DOI 10.12737/2073-0462-2024-5-11
УДК 633.11

ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ ПОЛБЫ НА РАСЧЕТНЫЕ ДОЗЫ И СОЧЕТАНИЕ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

М. Ф. Амиров, П. Г. Семенов, Г. С. Миннулин, М. Ю. Гилязов

Реферат. В мировом земледелии из года в год возрастает интерес к возделыванию пленчатых видов пшеницы, к числу которых относится пшеница двузернянка (*Triticum dicoccum*) полба. Это связано с тем, что зерно этой культуры содержит белок, в составе которого 18 незаменимых аминокислот. Цель исследования – совершенствование технологии возделывания сортов полбы, определение параметров выноса макроэлементов из серых лесных почв, а также уточнение расчётных норм применения удобрений. Работу выполняли в 2021–2022 годы в Республике Татарстан. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка: содержание гумуса (по методу Тюрина) составляет 3,6%, подвижного фосфора и калия (по методу Кирсанова) – соответственно 256…270 мг/кг и 125…185 мг/кг, кислотность почвы близка к нейтральной ($pH_{сол}$ 6,2). Объектом исследований служила яровая пшеница двузернянка (полба) образец к-10456 и сорт Руно. Опыты с удобрениями были заложены по пятерной схеме (метод Вагнера): 0; N_7K_{15}; N_7P_7; P_7K_{15}; $N_7P_7K_{15}$. На расчётном фоне питания NPK на урожайность 2,5 т/га ($N_7P_7K_{15}$) в среднем за 2021–2022 годы сбор зерна сорта Руно составил 2,58 т/га, образца к-10456 – 2,78 т/га. Применение удобрений позволило сформировать более крупное зерно, по сравнению с контролем и не привело к существенному снижению содержания белка в продукции. Использование минеральных удобрений в сочетании N_7K_{15}, N_7P_7 и P_7K_{15} способствовало повышению урожайности в среднем на 9,7, 10,2 и 14,6% соответственно. Внесение $N_7P_7K_{15}$ на посевах пшеницы полбы обеспечило наибольшую прибавку на уровне 0,42 т/га, или 18,6%.

Ключевые слова: питательные вещества, яровая пшеница, двузернянка, урожайность, вынос элементов питания.

Введение. Вынос питательных веществ – важный агрохимический показатель, необходимый для определения потребностей культур в элементах питания. Учет содержания питательных веществ в почве и выноса при планировании урожайности позволяет применять удобрения более сбалансированно. Это не только оптимизирует питание растений, но и помогает избежать излишних затрат при возделывании сельскохозяйственных культур [1, 2, 3].

Вынос питательных веществ из почвы обусловлен рядом взаимосвязанных факторов [4]. Основополагающее значение имеют биологические и генетические характеристики возделываемой культуры и сорта. Не меньшую роль играют почвенно-климатические условия, которые оказывают существенное влияние на процессы поглощения и усвоения растениями макро- и микроэлементов [5, 6, 7].

Н. И. Вавилов еще в начале XX в. поднял вопрос о разработке агротехники отдельно под каждый сорт при выращивании зерновых культур. Исследования по этой теме свидетельствуют о том, что различные культуры и сорта по-разному поглощают и используют питательные вещества [8, 9, 10].

В зерне пшеницы двузернянки содержится от 16 до 23% белка, что превосходит многие другие злаковые культуры. Причем в его состав входят 18 незаменимых аминокислот, необходимых для полноценного питания человека. По питательности пшеница двузернянка превосходит овес и ячмень, а по некоторым показателям не уступает даже таким ценным крупам, как рис и гречиха [11, 12, 13].

Интерес к этой культуре также связан с ее биологическими особенностями. Она не требовательна к условиям произрастания, экологически пластична, засухо- и холодоустойчива [14, 15].

Различные авторы в своих исследованиях приводят данные о том, что изменение уровня минерального питания не вызывает значительных изменений в величине урожая пшеницы двузернянки (полбы) [16], что также связано с биологическими особенностями культуры [17, 18, 19].

Цель исследования – совершенствование технологии возделывания сортов полбы, определение параметров выноса макроэлементов из серых лесных почв, а также уточнение расчётных норм применения удобрений.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили на опытном поле ООО «Агробиотехнопарк» ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» в 2021–2022 годы. Почва опытного участка представлена серой лесной среднесуглинистой разновидностью. По результатам агрохимического анализа она характеризуется следующими показателями: содержание гумуса (по методу Тюрина) составляет 3,6%, подвижного фосфора и калия (по методу Кирсанова) – соответственно 256…270 мг/кг и 125…185 мг/кг, кислотность почвы близка к нейтральной ($pH_{сол}$ 6,2).

Объектами исследований служили два генотипа пшеницы двузернянки (полбы): коллекционный образец ВИР им. Н. И. Вавилова под номером к-10456 и районированный сорт Руно. Их выбор обусловлен потенциальной ценностью для возделывания в условиях региона.

Опыт с удобрениями был заложен

по пятерной схеме (метод Вагнера): 0; N_7K_{15}; N_7P_7; P_7K_{15}; $N_7P_7K_{15}$. Расчёт доз удобрений проводили по методу И. С. Шатилова и М. К. Каюмова, на основе показателей выноса для яровой мягкой пшеницы (табл. 1). Использовали хорошо растворимые в воде удобрения: двойной суперфосфат, аммиачную селитру и калий хлористый. Повторность вариантов в опыте четырехкратная. Площадь одной делянки составляла 26 м². Предшественником полбы служила озимая пшеница. При проведении опыта придерживались общепринятой агротехники, за исключением изучаемых вариантов.

Таблица 1 – Расчет доз удобрений на запланированную урожайность 2,5 т/га пшеницы полбы, по показателям выноса для яровой мягкой пшеницы

Показатель	N	P_2O_5	K_2O
Вынос урожаем на 1 т зерна, кг	35	12	25
Вынос на весь урожай, кг на 1 га	88	30	63
Содержание в почве: мг/кг	112	262	185
кг/га	335	785	554
Коэффициент использования питательных веществ из почвы, %	25	4	13
Возможный вынос из почвы, кг/га	83,8	31,4	72,0
Необходимо довнести с минеральными удобрениями, кг/га	4,2	1,4	9,0
Коэффициент использования NPK минеральных удобрений, %	60	20	60
Будет внесено с минеральными удобрениями, кг д.в. на 1 га	7	7	15
	Σ = 29		

Норма высева составляла 4,5 млн всхожих семян на 1 га, глубина заделки – 5 см. Исследования проводили в соответствии с методикой Государственного сортоиспытания [20]. Содержание основных питательных веществ в почве и растениях определяли в лаборатории Центра агрохимической службы «Татарский».

Потребление растениями питательных веществ NPK из почвы и удобрений определяли путем сравнения выноса питательных элементов с урожаем при двух различных условиях: отсутствие внесения одного из трех основных видов удобрений (азот, фосфор, калий); полное внесение всех трех видов удобрений.

Структуру урожая и биологическую урожайность определяли методом снопового анализа. Уборку урожая осуществляли прямым комбайнированием по делянкам в фазе полной спелости. Урожайность приводили на стандартную влажность (14%) и чистоту зерна (100%). Показатели качества зерна определяли в лаборатории Центра агроэкологических исследований Казанского государственного аграрного университета в соответствии со стандартными методиками. Математическую обработку результатов осуществляли методом дисперсионного анализа [21].

Метеорологические условия в период вегетации двузернянки (*Triticum dicoccum*) в 2021 году были неблагоприятными (рисунок). Сумма активных температур выше 5°С в летние месяцы значительно превышала многолетние значения, в то время как количество осадков было существенно ниже нормы. Это привело к снижению гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК) за июнь-август до 0,32…0,35, что указывает на засушливые условия в критические фазы роста и развития культуры. В 2022 году снижение суммы активных температур в мае, по сравнению со среднемноголетними показателями, несколько сдвинуло начало весенне-полевых работ на более поздние сроки. Однако в последующие летние месяцы (июнь-август) наблюдалось равномерное повышение температурного режима, что в целом положительно повлияло на рост и развитие посевов полбы, способствовало нормальному прохождению фенологических фаз культуры и формированию более высокой урожайности.

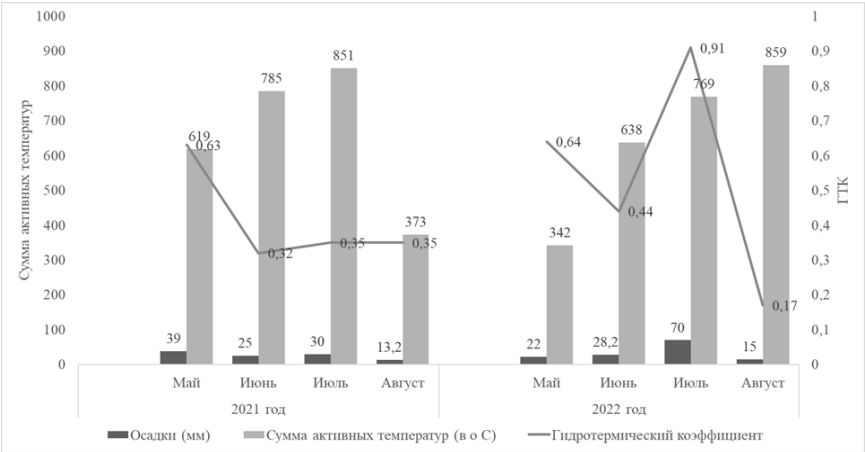

Рисунок – Метеорологические условия в период вегетации яровой пшеницы двузернянки (полбы) за годы исследований

Результаты и обсуждение. В годы исследований наблюдали неодинаковую реакцию сортов полбы на различные метеорологические условия. Так, у образца к-10456 число продуктивных стеблей в 2021 году составляло 257 шт./м², то в более благоприятном 2022 году оно увеличилось до 437 шт./м², при средней величине этого показателя за два года – 347, у сорта Руно в 2021 году было 256 шт./м², в 2022 году – 315 шт./м², в среднем за два года – 285 шт./м^2 (табл. 2).

В варианте с внесением $N_7P_7K_{15}$ количество продуктивных стеблей у образца к-10456 в среднем за 2021–2022 годы увеличилось, по сравнению с контролем, на 4,7%, а у сорта Руно на 10, %. В этом варианте увеличились и другие показатели структуры урожая – число зерен в колосе, масса зерна с 1 колоса и длина колоса у обоих сортообразцов.

В варианте N_7K_{15} у сорта Руно было отмечено увеличение числа и массы зерна с 1 колоса, продуктивных стеблей, образца к-10456 – числа зерен в колосе и массы зерна с 1 колоса, длины стебля и колоса. Использование N_7P_7 положительно повлияло на число зерен в колосе, массу зерна с 1 колоса и длину стебля образца к-10456, массу зерна с 1 колоса и длину колоса сорта Руно. Внесение P_7K_{15} способствовало увеличению числа зерен в колосе, массы зерна с 1 колоса и удлинению колоса образца к-10456, по сравнению с контролем, а у сорта Руно было отмечено увеличение числа продуктивных стеблей, массы зерна с 1 колоса и длины колоса.

Таблица 2 – Элементы структуры урожая яровой пшеницы двузернянки (полбы) в зависимости от фона питания (среднее за 2021–2022 годы)

Генотип (А)	Фон питания (В)	Число продуктивных стеблей к уборке, шт./м^2	Длина стебля, см	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г
к-10456	0	342	100	4,4	22	0,63
	N_7K_{15}	346	104	5,0	26	0,68
	N_7P_7	350	105	4,8	26	0,72
	P_7K_{15}	340	100	4,6	25	0,73
	$N_7P_7K_{15}$	358	100	5,0	26	0,74
	среднее	347	101	4,8	25	0,70
Руно	0	270	72	4,4	22	0,80
	N_7K_{15}	294	74	4,4	23	0,84
	N_7P_7	273	73	4,5	23	0,83
	P_7K_{15}	291	73	4,6	23	0,85
	$N_7P_7K_{15}$	299	72	4,7	24	0,86
	среднее	285	72	4,6	23	0,84
Среднее	0	306	86	4,4	22	0,72
	N_7K_{15}	321	89	4,7	24	0,76
	N_7P_7	312	89	4,7	25	0,78
	P_7K_{15}	316	87	4,6	24	0,79
	$N_7P_7K_{15}$	329	86	4,8	25	0,80
	среднее	316	87	4,7	24	0,77
$НСР_{05}$		(А)=3; (В, АВ) =4;	(А)=2; (В, АВ) =3	(А)=0,1; (В, АВ) =0,2	(А)=2; (В, АВ) =2	(А)=0,01; (В, АВ) =0,03

Внесение азота и калия, в среднем за 2021–2022 годы обеспечило прибавку урожайности образца к-10456 на уровне 5,2%, сорту Руно – 14,4% (табл. 3). Использование сочетания N_7P_7 было более эффективным для образца к-10456, прибавка урожайности которого составила 14,6 %, у сорта Руно величина этого показателя была значительно ниже – 4,8%. Оба изученных генотипа при внесении P_7K_{15} продемонстрировали близкие по размерам прибавки урожайности на уровне 13,7…14,8%.

Лучшие результаты по урожайности отмечены при использовании $N_7P_7K_{15}$ – за годы исследований сбор зерна образца к-10456 составил 2,78 т/га, сорта Руно – 2,58 т/га. Средняя прибавка к контролю от внесения такой дозы была равна 0,42 т/га, или 18,6%.

Отмечена обратная зависимость между формированием высоких урожаев и содержанием белка в зерне. В условиях неблагоприятного 2021 году, когда урожайность была ниже, содержание белка в зерне у образца к-10456 в среднем достигало 21,2%, у сорта Руно – 18,9%. В более благоприятном 2022 году при повышенной урожайности оно уменьшилось – до 14,2 и 14,5% соответственно.

Таблица 3 – Урожайность яровой пшеницы двузернянки (полбы) на различных фонах питания, т/га

Генотип (А)	Фон питания (В)	Урожайность, т/га			Прибавка к контролю, %
		2021 г.	2022 г.	средняя	
к-10456	0	1,18	3,47	2,33	-
	N_7K_{15}	1,39	3,51	2,45	5,2
	N_7P_7	1,51	3,83	2,67	14,6
	P_7K_{15}	1,26	4,09	2,68	14,8
	$N_7P_7K_{15}$	1,53	4,03	2,78	19,3
	среднее	1,37	3,79	2,58	13,5
Руно	0	1,60	2,77	2,19	-
	N_7K_{15}	1,96	3,05	2,51	14,4
	N_7P_7	1,65	2,94	2,30	4,8
	P_7K_{15}	1,88	3,10	2,49	13,7
	$N_7P_7K_{15}$	2,06	3,09	2,58	17,6
	среднее	1,83	2,99	2,41	12,6
Среднее	0	1,39	3,12	2,26	-
	N_7K_{15}	1,68	3,28	2,48	9,7
	N_7P_7	1,58	3,39	2,49	10,2
	P_7K_{15}	1,57	3,60	2,59	14,6
	$N_7P_7K_{15}$	1,80	3,56	2,68	18,6
	среднее	1,60	3,39	2,50	13,3
$НСР_{05}$ для факторов		(А)=0,06; (В, АВ) =0,49	(А)=0,07; (В, АВ) =0,56		

Применение минеральных удобрений, способствовало увеличению размеров зерна как у обоих образцов. При этом не отмечено значительного снижения содержания белка не наблюдали. То есть, удобрения позволяли формировать более высокие урожаи без значительного ухудшения качественных характеристик зерна. В среднем за годы исследований наибольшая массы 1000 зерен содержание белка в зерне от мечены при внесении $N_7P_7K_{15}$: у образца к-10456 – соответственно 30,8 г и 18,0%, сорта Руно – 38,3 г и 17,1%.

Таблица 4 – Показатели качества зерна яровой пшеницы двузернянки (полбы) на различных фонах питания

Фон питания (В)	Массовая доля белка, %			Масса 1000 зерен, г		
	2021 г.	2022 г.	средняя	2021 г.	2022 г.	средняя
образец к-10456 (А)						
0	21,2	13,8	17,5	25,6	34,3	29,9
N_7K_{15}	20,0	14,6	17,3	25,3	35,8	30,5
N_7P_7	21,9	14,1	18,0	25,4	35,6	30,5
P_7K_{15}	20,8	14,5	17,7	24,9	34,7	29,8
$N_7P_7K_{15}$	21,9	14,1	18,0	25,9	35,7	30,8
Среднее	21,2	14,2	17,7	27,0	34,9	30,3
сорт Руно (А)						
0	20,4	15,1	17,8	29,3	39,0	34,1
N_7K_{15}	18,4	12,7	15,6	30,4	41,6	36,0
N_7P_7	18,6	14,9	16,8	31,0	43,5	37,2
P_7K_{15}	18,1	14,9	16,5	29,3	42,9	36,1
$N_7P_7K_{15}$	19,1	15,0	17,1	31,3	45,4	38,3
Среднее	18,9	14,5	16,8	31,9	39,5	36,3
Среднее						
0	20,8	14,4	17,6	27,4	36,6	32,0
N_7K_{15}	19,2	13,6	16,4	27,3	38,7	33,2
N_7P_7	20,2	14,5	17,4	28,2	39,6	33,8
P_7K_{15}	19,4	14,7	17,1	27,1	38,8	33,0
$N_7P_7K_{15}$	20,5	14,6	17,6	28,6	40,6	34,6
Среднее	20,0	14,4	17,2	29,4	37,2	33,3
$НСР_{05}$	(А)=0,3; (В, АВ) =0,2	(А)=0,2; (В, АВ) =0,2	(А)=0,1; (В, АВ) =0,3	(А)=0,3; (В, АВ) =0,3	(А)=0,3; (В, АВ) =0,3	(А)=0,3; (В, АВ) =0,2

Агрохимический анализ растений (зерна, соломы) по каждому варианту позволил рассчитать вынос элементов питания для яровой пшеницы двузернянки (полбы). Средний вынос азота с урожаем сортообразца к-10456 (38,1 кг) был выше, чем у сорта Руно, на 0,6 кг/т (табл. 5), по выносу калия наблюдали обратную картину (соответственно 17,4 и 18,0 кг/т), а вынос фосфора у обоих генотипов был одинаковым (по 3,2 кг/т).

Таблица 5 – Вынос NPK с урожаем в расчете на 1 т основной и соответствующее количество побочной продукции в зависимости от фона питания (среднее за 2021–2022 годы), кг

Генотип (А)	Фон питания (В)	N	P_2O_5	K_2O
к-10456	Контроль	38,1	3,6	18,5
	N_7K_{15}	38,9	3,1	17,4
	N_7P_7	38,4	2,9	18,5
	P_7K_{15}	38,3	3,2	16,7
	$N_7P_7K_{15}$	37,2	3,3	15,9
	Среднее	38,1	3,2	17,4
Руно	Контроль	38,6	3,1	18,4
	N_7K_{15}	34,7	3,5	17,1
	N_7P_7	38,1	2,8	18,4
	P_7K_{15}	37,5	3,7	18,0
	$N_7P_7K_{15}$	38,8	3,0	18,3
	Среднее	37,5	3,2	18,0

По обоим сортообразцам пшеницы полбы коэффициент использования питательных веществ находился на уровне расчётного значения 25% только для азота, по фосфору и калию он был меньше в 1,5…3 раза.

Таблица 6 – Использование питательных элементов из почвы и удобрений при получении планируемой урожайности зерна в 2,5 т/га (среднее за 2021–2022 годы)

Генотип	Использование питательных веществ из почвы, %			Использование питательных веществ из удобрений, %		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
к-10456	30,6	1,0	8,9	53,1	15,6	11,7
Руно	27,9	1,1	7,6	49,9	3,0	34,2

Использование двух последних элементов из удобрений растениями обоих генотипов полбы также было ниже расчётного (табл. 6).

Выводы. Уточнены параметры выноса основных элементов питания с урожаем зерна и соответствующего количества побочной продукции, составляющие в расчете на 1 т зерна 34,7...38,9 кг азота, 2,8…3,7 кг фосфора и 15,9...18,5 кг калия. Расчетные дозы $N_7P_7K_{15}$ увеличивали массу 1000 зерен и зерна с 1 колоса, количество продуктивных стеблей и урожайность, а также не снижали массовую долю белка в зерне полбы к-10456 и Руно. Использование парных сочетаний минеральных удобрений N_7K_{15}, N_7P_7 и P_7K_{15} способствовало повышению урожайности в среднем на 9,7, 10,2 и 14,6% соответственно.

Наибольшую прибавку урожайности полбы в размере 0,42 т/га, или 18,6%, по отношению к неудобренному фону, на серых лесных почвах обеспечило внесение расчётных доз полного минерального удобрения $N_7P_7K_{15}$.

Литература

1. Барашкова Н. В., Устинова В. В., Слепцова Н. А. Сравнительная оценка выноса питательных элементов с урожаем различными кормовыми культурами при внесении удобрений в условиях Центральной Якутии // Вестник КрасГАУ. 2018. № 4 (139). С. 41–47.

2. Изменчивость хозяйственного и нормативного выноса питательных веществ ярового ячменя под действием различных препаратов / Д. Т. Миникаев, М. Ю. Гилязов, Е. А. Прищепенко и др. // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2022. Т. 249. № 1. С. 118–124. doi: 10.31588/2413_4201_1883_1_249_118.

3. Чекмарёв П. А., Лукин С. В. Мониторинг содержания подвижных форм фосфора и калия в пахотных почвах Белгородской области // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 2. С. 5-9.

4. Химический состав и питательность кормов из многолетних трав в зависимости от фона минерального питания и сроков их уборки / М. М. Хисматуллин, Г. С. Миннуллин, Л. Т. Вафина, Ф. Н. Сафиоллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2011. Т. 6. № 1(19). С. 160-162.

5. Гукасян А. Г. Динамика накопления питательных веществ в растениях озимой пшеницы и их вынос с урожаем под влиянием органо-минеральных удобрении // Sciences of Europe. 2023. No. 123 (123). С. 3–5. doi: 10.5281/zenodo.8266040.

6. Минакова О. А., Александрова Л. В., Подвигина Т. Н. Потребление NPK гибридами сахарной свеклы отечественной и зарубежной селекции на различных фонах основного удобрения в ЦЧР // Российская

сельскохозяйственная наука. 2023. № 3. С. 49-54.

7. Витковская С. Е. Закономерности динамики выноса питательных веществ растениями ячменя в полевом опыте // Агрохимия. 2015. № 5. С. 38–45.

8. Моисеева М. Н., Ерёмин Д. И. Влияние минеральных удобрений на накопление азота в зерне и соломе овса в лесостепи Зауралья // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 2. С. 9-16.

9. Завалин А. А., Алёшин М. А. Вынос урожаем, баланс в почве и эффективность использования азота зерновыми культурами в смешанных и одновидовых агроценозах // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 6. С. 3-8.

10. Журбицкий З. И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений: монография / Отв. ред. Е. И. Ратнер; Институт физиологии растений АН СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 294 с.

11. Dhanavath S., Prasada Rao U. J. S. Nutritional and Nutraceutical Properties of Triticum dicoccum Wheat and Its Health Benefits: An Overview // Journal of Food Science. 2017. Vol. 82. No. 10. P. 2243–2250. doi: 10.1111/1750-3841.13844.

12. Роль предшественника как элемента органического земледелия при возделывании пшеницы полбы в условиях предкамской зоны Республики Татарстан / Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, А. Р. Сержанова и др. // Плодородие. 2020. № 3 (114). С. 60–62. doi: 10.25680/S19948603.2020.114.18.

13. Муслимов М. Г., Исмагилов А.Б. Полба – ценная зерновая культура // Зерновое хозяйство России. 2012. № 3. С.40–42.

14. Урожайность полбы и технологические качества зерна в зависимости от приемов возделывания / С. Д. Гилев, И. Н. Цымбаленко, Н. В. Мешкова и др. // Аграрный вестник Урала. 2017. № 5 (159). С. 12–16.

15. Evolutionary agriculture domestication of wild emmer wheat / J. Peng, Z. Liu, X. Liu, et al. // New Horizons in Evolution. 2021. P. 193–255. doi: 10.1016/B978-0-323-90752-1.00007-9.

16. Nitrogen supply effect on emmer Triticum dicoccum Schübler ecophysiological and yield performance / S. Marino, C. Cocozza, R. Tognetti, et al. // International Journal of Plant Production. 2016. Vol. 10. No. 4. P. 457–467.

17. Амиров М. Ф., Семенов П. Г., Новоселов С. И. Влияние некорневых подкормок на урожайность и качество зерна сортов пшеницы полбы в условиях Предкамья Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 4 (8). С. 12–17. doi: 10.12737/2782-490X-2024-12-17.

18. Совершенствование технологии возделывания полбы в условиях центральной части Северного Кавказа / К. С. Мамедов, Н. И. Мамсиров, Х. М. Назранов и др. // Новые технологии. 2023. Т. 19. № 2. С. 110–119. doi: 10.47370/2072-0920-2023-19-2-110-119.

19. Feed Value of Emmer Wheat Triticum dicoccum and By-products for Ruminant Animals / S. Sirakaya, T. Bilimler, M. Yüksekokulu, et al. // Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi. 2023. Vol. 26. No.1. P. 210–217. doi: 10.18016/ksutarimdoga.vi.1030415

20. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / под ред. М. А. Федина. М.: Колос, 1989. 194 с. 6.

21. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд. М.: Агропромиздат. 1985. 351 с.

Сведения об авторах:

Амиров Марат Фуатович – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой растениеводства и плодоовощеводства, e-mail: m.f.amirof@rambler.ru

Семенов Павел Геннадьевич – младший научный сотрудник кафедры растениеводства и плодоовощеводства, e-mail: sem_pavel_97@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

Миннуллин Генадий Самигуллинович – доктор сельскохозяйственных наук, глава хозяйства, e-mail: SPK93209@ yandex.ru

Крестьянско-фермерское хозяйство Миннуллин Г.С., Бавлы, Россия

Гилязов Миннегали Юсупович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии и почвоведения, e-mail: agro-pochvo@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

RESPONSIVENESS OF SPELT WHEAT VARIETIES TO CALCULATED DOSES AND COMBINATION OF MACRONUTRIENTS IN THE CONDITIONS OF KAMA REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

M. F. Amirov, P. G. Semenov, G. S. Minnullin, M. Yu. Gilyazov

Abstract. In world agriculture, interest in the cultivation of filmy wheat species is increasing from year to year. One of these types is double-grain wheat (*Triticum dicoccum*) spelt. This is due to the fact that the grain of this crop contains protein, which contains 18 essential amino acids. The purpose of the study is to improve the technology of cultivation of spelt varieties, to determine the parameters of removal of macronutrients from gray forest soils, as well as to clarify the calculated norms for the use of fertilizers. The studies were carried out in 2021-2022 in the Republic of Tatarstan. Agrochemical characteristics of the soil of the experimental site: the content of humus according to the Tyurin method is 3.6%, mobile phosphorus is 256...270 mg/kg, and potassium is in the range of 125...185 mg/kg according to Kirsanov method. The acidity of the soil is close to neutral, with a pH_{sol} 6.2. The object of research was the spring wheat bilayer (spelt) sample k-10456 and Runo variety. Experiments with fertilizers were based on a five-step scheme (Wagner's method): 0; N_7K_{15}; N_7P_7; P_7K_{15}; $N_7P_7K_{15}$. Against the calculated background of NPK nutrition for the production of 2.5 t/ha of grain on average for 2021-2022 the peoductivity of double-grain spring wheat of k-10456 variety was 2.78 t/ha and Runo variety was 2.58 t/ha. The use of fertilizers made it possible to obtain larger grains of spelt wheat, compared with the control. In addition, this did not lead to a significant decrease in the protein content of the grain. The use of mineral fertilizers in combination with N_7K_{15}, N_7P_7 и P_7K_{15} contributed to an average yield increase of 9.7%, 10.2% and 14.6%, respectively. The introduction of $N_7P_7K_{15}$ on spelt wheat crops provided the largest increase in yield of 0.42 t/ha or 18.6%.

Key words: nutrients, spring wheat, two-grained wheat, productivity, removal of nutrients.

References

1. Barashkova NV, Ustinova VV, Sleptsova NA. [Comparative assessment of the removal of nutrients from the harvest by various forage crops when applying fertilizers in the conditions of Central Yakutia]. Vestnik KrasGAU. 2018; 4 (139). 41-47 p.

2. Minikaev DT, Gilyazov MYu, Prishchepenko EA. [Variability of economic and normative removal of nutrients from spring barley under the influence of various drugs]. Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im.N.E.Baumana. 2022; Vol.249. 1. 118-124 p. doi: 10.31588/2413_4201_1883_1_249_118.

3. Chekmarev PA, Lukin SV. [Monitoring the content of mobile forms of phosphorus and potassium in arable soils of Belgorod region]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020; Vol.34. 2. 5-9 p.

4. Khismatullin MM, Minnullin GS, Vafina LT, Safiollin FN. [Chemical composition and nutritional value of feed from perennial grasses depending on the background of mineral nutrition and the timing of their harvesting]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011; Vol.6. 1(19). 160-162 p.

5. Gukasyan AG. [Dynamics of accumulation of nutrients in winter wheat plants and their removal from the harvest under the influence of organomineral fertilizers]. Sciences of Europe. 2023; 123 (123). 3-5 p. doi: 10.5281/zenodo.8266040.

6. Minakova OA, Aleksandrova LV, Podvigina TN. [Consumption of NPK by sugar beet hybrids of domestic and foreign selection on various backgrounds of the main fertilizer in the Central Chernozem region]. Rossiyskaya selskokhozyaystvennaya nauka. 2023; 3. 49-54 p.

7. Vitkovskaya SE. [Patterns of dynamics of nutrient removal by barley plants in field experiment]. Agrokhimiya. 2015; 5. 38-45 p.

8. Moiseeva MN, Eremin DI. [The influence of mineral fertilizers on the accumulation of nitrogen in the grain and straw of oats in the forest-steppe of the Urals]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2023; Vol.37. 2. 9-16 p.

9. Zavalin AA, Aleshin MA. [Crop removal, soil balance and efficiency of nitrogen use by grain crops in mixed and single-species agrocenoses]. Rossiyskaya selskokhozyaystvennaya nauka. 2021; 6. 3-8 p.

10. Zhurbitskiy ZI. Fiziologicheskie i agrokhimicheskie osnovy primeneniya udobreniy: monografiya. [Physiological and agrochemical bases of fertilizer application: monograph]. Responsible editor E.I. Ratner; Institute of Plant Physiology of the USSR Academy of Sciences. Moscow: Izd-vo AN SSSR. 1963; 294 p.

11. Dhanavath S, Prasada Rao UJS. Nutritional and nutraceutical properties of *Triticum dicoccum* wheat and its health benefits: an overview. Journal of Food Science. 2017; Vol.82. 10. 2243-2250 p. doi: 10.1111/1750-3841.13844.

12. Shaykhutdinov FSh, Serzhanov IM, Serzhanova AR. [The role of the predecessor as an element of organic farming of spelled wheat cultivation in the conditions of Kama zone of the Republic of Tatarstan]. Plodorodie. 2020; 3 (114). 60-62 p. doi: 10.25680/S19948603.2020.114.18.

13. Muslimov MG, Ismagilov AB. [Spelled wheat is a valuable grain crop]. Zernovoe khozyaystvo Rossii. 2012; 3. 40-42 p.

14. Gilev SD, Tsymbalenko IN, Meshkova NV. [Spelled wheat productivity and technological qualities of grain depending on cultivation methods]. Agrarnuy vestnik Urala. 2017; 5 (159). 12-16 p.

15. Peng J, Liu Z, Liu X. Evolutionary agriculture domestication of wild emmer wheat. New Horizons in Evolution. 2021; 193-255 p. doi: 10.1016/B978-0-323-90752-1.00007-9.

16. Marino S, Cocozza C, Tognetti R. Nitrogen supply effect on emmer *Triticum dicoccum Schübler* ecophysiological and yield performance. International Journal of Plant Production. 2016; Vol.10. 4. 457-467 p.

17. Amirov MF, Semenov PG, Novoselov SI. [The influence of foliar fertilizing on the yield and grain quality of spelled wheat varieties in the conditions of Kama region of the Republic of Tatarstan]. Agrobiotekhnologii i tsifrovoe zemledelie. 2023; 4 (8). 12-17 p. doi: 10.12737/2782-490X-2024-12-17.

18. Mamedov KS, Mamsirov NI, Nazranov KhM. [Improving the spelled wheat cultivation technology in the central part of the North Caucasus]. Novye tekhnologii. 2023; Vol.19. 2. 110-119 p. doi: 10.47370/2072-0920-2023-19-2-110-119.

19. Sirakaya S, Bilimler T, Yuksekokulu M. Feed value of emmer wheat *Triticum dicoccum* and by-products for ruminant animals. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi. 2023; Vol.26. 1. 210-217 p. doi: 10.18016/ksutarimdoga.vi.1030415

20. Fedin MA. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur: zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kultury. [Methodology for state variety testing of agricultural crops: grains, cereals, legumes, corn and forage crops]. Moscow: Kolos. 1989; 194 p. 6.

21. Dospekhov BA. Metodika polevogo opyta. [Field experience methodology]. 5th edition. Moscow: Agropromizdat. 1985; 351 p.

Authors:

Amirov Marat Fuatovich – Doctor of Agricultural Sciences, Head of Plant Growing and Horticulture Department, e-mail: m.f.amirof@rambler.ru

Semenov Pavel Gennadievich - Junior Researcher of Plant Growing and Horticulture Department, e-mail: sem_pavel_97@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Minnullin Gennady Samigullinovich - Doctor of Agricultural sciences, Head of the farm, e-mail: SPK93209@yandex.ru

Peasant farming Minnullin G.S., Bavly, Russia

Gilyazov Minnegali Yusupovich – Doctor of Agricultural sciences, Professor of Agrochemistry and Soil science Department, e-mail: agro-pochvo@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.