СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

06.01.00 Агрономия

УДК 633.19 + 631.81.095.337

DOI: 10.36461/NP.2020.2.55.001

МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЕ УДОБРЕНИЯ, РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА, БАКТЕРИАЛЬНЫЕ ПРЕПАРАТЫ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

*П. Г. Алёнин, доктор с.-х. наук, профессор; С. А. Кшиникаткин, доктор с.-х. наук, профессор;
Г. В. Ильина, доктор биол. наук, профессор; Е. А. Зуева, кандидат с.-х. наук, доцент*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет»,
Россия, тел. (8412)62-81-51; e-mail: pererabotka_tehfak@mail.ru

Исследования проводились в 2003-2011 гг. на опытном поле учебного хозяйства ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, в отделе кормопроизводства ФГБНУ Пензенский НИИСХ, ООО Агрофирма «Биокор-С», ООО Интехсемкор. В результате многолетних исследований установлено, что в условиях Пензенской области наиболее адаптированный сорт озимой тритикале АДС-4, Урожайность 4,46 т/га, что на 0,84 т/га (23,2 %) превышает стандарт Тальва 100. Обработка семян озимой тритикале сорта АДС-4 микроэлементными удобрениями, регуляторами роста и биопрепаратами способствовала повышению урожайности зерна по отношению к контролю по вариантам опыта на 0,74-1,81 т/га (16,4-41,0 %). При этом наибольшая урожайность (6,06 т/га) получена при обработке семян гуматом натрия совместно с аквамиксом. Некорневая подкормка растений комплексными удобрениями на удобренном фоне способствовала увеличению урожайности озимой тритикале сорта Доктрина 110 в фазу кущения – на 0,71-0,80 т/га, в фазу колошения – 0,40-0,47 т/га, в фазу кущения + колошения – 1,36-1,43 т/га. Наиболее эффективным оказалось применение комплексного удобрения Мастер специальный, урожайность зерна сорта Доктрина 110 составила 7,57-8,53 т/га, Тальва 100 – 5,62-6,26 т/га. Наибольшую урожайность зерна 8,53 т/га сорта Доктрина 110 обеспечивает внесение азотных удобрений 60 кг/га д. в. при корневой подкормке и ПолиФид 4 кг/га при некорневой подкормке в фазу кущения и колошения, прибавка урожайности составила 20,1 %. При возделывании озимой тритикале на кормовые цели наиболее эффективно проводить опрыскивание растений препаратом Мастер специальный, выход кормовых единиц 21,7 т/га, переваримого протеина – 15,05 т/га, обменной энергии – 170,45 ГДж/га. При экзогенной обработке семян озимой тритикале сорта Варвара наибольшая урожайность зерна 4,82 т/га получена при использовании препарата Альбит совместно с препаратом Байкал ЭМ-1.

Ключевые слова: озимая тритикале, минеральные и микроэлементные удобрения, регуляторы роста, бактериальные препараты, фотосинтез, урожайность, качество зерна.

Введение

Важнейший показатель продовольственной безопасности, как на региональном, так и на общегосударственном уровне представлен уровнем производ-

ства зерна. Ключевой проблемой в развитии агропромышленного комплекса России является увеличение урожайности и повышение валовых сборов зерна [17].

В настоящее время генетический потенциал возделываемых сортов реализуется лишь на 25-40 % вследствие пониженной устойчивости растений к стрессовым факторам [8].

Гончаров П. Л. (2006) заключает, что для увеличения производства зерна хорошего качества необходимо наряду с совершенствованием технологии возделывания использовать адаптивные культуры и сорта, устойчивые к неблагоприятным факторам среды [6].

В связи с этим производство высококачественного зерна озимых зерновых культур в Среднем Поволжье за счет совершенствования агроприемов, внедрения адаптивных инновационных технологий и высокопродуктивных сортов остается актуальной задачей современного растениеводства.

Производство высококачественной растениеводческой продукции предусматривает разработку приемов оптимизации минерального питания. В последние годы, наряду с использованием традиционных минеральных удобрений, возрос интерес к применению водорастворимых удобрений с микроэлементами в хелатной форме, регуляторам роста и бактериальным препаратам [5, 9, 10, 22].

Оптимальное соотношение в почве макро- и микроэлементов является важным фактором оптимизации питания зерновых культур и повышения эффективности удобрений. Потребность в микроэlementном питании в значительной мере повышается при возделывании зерновых культур с применением интенсивных технологий [4].

Г. И. Попов, Б. В. Егоров (1987) заключают, что необходимость применения микроудобрений в Поволжье обоснована недостаточным содержанием их в почве [23].

Дефицит микроэлементов в почве снижает эффект от применения минеральных удобрений, так как нарушаются важнейшие биохимические процессы в растениях. Недостаточное содержание микроэлементов приводит к нарушению обмена углеводов, синтеза белковых веществ, снижает сопротивляемость растений к засухе, болезням, а также к воздействию низких температур. Роль микроэлементов особенно возрастает при высокой температуре воздуха и недостатке влаги в почве, когда подвижность солей микроэлементов и доступность их растениям снижена. При нарушении корневого питания в этот период особенно эффективны некорневые подкормки [16, 18, 21, 22, 24].

Ф. Ф. Мацковым (1957) доказано, что использование подкормок вегетирующими растениями усиливает ослабленные звенья питания. В связи с этим появляется возможность изменять направленность работы ферментов, а как следствие, и характер внутриклеточного обмена, воздействуя тем самым на онтогенез растительного организма, то есть управлять процессом образования урожая [14].

Применение хелатных комплексных микроудобрений в технологии возделывания зерновых культур является одним из перспективных направлений обеспечения растений микроэлементами, эффективным средством повышения урожайности и качества продукции [3, 13, 19].

В связи с этим возникает необходимость в научном обосновании применения микроэлементных удобрений, регуляторов роста и бактериальных препаратов в технологии возделывания озимой тритикале.

Цель исследований заключалась в разработке и научном обосновании агроприемов для оптимизации продукционного процесса, повышения урожайности и улучшения качества зерна озимой тритикале в почвенно-климатических условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Методы и материалы

Исследования проводились в 2003-2011 гг. на опытном поле учебного хозяйства ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, в отделе кормопроизводства ФГБНУ Пензенский НИИСХ, ООО Агрофирма «Биокор-С», ООО «Интехсемкор» на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом среднегумусном среднесиловом с повышенным содержанием азота, фосфора и высокой обеспеченностью калием. Содержание гумуса в пахотном слое 6,3-6,5 %. Обеспеченность подвижными формами молибдена, бора, марганца, цинка, меди и кобальта низкая.

Решение задач осуществлялось постановкой и проведением одно-, двух- и трехфакторных полевых опытов, сопровождающихся сопутствующими наблюдениями, учетами и анализами.

Опыты закладывали и проводили в соответствии с методическими рекомендациями Б. А. Доспехова (1985), Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1971), ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса (1987) [7, 11, 15, 20].

Объекты исследований – озимая тритикале. Технология возделывания – общепринятая для лесостепи Среднего Поволжья. Схемы опытов представлены в таблицах.

Результаты исследований

В 2003-2006 гг. на опытном поле учебно-опытного хозяйства ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА» проводилось агроэкологическое изучение сортов озимой тритикале и разработка технологических приемов их возделывания на основе применения комплексных микроэлементных удобрений, регуляторов роста и бактериальных препаратов.

В результате многолетних исследований установлено, что в условиях Пензенской области наиболее адаптированный сорт озимой тритикале АДС – 4 селекции Самарского НИИСХ им. Н. М. Тулайкова, урожайность которого составила 4,46 т/га, что на 0,84 т/га (23,2 %) превышает стандарт Тальва 100.

При экзогенной обработке семян озимой тритикале сорта АДС-4 микроэлементными удобрениями, регуляторами роста и биопрепаратами показатели полевой всхожести увеличились на 7,4-6,9 %, перезимовка растений – 7,2-9,1 %, сохранность на 8,2-8,6 %. Максимальные показатели фотосинтеза агроценоза тритикале сформировались при обработке семян гуматом натрия совместно с аквамиксом: площадь листьев в фазу колошения – 62,85 тыс. м²/га, фотосинтетический потенциал (ФП) – 1,384 млн. м² дн./га, чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) – 4,61 г/м² сутки. Озерненность колоса по вариантам опыта увеличилась на 2,6-15,5 %, высота растений – на 1,3-12,4 см, продуктивность колоса – 0,6-24,6 %, масса 1000 зерен – 4,9-24,8 %. Наиболее высокие показатели структуры

урожая сформировались при обработке семян гуматом натрия совместно с аквамиксом. Урожайность зерна по отношению к контролю по вариантам опыта увеличилась на 0,74-1,81 т/га (16,4-41,0 %), наибольшая (6,06 т/га) получена при обработке семян гуматом натрия совместно с аквамиксом. Установлены оптимальные сочетания микроэлементных удобрений и бактериальных препаратов с высоким взаимодействующим эффектом для экзогенной обработки семян и фолиарной подкормки растений с целью получения высококачественной продукции при наименьших затратах материальных и энергетических ресурсов (табл. 1).

Физиологически активные вещества улучшали основные технологические показатели зерна озимой тритикале. При использовании гумата натрия совместно с аквамиксом зерно характеризовалось более высокими показателями: содержание белка составило 14,86 %, клейковины – 24,8 %, сумма аминокислот – 110,7 мг/г, в контроле – 12,53 %, 22,3 %, 532,5 кг/га и 79,8 мг/г соответственно. При обработке семян гуматом натрия совместно с аквамиксом и двукратной некорневой подкормке растений в фазу кущения и колошения сформировался наибольший урожай зерна озимой тритикале сорта АДС-4 (6,63 т/га), что на 1,69 т/га (34,2 %) превышает контроль, содержание белка – 15,67-15,96 %, клейковины – 26,9-29,5 %, стекловидность – 63,6-66,9 %, сбор белка – 987,2-1058,1 кг/га, в контроле – 12,53 %, 22,3 %, 49,5 % и 478,6 кг/га (табл. 2).

Таблица 1

Урожайность и качество зерна озимой тритикале сорта АДС-4, 2004-2006 гг.

Вариант	Урожайность, т/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Стекло-видность, %	Содержание, %		Сбор белка, кг/га
					клейковины	белка	
Без обработки (контроль)	4,25	50,4	702	49,5	22,3	12,53	532,5
Агрика	4,99	55,6	710	52,3	22,8	13,68	682,6
Агрика + Se	5,43	57,5	718	54,6	23,2	14,34	778,7
ЖУСС-2	5,50	58,6	716	55,8	22,9	13,84	761,2
Агрика + ЖУСС-2	5,72	59,7	720	57,6	23,6	14,53	835,5
Аквамикс	5,62	60,1	721	56,4	23,4	14,68	825,0
Агрика + Аквамикс	6,01	61,9	723	58,9	24,3	14,26	857,0
Гумат Na	5,49	58,6	719	56,8	23,6	14,15	776,8
Гумат Na + ЖУСС-2	5,89	60,5	724	59,4	23,9	14,24	838,7
Гумат Na + Аквамикс	6,06	62,9	726	61,6	24,8	14,86	900,5
Мелафен	5,00	55,7	711	54,3	22,9	13,78	689,0
Циркон	5,02	54,9	709	53,3	22,8	14,02	703,8
Эпин	5,05	55,4	710	54,4	22,7	14,05	712,3
Новосил	5,05	55,2	712	54,6	23,1	13,82	697,9
Агат-25К	5,50	60,2	714	56,4	23,4	14,16	778,0
НСР ₀₅ , т/га	2004 г. – 0,08; 2005 г. – 0,084; 2006 г. – 0,075						

Таблица 2

Урожай и качество зерна озимой тритикале сорта АДС-4, 2004-2006 гг.

Обработка		Урожай- ность, т/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Стекло- видность, %	Клейко- вина, %	Белок, %	Сбор белка, кг/га
семян	растений							
Без обра- ботки (к)	Контроль	3,82	50,4	702	49,5	22,3	12,53	478,6
	Гумат Na	4,81	56,8	722	57,8	24,8	14,90	716,7
	ЖУСС-2	4,72	55,6	720	57,2	24,2	14,86	701,4
	Аквамикс	4,70	55,2	719	56,8	24,0	14,84	697,5
Аквамикс	Контроль	5,06	54,2	715	55,2	22,8	12,72	643,6
	Гумат Na	6,44	62,6	763	64,8	27,8	15,85	1020,7
	ЖУСС-2	6,30	60,8	756	63,6	26,9	15,67	987,2
	Аквамикс	6,32	63,8	752	62,9	25,8	15,59	985,3
Гумат Na	Контроль	4,94	54,8	716	55,6	23,2	13,06	645,2
	Гумат Na	6,63	65,5	775	66,9	29,5	15,96	1058,1
	ЖУСС-2	6,50	62,6	763	64,8	27,3	15,80	1027,0
	Аквамикс	6,40	61,9	761	64,2	27,1	15,76	1008,7

При экзогенной обработке семян наиболее эффективно использовать гумат натрия совместно с аквамиксом, уровень рентабельности – 156,9 %, биоэнергетический коэффициент – 4,92.

В 2006-2009 гг. на опытном поле Пензенского научно-исследовательского института сельского хозяйства проводились исследования по изучению влияния азотной подкормки в сочетании с опрыскиванием микроэлементными удобрениями на урожайность и качество зерна озимой тритикале сорта Доктрина 110 и Тальва 100.

Некорневая подкормка растений комплексными удобрениями на удобренном фоне способствовала увеличению урожайности озимой тритикале сорта Доктрина 110 в фазу кущения на 0,71-0,80 т/га, в фазу колошения – 0,40-0,47 т/га, в фазу кущение + колошение – 1,36-1,43 т/га; у сорта Тальва 100 – 0,55-0,59 т/га, 0,31-0,37 т/га и 0,96-1,01 т/га. Наиболее эффективным оказалось применение комплексного удобрения Мастер специаль-

ный, урожайность зерна сорта Доктрина 110 составила 7,57-8,53 т/га, Тальва 100 – 5,62-6,26 т/га. Дополнительно получено зерна сорта Доктрина 110 при обработке в фазу кущения – 0,80 т/га (11,3 %), в фазу колошения – 0,47 т/га (6,6 %), в фазу кущения + колошения – 1,43 т/га (20,1 %); сорта Тальва 100 – 0,59 т/га (11,2 %), 0,37 т/га (7,0 %), и 1,01 т/га (19,3 %). Наибольшую урожайность зерна 8,53 т/га сорта Доктрина 110 обеспечивает внесение азотных удобрений 60 кг/га д. в. при корневой подкормке и Мастер-специальный при некорневой подкормке в фазу кущения и колошения, прибавка урожайности по отношению к контролю составила 2,62 т/га или 44,3 %. Показатели качества зерна озимой тритикале сорта Доктрина 110 представлены в таблице 3. Так, натура зерна по вариантам опыта составляет 746-768 г/л, масса 1000 зерен – 48,2-57,2 г, стекловидность зерна – 60-66 %, клейковина – 26,3-27,4 %, белок – 15,1-16,4 % (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность и качество зерна озимой тритикале сорт Доктрина 110 (кущение + колошение), 2007-2009 гг.

Вариант		Урожай- ность, т/га	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Стекло- вид- ность, %	Содержание, %		Сбор белка, кг/га	Сумма амино- кислот
						клейко- вины	белка		
Контроль	Без обработки (к)	5,91	43,8	786	54	24,2	13,8	815,6	96,8
	Поли-Фид	6,82	48,2	746	60	26,3	15,1	987,3	99,2
	Гумат К/Na + микроэлементы	6,89	49,3	747	62	26,4	15,3	1054,2	97,0
	Мастер специальный	7,03	51,2	749	63	26,7	15,5	1089,7	104,9
N ₆₀	Контроль	7,10	50,3	738	58	25,6	15,1	1100,5	97,1
	Поли-Фид	8,46	55,6	762	63	26,8	16,0	1353,6	105,7
	Гумат К/Na + микроэлементы	8,48	55,8	765	64	27,2	16,2	1373,8	107,7
	Мастер специальный	8,53	57,2	768	66	27,4	16,4	1398,9	110,7

Таблица 4

*Влияние некорневой подкормки на урожайность и питательность
зеленой массы озимой тритикале, 2007-2009 гг.*

Сорт	Урожайность, т/га		Корм. ед., т/га		ПП, кг/га		ОЗ, ГДж/га	
	Мастер спец.	Гумат К/Na	Мастер спец.	Гумат К/Na	Мастер спец.	Гумат К/Na	Мастер спец.	Гумат К/Na
Тальва 100	41,1	41,0	10,69	10,6	615,3	613,5	92,5	92,3
Устинья	50,5	50,4	13,13	13,1	824,2	822,1	11,52	11,49
Доктрина 110	51,1	50,9	13,80	13,7	879,7	876,0	11,86	11,81
Кинельская 1	42,6	42,7	11,51	11,5	705,1	706,9	97,16	97,4
Варвара	49,5	49,6	13,19	13,2	829,4	831,4	115,2	107,7
Башкирская 3	56,5	56,6	15,24	15,3	949,6	951,2	129,3	129,5
Алтайская 3	62,8	62,9	16,88	16,9	1076,0	1076,9	144,5	144,6
Аллегро	72,8	72,1	19,67	19,5	1386,5	1372,6	170,4	168,0
Конвейер	71,0	70,8	19,17	19,1	1333,2	1329,9	166,4	165,6
Аграф	80,2	79,5	21,65	21,5	1504,8	1374,3	168,7	167,7
Корнет	63,5	63,3	19,10	19,0	1311,8	1306,4	164,7	164,1
Торнадо	71,2	70,8	19,21	19,1	1333,4	1325,8	166,5	165,6
Розовская 7	78,8	77,8	21,28	21,0	1499,8	1481,4	167,3	165,3
НСР 05, т/га								
Фактор А	2007 г. - 4,2; 2008 г. - 5,9; 2009 г. - 4,4.							
Фактор В	2007 г. - 2,6; 2008 г. - 2,8; 2009 г. - 2,4							

Под влиянием микроэлементных удобрений увеличивается содержание аминокислот в зерне озимой тритикале. Максимальный уровень всех аминокислот наблюдается при азотной корневой и некорневой подкормках микроэлементными удобрениями вегетирующих растений тритикале в фазу кущение + колошение Мастер-специальный: сорт Доктрина 110 – 110,7 мг/г, Тальва 100 – 102,0 мг/г. Также наблюдается более интенсивное накопление в зерне железа, меди, цинка, марганца и йода.

Наиболее рентабельно возделывание сорта Доктрина 110 при внесении азотных

удобрений, уровень рентабельности 147,8 и 142,2 %. Экономически и энергетически эффективно в технологии возделывания озимой тритикале применять Гумат К/Na, рентабельность 166,1-174,4 %, коэффициент энергетической эффективности 2,25-2,92 ед.

В 2007-2009 гг. на опытном поле учебно-опытного хозяйства Пензенской ГСХА проводилось агроэкологическое изучение сортов озимой тритикале при возделывании на кормовые цели.

При управлении условиями минерального питания путем фоллиарной подкормки

Таблица 5

Урожайность и качество зерна озимой тритикале, (2009-2011 гг.)

Фактор А – фаза некорневой подкормки	Урожай- ность, т/га		Натура зерна, г/л		Стекло- видность, %		Содержание, %			
							клейко- вины		белка	
	Фактор В – сорт									
	Устинья	Варвара	Устинья	Варвара	Устинья	Варвара	Устинья	Варвара	Устинья	Варвара
Семена без обработки (к)	3,26	3,58	712	714	54	55	22,7	23,2	13,5	13,8
Семена, обработанные Альбитом (фон)	3,73	4,13	716	718	57	58	24,2	24,6	14,2	14,5
Силиплант (фон)	3,69	4,08	715	720	56	57	23,9	24,5	13,8	14,3
Акварин 5 (фон)	3,67	4,07	716	718	56	57	23,6	24,1	13,7	14,2
Фон + Альбит – кущение	4,21	4,65	720	724	57	58	24,6	24,8	14,3	14,6
Фон + Альбит – колошение	3,96	4,40	752	758	60	62	25,1	25,4	15,0	15,3
Фон + Альбит – кущение + колошение	4,31	4,82	760	764	63	65	26,3	26,8	15,7	15,9
Фон + Силиплант – кущение	4,15	4,63	719	722	56	57	24,3	24,6	14,1	14,4
Фон + Силиплант– колошение	3,93	4,36	754	757	58	60	24,8	25,2	14,3	15,2
Фон + Силиплант – кущение + колошение	4,25	4,75	758	763	60	62	25,6	25,9	15,6	15,8
Фон + Акварин 5 – кущение	4,05	4,54	720	723	55	56	24,1	24,3	14,0	14,2
Фон + Акварин 5 – колошение	3,90	4,33	749	753	57	59	25,2	25,4	14,7	15,0
Фон + Акварин 5 – кущение + колошение	4,19	4,66	756	761	59	61	25,4	25,7	15,1	15,3

в фазу кущения микроэлементными удобрениями повышается потенциал продуктивности озимой тритикале. Прибавка урожая зеленой массы составила 5,5-14,8 т/га (15,8-22,6 %) (табл. 4).

Наиболее эффективно проводить опрыскивание растений препаратом Мастер-специальный, урожайность зеленой массы увеличилась на 5,5-22 т/га. Наибольший выход кормовых единиц (19,17-21,65 т/га), переваримого протеина (13,34-15,05 т/га) и обменной энергии (166,04-170,45 ГДж/га) также получены при некорневой подкормке Мастер-специальный.

При изучении эффективности экзогенной обработки семян озимой тритикале сорта Варвара в 2009-2011 гг. на опытном поле в ООО Агрофирма «Биокор-С» Мокшанского района Пензенской области наибольшая урожайность зерна получена при использовании препарата Альбит совместно с Байкал ЭМ-1 у сорта Варвара 4,82

т/га, Устинья – 4,31 т/га, достоверная прибавка урожая по отношению к контролю составила у сорта Варвара – 1,24 т/га (27,2 %), сорта Устинья – 1,05 т/га (табл. 5).

Заключение

На черноземе выщелоченном урожайность тритикале достоверно повышалась при проведении ранневесенних азотных подкормках. Отмечена высокая эффективность использования микроэлементных удобрений, регуляторов роста и биопрепаратов для обработки семян и двукратных внекорневых подкормок в фазе кущения и колошения на фоне ранневесеннего внесения азота. Многолетние исследования свидетельствуют о целесообразности использования регуляторов роста, комплексных удобрений с микроэлементами в хелатной форме для экзогенной обработки семян и фолиарной подкормки вегетирующих растений и бактериальных препаратов в технологии возделывания озимой тритикале.

Литература

1. Bouguennec A., Bernard M., Jestin L., Trottet M., Lonnet P. Triticale in France. Triticale improvement and production, Rome, 2004, p. 109-114.
2. Nonaka K., Jakahashi K. Available silicates in paddy soils. Bulletin – Idaho Agricultural Experiment Station, 1986, № 47, p. 2-37.
3. Бородин И. Ф. Нанотехнологии в сельском хозяйстве. Агробизнес, Россия, 2007, с. 18-20.
4. Булавина Т. М. Оптимизация приемов возделывания тритикале в Беларуси. Под ред. С. И. Гриб. Минск: Издательство ИВЦ Минфина, 2005, 224 с.
5. Гайсин И. А., Гайсин И. А., Сагитова Р. Н., Хабибуллин Р. Р. Микроудобрения в современной земледелии. Агрохимический вестник, 2010, № 4, с. 13-14.
6. Гончаров П. Л. Методика селекции кормовых трав в Сибири, Новосибирск, 2003, 396 с.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований, Москва: Издательство Агропромиздат, 1985, с. 351.
8. Жученко А. А. Обеспечение продовольственной безопасности России в XXI веке на основе адаптивной стратегии устойчивого развития АПК (теория и практика), Киров, 2009, 273 с.
9. Завалин А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай, Москва, 2005, 302 с.
10. Исайчев В. А., Половинкин В. Г., Провалова Е. В. Влияние регуляторов роста и удобрений на продукционные процессы и урожайность озимой пшеницы в Лесостепи Поволжья. Вестник Курганской ГСХА, 2012, № 3, с. 30-33.
11. Кухарев О. Н., Фудина Е. В. Экономическая и энергетическая оценка эффективности в сельском хозяйстве, Saarbrücken, 2015, 117 с.
12. Кшникаткина А. Н., Кшникаткин С. А., Аленин П. Г. Оптимизация приемов возделывания зерновых культур в лесостепи Среднего Поволжья: монография. Пенза: РИО ПГСХА, 2014, 224 с.
13. Кшникаткина А. Н., Дорожкина Л. А. Применение силипланта в технологии возделывания зерновых и кормовых культур. Агрохимический вестник, 2014, № 5, с. 41-44.
14. Мацков Ф. Ф. Внекорневое питание растений. Киев, 1957, 264 с.
15. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые и зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. Под ред. Бакшеева И. И. и др. Москва: Издательство Колос, 1971, 239 с.
16. Микроудобрения и регуляторы роста растений на посевах риса. А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, С. В. Кизенек, А. П. Науменко. Майкоп: Издательство Полиграф-Юг, 2010, с. 292.
17. Морозов В. И., Басенкова С. В. Зерновое хозяйство и его эффективность в условиях Среднего Поволжья. Вестник Ульяновской ГСХА, 2014, № 2 (26), с. 33-37.
18. Муромцев Г. С. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений. Г. С. Муромцев, Д. И. Чкаников, О. Н. Кулаева, К. З. Гамбург. Москва: Агрохимиздат, 1987. 383 с.
19. Никитин С. Н. Оценка эффективности применения удобрений, биопрепаратов и диатомита в лесостепи Среднего Поволжья: монография. Ульяновск: УлГТУ, 2017, 315 с.
20. Ничипорович А. А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. Москва: Издательство АН СССР, 1963, с. 536.
21. Пейве Я. В. Агрохимия и биохимия микроэлементов, Москва, 1980, 430 с.

22. Петербургский А. В. Микроэлементы и урожай, Москва, 1965, 32 с.
23. Попов Г. И., Егоров Б. В. Микроудобрения на орошаемых землях, Москва, 1987, 44 с.
24. Школьник М. Я. Микроэлементы в жизни растений. Москва, 1974, 324 с.

UDC 633.19 + 631.81.095.337

DOI 10.36461/NP.2020.2.55.001

MICROELEMENT FERTILIZERS, GROWTH REGULATORS, BACTERIAL FERTILIZERS IN THE TECHNOLOGIES OF CULTIVATION OF WINTER TRITICALE IN THE FOREST STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

*P. G. Alyonin, Doctor of Agricultural Sciences, professor; S. A. Kshnikatkin, Doctor of Agricultural Sciences, professor; G. V. Ilyina, Doctor of Biological Sciences, professor;
E. A. Zueva, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor*

Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education Penza State Agrarian University,
Russia, tel. (8412)62-81-51; e-mail: pererabotka_tehfak@mail.ru

The studies were conducted in 2003-2011 on the experimental field of the FSBEI HE Penza State Agrarian University, in the fodder production department of the FSBI Penza Agricultural Research Institute, ООО Agrofirma Biokor-S, ООО Intechsemkor. As a result of many years of research, it was found that under conditions of Penza region the most adapted winter triticale ADS-4 variety, Yield 4.46 t/ha, which is 0.84 t/ha (23.2 %) higher than Talva 100 standard. The treatment of winter triticale seeds of ADS-4 variety with microelement fertilizers, growth regulators and biological fertilizers contributed to an increase in grain yield in relation to the control according to the experimental variants by 0.74-1.81 t/ha (16.4-41.0 %). At the same time, the highest yield (6.06 t/ha) was obtained by treating seeds with sodium humate together with aquamix. Foliar dressing of plants with complex fertilizers on a fertilized background contributed to an increase in the yield of Doctrina 110 winter triticale in the tillering phase by 0.71-0.80 t/ha, in the heading phase by 0.40-0.47 t/ha, in phase tillering + heading by 1.36-1.43 t/ha. The most effective was the use of complex fertilizer Master Special, the grain yield of Doctrina 110 was 7.57-8.53 t/ha, Talva 100 - 5.62-6.26 t/ha. The highest grain yield of 8.53 t/ha of Doctrina 110 is provided by the application of nitrogen fertilizers 60 kg/ha with root dressing and Poly-Feed 4 kg/ha with foliar dressing during the tillering and heading phase. The yield increase was 20.1 %. When cultivating winter triticale for feed purposes, it is most effective to spray plants with Master Special. The yield of feed units is 21.7 t/ha, digestible protein - 15.05 t/ha, exchange energy - 170.45 GJ/ha. During exogenous treatment of seeds of winter triticale of Varvara variety, the highest grain yield of 4.82 t/ha was obtained using Albit together with Baikal EM-1.

Key words: winter triticale, mineral and microelement fertilizers, growth regulators, bacterial fertilizers, photosynthesis, productivity, grain quality.

Reference:

1. Bouguennec A., Bernard M., Jestin L., Trottet M., Lonnet P. Triticale in France. Triticale improvement and production, Rome, 2004, p. 109-114.
2. Nonaka K., Jakahashi K. Available silicates in paddy soils. Bulletin – Idaho Agricultural Experiment Station, 1986, № 47, p. 2-37.
3. Borodin I. F. Nanotechnology in agriculture. Agribusiness, Russia, 2007, p. 18-20.
4. Bulavina T. M. Optimization of triticale cultivation techniques in Belarus. Ed. S. I. Grib. Minsk: Publishing House of the Information Center of the Ministry of Finance, 2005, 224 p.
5. Gaysin I. A., Gaysin I. A., Sagitova R. N., Khabibullin R. R. Microelement fertilizers in modern agriculture. Agrochemical Bulletin, 2010, No. 4, p. 13-14.
6. Goncharov P. L. Selection method for forage grasses in Siberia, Novosibirsk, 2003, 396 p.
7. Dospekhov B. A. Methods of field experience with the basics of statistical processing of research results, Moscow: Publishing House Agropromizdat, 1985, p. 351.
8. Zhuchenko A. A. Ensuring the food security of Russia in the 21st century on the basis of adaptive strategy for sustainable development of agribusiness (theory and practice), Kirov, 2009, 273 p.
9. Zavalin A. A. Biological fertilizers, fertilizers and crops, Moscow, 2005, 302 pp.
10. Isaichev V. A., Polovinkin V. G., Provalova E. V. The influence of growth regulators and fertilizers on the production processes and yield of winter wheat in the Volga Forest-Steppe. Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy, 2012, No. 3, p. 30-33.
11. Kukharev O. N., Fudina E. V. Economic and energy performance assessment in agriculture, Saarbrücken, 2015, 117 pp.
12. Kshnikatkina A. N., Kshnikatkin S. A., Alenin P. G. Optimization of methods of cultivation of grain crops in the forest-steppe of the Middle Volga: monograph. Penza: Editorial and Publishing Unit of PSAA, 2014, 224 p.

13. Kshnikatkina A. N., Dorozhkina L. A. Siliplant application in the technology of cultivation of grain and forage crops. *Agrochemical Bulletin*, 2014, No. 5, p. 41-44.
14. Matskov F. F. Foliar nutrition of plants. Kiev, 1957, 264 p.
15. Methodology of State variety testing of crops. Cereals and legumes, corn and fodder crops. Ed. Baksheeva I. I. et al. Moscow: Kolos Publishing House, 1971, 239 pp.
16. Microfertilizers and plant growth regulators in rice crops. A. Kh. Sheujen, T. N. Bondareva, S. V. Kizenek, A. P. Naumenko. Maykop: Polygraph-South Publishing, 2010, p. 292.
17. Morozov V. I., Basenkova S. V. Grain farming and its effectiveness in the Middle Volga. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2014, No. 2 (26), p. 33-37.
18. Muromtsev G. S. Fundamentals of chemical regulation of plant growth and productivity. G. S. Muromtsev, D. I. Chkanikov, O. N. Kulaev, K. Z. Hamburg Moscow: Agrokhimizdat, 1987. 383 p.
19. Nikitin S. N. Evaluation of the effectiveness of the use of fertilizers, biological fertilizers and diatomite in the forest-steppe of the Middle Volga: monograph. Ulyanovsk: UISTU, 2017, 315 p.
20. Nichiporovich A. A. Photosynthesis and plant productivity issues. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1963, p. 536.
21. Peyve Y. V. Agrochemistry and biochemistry of microelements, Moscow, 1980, 430 p.
22. Peterburgsky A. V. Microelement and Harvest, Moscow, 1965, 32 pp.
23. Popov G. I., Egorov B. V. Microfertilizers on irrigated lands, Moscow, 1987, 44 p.
24. Shkolnik M. Ya. Microelement in plant life. Moscow, 1974, 324 p.