

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ И УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА СВЕТЛО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ

А.М. Накаряков, А.А. Завалин, акад. РАН, ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

Изучена в полевом опыте на светло-серой лесной почве эффективность применения на озимой пшенице сорта Московская 39 биодинамических препаратов (БДП), Экстрасола и органоминерального удобрения (ОМУ). Показано, что использование их увеличивает урожайность зерна на 0,46 т/га, или на 20% по отношению к контролю. Экстрасол и ОМУ повышают в зерне содержание белка на 1,0-1,2%, сырой клейковины на 3,8-4,8. В результате качество зерна соответствует 3-му классу. Препараты не влияют на показатель ИДК, растяжимость и гидратацию клейковины. При применении биопрепаратов и ОМУ в урожае возрастает накопление азота и фосфора в 1,2-1,3 раза, калия – в 1,1-1,2 раза. Биопрепараты и ОМУ не изменяют количество созданного зерна на 1 кг потребленных фосфора и калия, а на 1 кг потребленного азота при использовании Экстрасола и ОМУ снижают. За счет симбиотического азота клевера и ассоциативного при применении биопрепаратов при возделывании озимой пшеницы в почве формируется положительный баланс азота и отрицательный – фосфора и калия. При использовании ОМУ отрицательные значения баланса РК снижаются в 2 раза, однако для компенсации этих элементов необходимо внесение в севообороте органических удобрений. При применении Экстрасола, как отдельно, так и в сочетании с БДП, и внесении ОМУ улучшаются условия азотного и фосфорного питания растений озимой пшеницы. Максимальная прибыль при производстве зерна озимой пшеницы получена при использовании Экстрасола.

Ключевые слова: озимая пшеница, биопрепараты, органоминеральное удобрение, урожайность, качество зерна, накопление элементов питания, светло-серая лесная почва.

Для цитирования: Накаряков А.М., Завалин А.А. Влияние биопрепаратов и удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на светло-серой лесной почве// Плодородие. – 2021. – №4. – С. 26-30. DOI: 10.25680/S19948603.2021.121.08.

По данным полевых опытов, в Нечерноземной зоне для формирования урожая зерна озимой пшеницы 5-6 т/га необходимо вносить $N_{98}P_{92}K_{73}$, а без этого возможно получить 3,0-3,5 т/га за счет биологического азота, накопленного в почве после многолетних и однолетних бобово-злаковых трав [3, 4]. На черноземах урожай зерна озимой пшеницы 3,8-4,6 т/га зерна с высоким содержанием белка и сырой клейковины формируется без удобрений по бобовому предшественнику [16]. Использование биопрепаратов стимулирует рост и развитие растений, повышает устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, подавляет развитие фитопатогенов, оптимизирует минеральное питание растений [5, 9, 11, 15]. При использовании технологий органического земледелия [1] для регулирования минерального питания, защиты растений применяют микробные препараты и органоминеральные удобрения [11, 17]. На серых лесных почвах прибавки от биопрепаратов, созданных на основе ассоциативных микроорганизмов, повышают урожайность зерновых культур на 9-42% [13]. Использование продуктов биоконверсии навоза и птичьего помета в качестве удобрений способствует охране окружающей среды, сохранению и повышению плодородия почвы [14]. Применение органоминеральных препаратов [5] с макро- и микроэлементами повышает урожайность зерна на 0,42-0,69 т/га, увеличивает в зерне содержание белка на 0,1-0,8% и сырой клейковины на 1,0-3,6%. Это связано с повышением фотосинтетической эффективности посевов, улучшением условий азотного питания растений. С ростом содержания в зерне сырой клейковины при использовании органоминеральных удобрений качество клейковины соответствует 1-й группе. Некорневые листовые подкормки озимой пшеницы органоминеральными препаратами с комплексом аминокислот увели-

чивают: устойчивость растений к повышенным температурам воздуха, урожайность зерна на 5-11%, массу 1000 зерен на 1,1-3,2 г, содержание в зерне белка на 0,5-1,1% и сырой клейковины на 1,2-2,1% (абс.) [12].

Цель исследований – агрономическую эффективность применения биопрепаратов и органоминерального удобрения под озимую пшеницу на светло-серой лесной почве для обоснования их применения в агротехнологиях органического земледелия.

Методика. Эффективность применения биопрепаратов БДП 500, БДП 501 (БДП) и Экстрасола и органоминерального удобрения (ОМУ) проводили в полевом опыте с озимой пшеницей сорта Московская 39, которую возделывали по принятой технологии в ООО «Савинская Нива» Калужской области. Предшественник – многолетние бобово-злаковые травы. Препарат Экстрасол создан на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13, который способен подавлять развитие фитопатогенных грибов и бактерий. В результате колонизации корней улучшается развитие корневых волосков, возрастает поглощательная способность фосфора и улучшается потребление растениями других элементов питания из почвы и удобрений. Бактерии повышают иммунитет растений и устойчивость к пониженным температурам и засухе. Растения опрыскивали в фазе весеннего кушения при норме расхода препарата 1 л/га с объемом воды 200 л/га. Раствором БДП 500 обрабатывали почву до посева, БДП 501 опрыскивали вегетирующие растения в весеннее кушение. Внесение БДП 500 в почву – необходимая предпосылка для обработки растений БДП 501. Препараты стимулируют процессы, происходящие в надземной части растения, и положительно воздействует на развитие корневой системы. БДП 501 усиливает отложение кремния во всех органах растения, что делает их более "сухими", клеточные оболочки

более плотными, в результате чего повышается устойчивость растений к грибным болезням. Солома злаков становится более устойчивой к полеганию и поражению патогенами. Норма расхода препарата 80-100 г/га при расходе воды 30-50 л/га. ОМУ изготовлено путем компостирования куриного помета с добавлением цеолита. Его вносили в весеннее кушение озимой пшеницы в дозе 0,5 т/га, что соответствует $N_{10}P_{17,5}K_{16,5}$.

Перед закладкой опыта пахотный 0-20-сантиметровый слой светло-серой лесной среднесуглинистой почвы характеризовался агрохимическими показателями: гумус (по Тюрину) – 1,70-1,90%, pH_{KCl} – 5,7-5,9, подвижные формы P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову), соответственно, 60-69 и 59-69 мг/кг; Нг (по Каппену) – 1,56-1,64 мг-экв/100 г; минеральный азот – 4,1-7,2 мг/кг ($N-NO_3$ – ионометрическим методом, $N-NH_4$ – фотоколориметрическим методом). По содержанию подвижного P_2O_5 и $N_{мин.}$ почва относится к среднеокультуренной, подвижного K_2O – к низкоокультуренной, по pH – к повышенной кислотности.

Полевой опыт закладывали в четырехкратной повторности. Площадь делянки 100 м², учетная – 36 м², размещение делянок рендомизированное. Учет урожая проводили сплошным методом с пересчетом на 14%-ную влажность зерна и 100%-ную чистоту. Образцы почвы и растений отбирали с двух несмежных повторений, анализы их проводили в воздушно-сухом состоянии по соответствующим ГОСТам в аккредитованных испытательных лабораториях. Содержание $N_{общ.}$ в растениях определяли по методу Кьельдаля (ГОСТ 13496.4-93), P_2O_5 – колориметрически (ГОСТ 26657-97), K_2O – на пламенном фотометре (ГОСТ 30504-97). Содержание в зерне белка устанавливали, умножая содержание общего азота на коэффициент 5,7, содержание сырой клейковины – по ГОСТ Р 54478-2011; массу 1000 зерен – по ГОСТ 10842-89. Экономическую эффективность определяли по [2]. Баланс элементов питания при выращивании озимой пшеницы рассчитан по [8].

Статистический анализ полученных результатов проводили дисперсионным методом с использованием программы STATVUA, достоверность различий между вариантами оценивали по F-критерию Фишера.

По данным Мосальской метеостанции Калужской области, в период зимовки озимой пшеницы температура воздуха была выше среднеемноголетних значений, количество атмосферных осадков соответствовало многолетней норме. В начале весны (март) в 2017 и 2019 г. было на 3-5⁰С теплее обычного, в 2018 г., наоборот, холоднее нормы, при количестве осадков чуть меньше ежегодного значения. При наступлении весенней вегетации в середине апреля температура воздуха соответствовала многолетней норме (2017 г.) или превышала её (2018 и 2019 г.). Атмосферных осадков, кроме 2017 г. (49 мм), выпало в 2018 г. (20 мм) и в 2019 г. (15 мм) меньше нормы (34 мм). Во время активного нарастания вегетативной массы и формирования генеративных органов (май-июнь) озимой пшеницы среднесуточная температура воздуха превышала многолетние значения на 2,5-3⁰С при количестве осадков, близком к многолетним значениям в 2017 и 2019 г. Во время формирования и налива зерна в июле температура воздуха соответствовала многолетней норме (18,3⁰С), количество осадков превышало её (69 мм) во все годы проведения опыта. При созревании зерна и во время уборки среднесуточная температура воздуха соответствовала климатической норме (16,9⁰С), при сумме осадков в 2017 и 2018 г. существенно меньшей, в 2019 г. она была больше среднеемноголетнего значения (72 мм). В целом погодные условия во весь период проведения опыта в основном соответствовали требованиям озимой пшеницы, а отдельные колебания среднесуточной температуры воздуха и количества атмосферных осадков не оказали существенного воздействия на растения озимой пшеницы.

Результаты и их обсуждение. Интегральным показателем реакции растений на условия возделывания служит продуктивность культуры. При возделывании озимой пшеницы по пласту многолетних бобово-злаковых трав за счет биологического азота, фиксированного в посеве клевера лугового, урожайность зерна по годам исследований достигала 2,1-2,6 т/га, или 2,34 т/га в среднем за три года (табл. 1).

1. Урожайность озимой пшеницы

Вариант	2017 г.	2018 г.	2019 г.	В среднем за 3 года				
				прибавка		масса соломы, т/га	$K_{хоз.}$	
				т/га	%			
1. Контроль (б/у)	2,10	2,28	2,65	2,34	-	-	3,07	0,45
2. БДП 500 в почву + БДП 501 в весеннее кушение	2,55	2,74	3,12	2,80	0,46	19,7	3,02	0,50
3. БДП 500 в почву + БДП 501 в весеннее кушение + Экстрасол в трубкование	2,13	2,9	2,88	2,64	0,30	12,8	3,80	0,41
4. Экстрасол в начале выхода в трубку	2,47	2,81	3,13	2,8	0,46	19,7	3,62	0,45
5. ОМУ в кушение	2,30	2,81	3,32	2,81	0,47	20,1	3,92	0,44
$P, \%$	5,1	4,7	4,5	3,2	-	-	4,2	3,6
$HCP_{05}, \text{ц/га}$	0,18	0,39	0,45	0,27	-	-	4,4	0,04

Колебания урожайности по годам связаны с различным накоплением в почве биологического азота [6]. При меньшем накоплении в почве биологического азота в 2017 г. сформировался минимальный урожай зерна. С повышением накопления в почве биологического азота в 2018 и 2019 г. увеличился урожай зерна озимой пшеницы. Во все годы применение БДП повышалась урожайность зерна, а в среднем за три года прибавка составила 0,46 т/га, или 20%. Обработка посева озимой пшеницы Экстрасолом по фону применения БДП не

обеспечила эффекта в первый год, хотя в последующие годы этот прием был эффективен и в среднем за 3 года от комплексного использования трех биопрепаратов урожайность зерна озимой пшеницы возросла на 13% по сравнению с контролем. Применение Экстрасола в фазе выхода растений в трубку во все годы увеличило урожай зерна, и в среднем за три года прибавка к контролю достигла 20%. Аналогичной эффективностью характеризуется применение под озимую пшеницу ОМУ (табл. 1).

Масса 1000 зерен в среднем за 3 года не изменялась при использовании на озимой пшенице биопрепаратов и ОМУ и составляла 44,6-45,6 г (табл. 2), что связано с положительным воздействием погодных условий в период налива зерна. При применении Экстрасола и ОМУ в зерне возрастает содержание белка на 1,0-1,2% и сырой клейковины на 3,8-4,8%. Это оценивается как положительный факт, свидетельствующий об улучшении условий азотного питания растений и приводящий к повышению класса получаемого зерна с 4-го до 3-го. По показателю ИДК зерно озимой пшеницы не изменялось, составляя 62-65 ед., и

согласно ГОСТ Р 52554 – 2006 она соответствует второй группе качества сырой клейковины. По способности к растяжению клейковину делят (ГОСТ 27839-88) на: короткую (растягивается до 100 мм); среднюю (100-200 мм) и длинную (растягивается более чем на 200 мм). Растяжимость клейковины на контроле и при использовании БДП соответствует короткой, а средней она была при сочетании БДП и Экстрасола и при применении только Экстрасола или ОМУ. Степень гидратации клейковины может варьироваться от 120 до 350%, исследования не выявили её изменений от применяемых биопрепаратов и ОМУ (табл. 2).

2. Качество зерна и химический состав урожая озимой пшеницы (среднее за 3 года)

№ варианта	2. Качество зерна и химический состав урожая озимой пшеницы (среднее за 5 лет)												
	Зерно									Солома			
	масса 1000 зерен, г	белок	сырая клейко- вина*	ИДК*, ед.	растяжи- мость клейко- вины*, мм	степень гидратации клейко- вины*, %	класс зерна*	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	45,6	11,5	20,9	63	89	264	4	2,02	0,94	0,48	0,46	0,19	0,67
2	45,3	11,7	22,9	62	87	251	4	2,05	0,93	0,46	0,48	0,19	0,69
3	45,0	11,5	24,7	65	108	247	4	2,01	0,92	0,47	0,43	0,22	0,68
4	44,6	12,7	25,7	64	108	239	3	2,22	0,96	0,47	0,49	0,20	0,71
5	44,8	12,5	24,9	65	142	252	3	2,19	0,92	0,46	0,47	0,21	0,67
P, %	4,7	1,8	-	-	-	-	-	1,8	4,5	-	4,4	3,9	2,0
HCP ₀₅	1,3	0,6	-	-	-	-	-	0,11	0,22	-	0,06	0,02	0,04

*В среднем за 2017 и 2019 г.

Концентрация в зерне фосфора и калия, в соломе азота не изменяется от используемых средств биологизации, концентрация фосфора в соломе возрастает от Экстрасола и ОМУ, концентрация в соломе калия увеличивается от применения Экстрасола (см. табл. 2). Накопление в урожае азота, фосфора и калия возрастает за счет увеличения основной и побочной продукции и в меньшей степени от содержания этих элементов в урожае. При применении биопрепаратов и ОМУ накопление азота и фосфора увеличилось в 1,2-1,3 раза, калия – в 1,1-1,2 раза (табл. 3).

Максимальное увеличение накопления в урожае NPK наблюдается при использовании на озимой пшенице Экстрасола как раздельно, так и в сочетании с БДП и от

применения ОМУ. Накопленные в урожае азот и фосфор локализуются преимущественно в зерне, а калий – в соломе озимой пшеницы. При этом не выявлено существенного влияния изучаемых препаратов на распределение фосфора и калия между зерном и соломой, однако БДП повышали по сравнению с контролем локализацию азота в зерне.

Эффективность использования элементов питания растениями оценивали по количеству полученного зерна на 1 кг потребленных озимой пшеницей NPK (см. табл. 3). БДП не влияет на этот показатель по азоту, а при применении Экстрасола и ОМУ он снижается. Не изменяется количество полученного зерна на 1 кг потребленного фосфора и калия.

3. Накопление в урожае и эффективность использования озимой пшеницей азота, фосфора и калия (среднее за 3 года)

№ варианта	Накопление в урожае, кг/га			Локализация в зерне, % от общего накопления			Получено зерна на 1 кг потребленных			Баланс, кг		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	60,7	26,7	28,2	76	81	40	38,1	87,6	83,7	23,1	-26,7	-28,2
2	74,5	30,8	30,2	79	83	42	38,6	91,0	92,5	11,4	-30,8	-30,2
3	70,0	32,1	35,0	75	74	35	39,1	83,5	77,0	15,2	-32,1	-35,0
4	79,0	33,5	35,0	78	79	37	35,9	85,0	81,6	7,5	-33,5	-35
5	78,6	32,6	35,2	76	77	37	35,3	86,1	79,9	15,9	-15,1	-18,7
P, %	2,8	2,4	2,8	1,7	1,7	5,1	2,2	2,7	5,6	-	-	-
HCP ₀₅	4,6	2,4	4,6	3	4	5	2,2	6,5	13,1	-	-	-

При выращивании озимой пшеницы по пласту многолетних бобово-злаковых трав 2-го года пользования за счет накопленного клевером симбиотического и ассоциативного азота при применении биопрепаратов [7, 10] в почве формируется положительный баланс азота, а баланс фосфора и калия – отрицательный (см. табл. 3). При внесении ОМУ за счет поступивших фосфора и калия их отрицательные значения снижаются в 2 раза, однако для компенсации этих элементов с отчуждаемым урожаем необходимо внесение в севообороте удобрений, разрешенных к применению в органическом земледелии.

Диагностика минерального питания озимой пшеницы в фазе цветения по содержанию в почве минерального азота и в растениях NPK (табл. 4), свидетельствует о тенденциях к увеличению в слое почвы 0-40 см минерального азота при использовании БДП и к росту концентрации общего азота в растениях или к его увеличению за счет Экстрасола и ОМУ. При использовании Экстрасола возрастает обеспеченность растений фосфором. Концентрация калия в растениях озимой пшеницы от изучаемых препаратов не изменяется.

4. Содержание минерального азота в 0-40-сантиметровом слое почвы и концентрация NPK в растениях в фазе цветения озимой пшеницы (в среднем за три года)

Вариант	Почва			Растения		
	N-NH ₄	N-NO ₃	N _{мин.}	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	кг/га			% на возд. сук. в-во		
1. Контроль	34	61	95	1,16	0,37	0,50
2. БДП 500 + БДП 501	27	78	105	1,19	0,37	0,53
3. БДП 500 + БДП 501 + Экстрасол	30	75	105	1,31	0,39	0,54
4. Экстрасол	29	68	97	1,21	0,44	0,54
5. ОМУ	22	68	89	1,21	0,45	0,54
P, %	4,6	5,4	3,2	2,6	5,9	4,8
HCP ₀₅	4	11	12	0,09	0,07	0,08

Расчеты экономической эффективности свидетельствуют о том, что хотя прибавка урожая по всем вариантам была равноценна (при значении НСР = 0,18 т/га), стоимость прибавки при применении БДП + Экстрасол на 3 тыс. руб/га меньше (табл. 5). В этом же варианте возрастали затраты на использование вносимых препаратов, что привело к минимальной прибыли. Максимальная прибыль получена при использовании Экстрасола в фазе начала выхода в трубку. Применение ОМУ на озимой пшенице экономически не выгодно.

5. Экономическая эффективность применения удобрений и препаратов на озимой пшенице (в среднем за 3 года)

Вариант	Прибавка урожая зерна, т/га	Стоимость прибавки, руб/га	Всего затрат, руб/га	Прибыль, руб/га
БДП 500 в почву + БДП 501 в весеннее кушение	0,46	9200	4294	4906
БДП 500 в почву + БДП 501 в весеннее кушение + Экстрасол в трубкование	0,30	6000	5079	921
Экстрасол в начале выхода в трубку	0,46	9200	1901	7299
Гранулированное ОМУ (500 кг/га) в кушение	0,47	9400	29612	-20212

Заключение. Применение на озимой пшенице биодинамических препаратов, Экстрасола и ОМУ увеличивают урожайность зерна на 0,46 т/га, или на 20%. Они не влияют на массу 1000 зерен. Экстрасол и ОМУ увеличивают в зерне содержание белка на 1,0-1,2%, возрастает на 3,7-4,7% содержание сырой клейковины, приводящее к повышению класса получаемого зерна с 4-го до 3-го. По показателю ИДК зерно озимой пшеницы не изменялось, составляя 62-65 ед. и, согласно ГОСТ Р 52554 – 2006, оно соответствует второй группе качества по сырой клейковине. Показатель ИДК, растяжимость и гидратация клейковины зерна озимой пшеницы существенно не изменяются от применяемых средств. При использовании биопрепаратов и ОМУ накопление азота и фосфора в урожае увеличивается в 1,2-1,3 раза, калия – в 1,1-1,2 раза. Биопрепараты и ОМУ не изменяют количество полученного зерна на 1 кг потребленных фосфора и калия, но снижают азота при использовании Экстрасола и ОМУ. За счет симбиотического азота клевера и ассоциативного при использовании биопрепаратов в почве формируется положительный баланс азота, а баланс фосфора и калия – отрицательный.

При внесении ОМУ его отрицательные значения снижаются в 2 раза, однако для компенсации этих элементов с отчуждаемым урожаем необходимо внесение в севообороте удобрений, разрешенных к применению в органическом земледелии. При использовании Экстрасола, как отдельно, так и в сочетании с БДП, и внесении ОМУ улучшаются условия азотного и фосфорного питания растений. Максимальная прибыль при выращивании зерна озимой пшеницы (7,3 тыс. руб/га) получена при применении Экстрасола.

Литература

- Авилова А.В. Каковы перспективы органического земледелия в России // Вестник российской академии наук. – 2016. – Т. 86. – № 3. – С. 237-243. DOI: 10.7868/S0869587316030038
- Агрохимия: Классический университетский учебник для стран СНГ/Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во ВНИИА, 2017. – С. 826-846.
- Ваулина Г.И., Алиев А.М. Баланс питательных веществ в полевом севообороте на дерново-подзолистой суглинистой почве центральных районов Нечерноземной зоны РФ. Результаты длительных исследований в системе Географической сети опытов с удобрениями Российской Федерации. Вып. 2. – М.: ВНИИА, 2012. – С. 68-87, С. 88-112.
- Державин Л.М. Рекомендации по проектированию интегрированного применения средств химизации в энергосберегающих технологиях возделывания озимых зерновых культур при модернизации зернового хозяйства. – М.: ВНИИА, 2012. – 40 с.
- Ерошенко Ф.В., Сторчак И.Г., Бильдиева Е.А., Калашникова А.А. Оценка влияния новых органоминеральных препаратов на формирование урожая и качества зерна озимой пшеницы // Агрохимический вестник. – 2020. – № 2. – С. 7-12. DOI: 10.24411/1029-2551-2020-10014.
- Завалин А.А., Накаряков А.М. Эффективность применения биопрепаратов в посеве озимой пшеницы на светло-серой лесной почве // Земледелие. – 2021. – № 1. – С. 27-30. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10107.
- Завалин А.А., Соколов О.А. Потоки азота в агроэкосистеме: от идей Д.Н. Прянишникова до наших дней. – М.: ВНИИА, 2016. – 595 с.
- Методические указания по определению баланса питательных веществ азота, фосфора, калия, гумуса, кальция. – М.: ЦИНАО, 2000. – 40 с.
- Никитин С.Н. Оценка эффективности применения удобрений, биопрепаратов и диатомита в лесостепи Среднего Поволжья. – Ульяновск: УлГТУ, 2017. – 316 с.
- Нормативы для определения вклада биологического азота бобовых культур в баланс азота России. – М.: ВНИИА, 2013. – 44 с.
- Оленин О.А., Зудилин С.Н. Разработка многокомпонентных органических удобрений на основе диатомита для органического земледелия // Плодородие. – 2021. – № 1. – С. 40-45. DOI: 10.25680/S19948603.2021.118.12
- Пономарева А.С., Корицунов А.А., Вознесенская Т.Ю., Рыжова Д.А. Эффективность применения органоминеральных удобрений с комплексом аминокислот на пшенице // Агрохимический вестник. – 2019. – № 1. – С. 59-62. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10014
- Серджанов И.М., Шайхутдинов Ф.Ш., Нуриев С.Ш., Майоров И.И. Влияние биологических удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях северной части лесостепи // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 9. – С. 29-31.
- Сидоренко О.Д. Использование продуктов биоконверсии отходов животноводства в качестве органических удобрений (концепция) // Агрохимия. – 2018. – № 4. – С. 36-38. DOI: 10.7868/S000218811804004X
- Тихонович И.А., Завалин А.А. Перспективы использования азотфиксирующих и фитостимулирующих микроорганизмов для повышения эффективности агропромышленного комплекса и улучшения агроэкологической ситуации в Российской Федерации // Плодородие. – 2016. – № 5 (92). – С. 28-32.
- Турусов В.И., Богатых О.А., Дронова Н.В., Балюнова Е.А. Влияние предшественников на пищевую режим почвы, урожайность и качество озимой пшеницы (Triticum Aestivum L.) в условиях Юго-Востока // Проблемы агрохимии и экологии. – 2020. – № 2. – С. 11-15. DOI: 10.26178/АЕ.2020.22.76.003
- Электронный ресурс: <http://www.mcx.ru>. Дата обращения 15.04.2021.

A. M. Nakaryakov, A. A. Zavalin, Doctor of Agricultural Sciences
Federal State Research Institute of Agrochemistry

In a field experiment on light gray forest soil, the effectiveness of the use of biodynamic preparations (BDP), Extrasol and organo-mineral fertilizer (OMU) on winter wheat of the Moskovskaya 39 variety was studied. Their use increases the grain yield by 0.46 t / ha or by 20% in relation to the control. Extrasol and OMU increase the protein content in the grain by 1.0-1.2% and the crude gluten content by 3.8...4.8, as a result of which the grain quality corresponds to class 3. The drugs do not affect the IDC index, extensibility and hydration of gluten. When using biological products and WMD, the accumulation of nitrogen and phosphorus in the crop increases by 1.2...1.3 times, and potassium-by 1.1...1.2 times. Biologics and WMD do not change the amount of grain created by 1 kg of phosphorus and potassium consumed, and the amount of grain created by 1 kg of nitrogen consumed is reduced when using Extrasol and WMD. Due to the symbiotic nitrogen of clover and the associative one, when using biological products, a positive nitrogen balance is formed, and the balance of phosphorus and potassium is negative. When applying WMD, the negative values of the balance of the Republic of Kazakhstan are reduced by half, but to compensate for these elements, it is necessary to apply organic fertilizers in the crop rotation. When using Extrasol both separately and in combination with BDP and when introducing WMD, the conditions of nitrogen and phosphorus nutrition of plants are improved. The maximum profit in the production of winter wheat grain is obtained by using Extrasol.
Key words: winter wheat, biological products, organo-mineral fertilizer, yield, grain quality, accumulation of food elements.

УДК 631.82:633.15

DOI: 10.25680/S19948603.2021.121.09

УДОБРЕНИЕ БЕССМЕННЫХ ПОСЕВОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

А.Ф. Стулин, к.с.-х.н., Воронежский филиал ФГБНУ ВНИИ кукурузы
Воронежская обл., Хохольский р-н, п. опытной станции ВНИИК, ул. Чайнова, 13, 396835, Россия
e-mail: stulin_af@mail.ru.

Изучена в стационарном полевом опыте продуктивность кукурузы в бессменном посеве при длительном внесении удобрений. Высокая эффективность удобрений достигнута при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$, что увеличивает среднегодовую урожайность зеленой массы кукурузы на 47,3 %, при 22,4 т/га на неудобренном фоне. Запасы органического углерода в слое 0-80 см сохранились на очень высоком уровне – от 273 до 287 т/га во всех исследованных вариантах опыта и достоверно не различались между собой. Определены вынос и баланс питательных веществ и возврат в почву азота, фосфора и калия с корневыми и пожнивными остатками кукурузы.

Ключевые слова: кукуруза, бессменный посев, удобрения, длительное внесение, урожайность, углерод, вынос питательных веществ.

Для цитирования: Стулин А.Ф. Удобрение бессменных посевов кукурузы в условиях Центрального Черноземья // Плодородие. – 2021. – №4. – С. 30-32. DOI: 10.25680/S19948603.2021.121.09

Кукуруза по своим биологическим особенностям (C₄ – тип фотосинтеза) относится к культурам, устойчивым к возделыванию в монокультуре. Поэтому во многих странах Западной Европы, Канады и США полагают, что монокультура кукурузы экономически более выгодна, чем система севооборота, и при использовании внесевооборотных и труднодоступных участков вблизи животноводческих комплексов из-за небольших затрат на транспортировку зеленой массы, кукурузного силоса на малые расстояния высказывают предположение, что в будущем бессменное возделывание этой культуры возрастет. Уже сейчас в США примерно 15 % посевных площадей занимает кукуруза, выращиваемая в монокультуре. Для удовлетворения всевозрастающего спроса без увеличения посевных площадей под кукурузой в сельскохозяйственную практику широко входит бессменное возделывание этой культуры [1,2]. Самые длительные в мире полевые опыты с кукурузой, выращиваемой в монокультуре и севообороте, находятся в Иллиноиском университете (США) на опытных полях Морроу с 1876 г. [3] и Санборн с 1888 г. [4]. В европейских странах подобные опыты закладывали с 1946 г., а в Китае – с 1979 г.

Анализ результатов длительных полевых опытов не позволяет сделать однозначные выводы о продуктивно-

сти кукурузы в зависимости от места ее возделывания и внесения удобрений [5, 6].

Цель нашей работы – оценить влияние длительного применения удобрений под кукурузу, выращиваемую в монокультуре, на ее продуктивность, размеры накопления растительных остатков, содержание углерода в почве, вынос и баланс питательных веществ.

Методика. Исследования проводили в длительном стационарном полевом опыте по реестру Геосети в Воронежском филиале ФГБНУ ВНИИ кукурузы. Кукуруза в монокультуре возделывается с 1960 г. Это самый длительный опыт с монокультурой кукурузы не только в Российской Федерации, но и в ближнем зарубежье. Минеральные удобрения вносят ежегодно осенью под вспашку в форме N_{aa}, P_{cr}, K_x по схеме, представленной в таблицах. Площадь делянки 269,5 м², учетная – 192,5 м². Повторность трехкратная. Почва – чернозем выщелоченный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый на покровной карбонатной глине. На момент закладки опытов в пахотном слое содержалось: гумуса 5,6 %, общего азота 0,24, фосфора 0,15, калия 2,0 %, рН_{вод.} 6,6 ед., сумма поглощенных оснований – 38,4 ммоль/100 г почвы, степень насыщенности основаниями – более 90 %.