of current nitrification.

For citation: Goman N.V., Bobrenko I.A., Ivanova M.V., Kormin V.P. The effect of nitrogen top dressings on the spring soft wheat yield. Vestnik Kurganskoj GSHA. 2022; (3-43): 3-8. https://doi.org/10.52463/22274227_2022_43_3. (In Russ).

Введение. Мягкая яровая пшеница выращивается практически по всему земному шару и входит в число наиболее ценных и высокоурожайных зерновых культур. Ее зерно содержит большое количество клейковинных белков и других ценных веществ, поэтому широко применяется для продовольственных целей; зерно и отруби – высококонцентрированный корм для использования в животноводстве [1-3].

По посевным площадям пшеница занимает первое место среди других зерновых культур. В России на долю пшеницы среди зерновых культур приходится 50,3 % посевных площадей, в Омской области – более 70 %. Производство зерна в последние годы постоянно возрастает, поэтому так необходима разработка нормализованного питания культуры в различных условиях роста и развития.

Из факторов, оказывающих влияние на величину и качество урожая, ведущая роль принадлежит минеральному питанию. Большую роль при этом играет правильный выбор доз, сроков и способов внесения минеральных удобрений. Наряду с основным и припосевным способами некорневая подкормка занимает немаловажное место в системе удобрения. Предназначение подкормки – улучшить питание растений в течение вегетации [4-6]. Ранее в проводимых исследованиях в лесостепи Западной Сибири не изучалось применение азотных подкормок при различных вариантах их использования (однократное и двукратное применение в течение вегетации на двух фонах по обеспеченности азотно-фосфорным питанием).

Цель – определить влияние некорневых азотных подкормок на урожайность и разработать агрохимические нормативные параметры яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири.

Методика. Полевые исследования проводили в 2018-2020 гг. на опытном поле Омского ГАУ. Сорт яровой мягкой пшеницы – ОмГАУ 90.

Почва – лугово-черноземная маломощная среднегумусная тяжелосуглинистая. Содержание в слое почвы 0-40 см нитратного азота (по Грандваль-Ляжу) составляло 8,0-8,6 мг/кг, в слое почвы 0-20 см подвижного фосфора и калия – соответственно 126-129 и 241-304 мг/кг (по Чирикову).

Дозы удобрений определялись на основе почвенной (ПД) и растительной (РД) в фазу кущения* и выхода в трубку** диагностики. Схема опыта:

1. Без удобрений.
2. N_{10}^* (РД).
3. N_{30}^{**} (РД).
4. $N_{10}^* + N_{30}^{**}$ (РД).
5. $N_{128}P_{95}$ (фон, ПД).
6. $N_{128}P_{95} + N_{10}$ (РД)*.
7. $N_{128}P_{95} + N_{30}$ (РД)**.
8. $N_{128}P_{95} + N_{10}^* + N_{30}^{**}$ (РД).

Расположение делянок на опытном участке систематическое. Площадь делянок – 20 м². Повторение вариантов в опыте трехкратное, расположение повторений – в три яруса. Предшественник – яровая пшеница по пару, агротехника – общепринятая для зоны: осенью основная обработка – зяблевая вспашка плугом ПН-4-35 на глубину 20-22 см; предпосевная обработка почвы заключалась в ранневесеннем бороновании зубовыми боронами в два следа при достижении почвой состояния физической спелости и предпосевной культивации КПС-4 на глубину заделки семян; посев проводили 25-27 мая, норма высева 5,5 млн. всхожих семян, сеялкой ССФК-7, после посева почву прикатывали кольчатыми катками ЗКК-6А; уборку яровой пшеницы проводили в первой декаде сентября прямым комбайнированием «Неге-125».

Минеральные удобрения вносили весной перед посевом в форме карбамида и двойного суперфосфата под предпосевную культивацию, подкормку проводили 10-30 %-м раствором карбамида, раствор рабочей жидкости – 220 л/га.

Химические анализы проводились на кафедре агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО Омский ГАУ.

Результаты. В результате исследования установлено, что изучаемые минеральные удобрения и способы их применения благоприятно действовали на урожайность зерна пшеницы яровой в условиях лесостепи (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность зерна пшеницы яровой в зависимости от доз азотных некорневых подкормок (2018-2020 гг.)

Вариант	Урожайность с 1 га, т				Прибавка к фону, т/га	
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее	без удобрений	
					$N_{128}P_{95}$	
Без удобрений	3,42	4,97	4,50	4,30	-	-
N_{10}^*	3,50	5,07	4,68	4,42	0,12	-
N_{30}^{**}	3,72	5,31	4,80	4,61	0,31	-
$N_{10}^* + N_{30}^{**}$	3,78	5,44	4,84	4,69	0,39	-
$N_{128}P_{95}$ (фон)	4,84	5,56	5,23	5,21	0,91	-
Фон + N_{10}^*	4,84	5,57	5,26	5,22	0,92	0,01
Фон + N_{30}^{**}	4,88	5,55	5,39	5,27	0,97	0,06
Фон + $N_{10}^* + N_{30}^{**}$	4,92	5,57	5,42	5,30	1,00	0,09

Примечание: подкормки в фазу кущения* и выхода в трубку**

Основное внесение $N_{128}P_{95}$ способствовало увеличению урожайности с 4,30 т/га без удобрений до 5,21 т/га в среднем за три года.

Некорневые подкормки N_{30} и $N_{10} + N_{30}$ на фоне без основного внесения прибавки составили соответственно 0,31 и 0,39 т/га (контроль – 4,30 т/га); на фоне $N_{128}P_{95}$ увеличение урожайности от азотных подкормок составило 0,06 и 0,09 т/га (фон – 5,21 т/га), что ниже НСР. Применение азотных подкормок яровой пшеницы в минимальной дозе N_{10} в фазу кущения обеспечило увеличение урожайности – 0,12 (фон без удобрений) и 0,01 т/га зерна (фон $N_{128}P_{95}$).

Испытания позволяют сделать заключение о том, что уровень прибавок зерна яровой пшеницы от азотных некорневых подкормок на фоне $N_{128}P_{95}$ существенно ниже, чем в условиях низкого содержания доступных форм данных элементов в лугово-черноземной почве. Вероятно, это можно объяснить тем, что при меньшем дефиците нитратного азота в почве необходимость в нем и отдача от удобрений меньше.

Содержание в слое почвы 0-40 см нитратного азота составляло 8,7 мг/кг в контроле и 22,7 мг/кг при применении азотно-фосфорных удобрений $N_{128}P_{95}$, подвижного фосфора и калия – соответственно 127 и 148 мг/кг, 281 и 289 мг/кг (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание элементов минерального питания в лугово-черноземной почве при применении минеральных удобрений, мг/кг (среднее 2018-2020 гг.)

Вариант	До посева			Уборка		
	$N-NO_3$	P_2O_5	K_2O	$N-NO_3$	P_2O_5	K_2O
Без удобрений	8,7	127	281	1,91	106	261
N_{10}^*				1,93	110	260
N_{30}^{**}				1,90	111	257
$N_{10}^* + N_{30}^{**}$				1,90	109	258
$N_{128}P_{95}$ (фон)	22,7	148	289	2,94	154	261
Фон + N_{10}^*				3,01	161	271
Фон + N_{30}^{**}				2,99	157	272
Фон + $N_{10}^* + N_{30}^{**}$				2,98	158	270

Примечание: подкормки в фазу кущения* и выхода в трубку**

В опыте применение азотных подкормок растений яровой пшеницы влияло на содержание основных элементов питания в зерне и соломе в период уборки (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние минеральных удобрений на содержание основных элементов питания в зерне и соломе различных сортов яровой пшеницы (среднее 2018-2020 гг.), %

Вариант	Зерно			Солома		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Без удобрений	2,80	0,76	0,86	0,71	0,20	0,96
N_{10}^*	2,82	0,78	0,97	0,66	0,20	1,03
N_{30}^{**}	2,97	0,76	0,89	0,64	0,19	1,01
$N_{10}^* + N_{30}^{**}$	2,95	0,75	0,89	0,70	0,19	1,11
$N_{128}P_{95}$ (фон)	2,89	0,77	0,94	0,72	0,23	1,08
Фон + N_{10}^*	2,89	0,78	0,97	0,74	0,20	1,10
Фон + N_{30}^{**}	2,97	0,71	0,97	0,84	0,25	1,19
Фон + $N_{10}^* + N_{30}^{**}$	3,01	0,75	0,96	0,92	0,28	1,19

Примечание: подкормки в фазу кущения* и выхода в трубку**

В целом можно отметить, что содержание азота в зерне больше, чем в соломе в 3,3 и более раз. Фосфора также больше в зерне, что объясняется участием фосфора в репродуктив-

ных процессах: его содержание в зерне составило 0,71-0,78 %, а в соломе – 0,19-0,28 %. Калия больше в соломе, чем в зерне (в контроле соответственно 0,96 и 0,86 %).

Использование азота удобрений способствовало увеличению валового азота в зерне при изучаемых технологиях применения подкормок: с 2,80 в контроле до 2,82-3,01 %. Максимальное влияние оказало применение доз в вариантах N_{30} и $N_{10} + N_{30}$. Каждый килограмм азота удобрений увеличивал концентрацию азота в зерне на 0,004-0,006 % на фоне без основного удобрения и 0,003 % – на фоне $N_{128}P_{95}$.

Применение подкормок также положительно повлияло на содержание калия как в зерне, так и в соломе. На концентрацию фосфора в растениях действия удобрений не установлено.

Использование удобрений оказывает существенное действие на вынос элементов питания растениями яровой пшеницы [7-10], что подтверждается и нашими исследованиями. Вынос азота зерном превышает вынос соломой, а калия и фосфора – имеет обратную зависимость (таблица 4), что подтверждается данными химического состава культуры в уборку.

Применение некорневой подкормки в фазы кущения и выхода в трубку на фоне без удобрений характеризовалось повышенным общим выносом элементов с 1 га: N – 198,6 кг, P_2O_5 – 51,52 кг, K_2O – 137,2 кг, а при $N_{10} + N_{30}$ на фоне $N_{128}P_{95}$ вынос составил: N – 246,0 кг, P_2O_5 – 66,07 кг, K_2O – 162,7 кг. Эти показатели значительно превышают вынос в контроле, где соответственно 180,8; 49,68 и 118,6 кг/га.

Таблица 4 – Вынос элементов яровой пшеницей в зависимости от доз азотных некорневых подкормок (среднее 2018-2020 гг.)

Вариант	Вынос, кг/га									Вынос единиц продукции, кг/т		
	зерно			солома			общий			N	P_2O_5	K_2O
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O			
Без удобрений	120,4	32,68	36,98	60,40	17,00	81,60	180,8	49,68	118,6	42,05	11,55	27,58
N_{10}^*	124,6	34,48	42,87	57,40	17,40	89,61	182,0	51,88	132,5	41,19	11,74	29,97
N_{30}^{**}	136,9	35,04	41,03	55,00	16,34	86,86	191,9	51,38	127,9	41,63	11,14	27,74
$N_{10}^* + N_{30}^{**}$	138,4	35,18	41,74	60,20	16,34	95,46	198,6	51,52	137,2	42,34	10,98	29,25
$N_{128}P_{95}$ (фон)	150,6	40,12	48,97	66,20	21,16	99,36	216,8	61,28	148,3	41,61	11,76	28,47
Фон + N_{10}^*	150,9	40,72	50,63	67,30	18,20	100,10	218,2	58,92	150,7	41,79	11,29	28,88
Фон + N_{30}^{**}	156,5	37,42	51,12	73,90	22,00	104,72	230,4	59,42	155,8	43,72	11,27	29,57
Фон + $N_{10}^* + N_{30}^{**}$	159,5	39,75	50,88	86,50	26,32	111,86	246,0	66,07	162,7	46,42	12,47	30,71

Примечание: подкормки в фазу кущения* и выхода в трубку**

В контроле вынос 1 т основной продукции с учетом соломы составил: N – 42,05 кг, P_2O_5 – 11,55 кг, K_2O – 27,58 кг. Применение удобрений в основное внесение и некорневой подкормкой привело к увеличению выноса элементов урожаем. Для формирования 1 т зерна в лучшем варианте $N_{10} + N_{30}$ на фоне $N_{128}P_{95}$ яровой пшенице понадобилось: N – 46,42 кг, P_2O_5 – 12,47 кг, K_2O – 30,71 кг, а при $N_{10} + N_{30}$ на фоне без основного внесения азотно-фосфорных удобрений: N – 42,34 кг, P_2O_5 – 10,98 кг, K_2O – 29,25 кг.

Исследованиями установлено, что коэффициент использованных питательных веществ из почвы составляет: по азоту – 95 %, по фосфору – 16 %, по калию – 18 %. Показатель величины текущей нитрификации (Nt), характерный для сорта, составил – 140 кг/га. Потребление растениями азота, фосфора и калия для создания 1 т зерна составило – 41; 12 и 28 кг соответственно (таблица 5).

Таблица 5 – Нормативные агрохимические показатели минерального питания пшеницы яровой

Показатель	N	P_2O_5	K_2O
КИП, %	95	16	18
Коэффициент интенсивности действия 1 кг д.в. удобрений на содержание в почве, мг/кг	0,11	0,22	-
Потребление для создания 1 т зерна, кг	41	12	28
Азот текущей нитрификации, кг/га	140	x	

Таким образом, затраты азота и калия на создание 1 т зерна с соответствующим количеством соломы возрастают, фосфора – уменьшаются.

Установленные агрохимические нормативные параметры можно использовать для управления питанием яровой пшеницы на основе расчета доз минеральных удобрений [11-14].

Выводы. Азотные удобрения в жидкой форме при дополнительном внесении в течение вегетации растений пшеницы позволили сформировать урожайность: на фоне без основного внесения прибавки составили соответственно 0,31 и 0,39 т/га (контроль – 4,30 т/га). На фоне $N_{128}P_{95}$ увеличение урожайности от азотных подкормок составило 0,06 и 0,09 т/га (фон 5,21 т/га), уровень прибавок зерна яровой пшеницы от азотных некорневых подкормок на фоне $N_{128}P_{95}$ существенно ниже, чем в условиях низкого содержания доступных форм данных элементов в лугово-черноземной почве. Вероятно, это можно объяснить тем, что при меньшем дефиците нитратного азота в почве необходимость в нем и отдача от удобрений меньше. Подкормка N_{10} в фазу кущения не привела к получению достоверных прибавок. Азот удобрений способствовал увеличению валового азота в зерне при изучаемых технологиях применения подкормок: с 2,80 в контроле до 2,82-3,01 %. Максимальное влияние оказало применение доз в вариантах N_{30} и $N_{10} + N_{30}$. Использование удобрений оказало существенное действие на вынос элементов питания растениями яровой пшеницы. Вынос азота зерном превышает вынос соломой, а калия и фосфора – имеет обратную зависимость. Определенные в исследованиях агрохимические нормативные параметры можно использовать для управления питанием яровой пшеницы расчетом доз удобрений и их применением, а также корректировать питание в процессе развития культуры.

Список источников

1 Система адаптивного земледелия Омской области / И.Ф. Храмцов [и др.]. Омск: ИП Макшеева Е.А., 2020. 522 с.

2 Szmigiel A., Kołodziejczyk M., Oleksy A., Kulig B. Efficiency of nitrogen fertilization in spring wheat // *International Journal of Plant Production*. 2016. № 10 (4). Pp. 447-456.

3 Nardin D.S., Bobrenko I.A., Goman N.V., Vakalova E.A., Nardina S.A. Increasing Economic Efficiency of Producing Wheat in the West Siberia and South Ural as a Factor of Developing Import Substitution // *International Review of Management and Marketing*. 2016. № 6 (4). Pp. 772-778.

4 Преимущества и проблемы применения жидких азотных удобрений в земледелии / А.А. Завалин [и др.] // *Агрохимия*. 2014. № 5. С. 20-26.

5 Амиров М.Ф., Толокнов Д.И. Влияние уровня минерального питания и микроэлементов на формирование урожая яровой пшеницы // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33. № 5. С. 18-20.

6 Шафран С.А., Сычев В.Г., Кондрашов А.Л. Азотное питание. М.: ОАО «ЕвроХим», 2013. 80 с.

7 Гамзиков Г.П. Практические рекомендации по почвенной диагностике азотного питания полевых культур и применению азотных удобрений в сибирском земледелии. М.: Росинформагротех, 2018. 48 с.

8 Современное состояние проблемы азота в мировом земледелии / А.А. Завалин [и др.] // *Агрохимия*. 2015. № 5. С. 83-95.

9 Агрохимические нормативные показатели минерального питания яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири / Н.В. Гоман [и др.] // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2021. № 1. С. 5-17.

10 Гоман Н.В., Бобренко И.А., Попова В.В. Управление питанием яровой пшеницы на основе растительной диагностики // *Земледелие*. 2021. № 6. С. 36-40.

11 Болдырев Н.К. Использование нормативных показателей в методе листовой диагностики для расчета норм удобрений на запланированный урожай пшеницы // *Агрохимия*. 1982. № 2. С. 105-113.

12 Кочергин А.Е. Условия питания зерновых культур азотом, фосфором и калием и применение удобрений на черноземах Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Омск: ОмСХИ, 1965. 40 с.

13 Плотников А.М. Баланс фосфора в зернопаровом севообороте // *Вестник Курганской ГСХА*. 2018. № 3 (27). С. 47-49.

14 Плотников А.М. Агрохимические свойства чернозема выщелоченного и продуктивность зерновых культур под влиянием удобрений и химических мелиорантов в условиях Зауралья // *Вестник Курганской ГСХА*. 2018. № 4 (28). С. 30-35.

References

1 Khramtsov I.F. et al. Sistema adaptivnogo zemledelija Omskoj oblasti [The system of adaptive agriculture in the Omsk region]. Omsk: IP Maksheeva E.A.; 2020. (In Russ).

2 Szmigiel A., Kołodziejczyk M., Oleksy A., Kulig B. Efficiency of nitrogen fertilization in spring wheat. *International Journal of Plant Production*. 2016; (10-4): 447-456.

3 Nardin D.S., Bobrenko I.A., Goman N.V., Vakalova E.A., Nardina S.A. Increasing Economic Efficiency of Producing Wheat in the West Siberia and South Ural as a Factor of Developing Import Substitution. *International Review of Management and Marketing*. 2016; (6-4): 772-778.

4 Zavalin A.A. et al. Preimushhestva i problem primeneniya zhidkih azotnyh udobrenij v zemledelii [Advantages and problems of using liquid nitrogen fertilizers in agriculture]. *Agrohimija*. 2014; (5): 20-26. (In Russ).

5 Amirov M.F., Toloknov D.I. Vlijanie urovnja mineral'nogo pitaniya i mikroelementov na formirovanie urozhaja jarovoj pshenicy [Influence of the level of mineral nutrition and microelements on the formation of the spring wheat crop]. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2019; (33-5): 18-20. (In Russ).

6 Shafran S.A., Sychev V.G., Kondrashov A.L. Azotnoepitanie [Nitrogen nutrition]. Moscow: EuroChem; 2013. (In Russ).

7 Gamzikov G.P. Prakticheskie rekomendacii po pochvennoj diagnostike azotnogo pitaniya polevyh kul'tur i primeneniju azotnyh udobrenij v sibirskom zemledelii: proizvodstvenno-prakticheskoe izdanie [Practical recommendations on soil diagnostics of nitrogen nutrition of field crops and the use of nitrogen fertilizers in Siberian agriculture: production and practical edition]. Moscow: FSBSI «Rosinformagrotech»; 2018. (In Russ).

8 Zavalin A.A. et al. Sovremennoe sostojanie problem azota v mirovom zemledelii [Current state of the problem of nitrogen in world agriculture]. *Agrohimija*. 2015; (5): 83-95. (In Russ).

9 Goman N.V. et al. Agrohimicheskie normativnye pokazateli mineral'nogo pitaniya jarovoj pshenicy v lesostepi Zapadnoj Sibiri [Agrochemical standard indicators of mineral nutrition of spring wheat in the forest-steppe of Western Siberia]. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2021; (1): 5-17. (In Russ).

10 Goman N.V., Bobrenko I.A., Popova V.V. Upravlenie pitaniem jarovoj pshenicy na osnove rastitel'noj diagnostiki [Spring wheat nutrition management based on plant diagnostics]. *Zemledelie*. 2021; (6): 36-40. (In Russ).

11 Boldyrev N.K. Ispol'zovanie normativnyh po-

kazatelej v metode listovoj diagnostiki dlja rascheta norm udobrenij na zaplanirovannyj urozhaj pshenicy [The use of standard indicators in the method of leaf diagnostics for calculating the norms of fertilizers for the planned wheat harvest]. *Agrohimija*. 1982; (2): 105-113. (In Russ).

12 Kochergin A.E. Uslovija pitaniya zernovyh kul'tur azotom, fosforom i kaliem i primenenie udobrenij na chernozemah Zapadnoj Sibiri [Conditions for the nutrition of grain crops with nitrogen, phosphorus and potassium and the use of fertilizers on the chernozems of Western Siberia]: abstract of a dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences. Omsk: OmSKhI; 1965. (In Russ).

13 Plotnikov A.M. Balans fosfora v zernoparvom sevooborote [Phosphorus balance in grain fallow crop rotation]. *Vestnik Kurganskoj GSHA*. 2018; (3-27): 47-49. (In Russ).

14 Plotnikov A.M. Agrohimicheskie svoystva chernozema vyshhelochennogo I produktivnost' zernovyh kul'tur pod vlijaniem udobrenij I himicheskikh meliorantov v uslovijah Zaural'ja [Agrochemical properties of leached chernozem and the productivity of grain crops under the influence of fertilizers and chemical ameliorants in the conditions of the Trans-Urals]. *Vestnik Kurganskoj GSHA*. 2018; (4-28): 30-35. (In Russ).

Информация об авторах

Н.В. Гоман – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; AuthorID 385947.

И.А. Бобренко – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; AuthorID 275994.

М.В. Иванова – аспирант.

В.П. Кормин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; AuthorID 351146.

Information about the authors

N.V. Goman – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor; AuthorID 385947.

I.A. Bobrenko – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor; AuthorID 275994.

M.V. Ivanova – Postgraduate Student.

V.P. Kormin – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor; AuthorID 351146.

Статья поступила в редакцию 11.05.2022; одобрена после рецензирования 12.06.2022; принята к публикации 25.08.2022.

The article was submitted 11.05.2022; approved after reviewing 12.06.2022; accepted for publication 25.08.2022.