

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР В ЗВЕНЕ СЕВООБОРОТА ПРИ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ**Шакиров Р. С., Бикмухаметов З. М., Хисамиев Ф. Ф., Сафиоллин Ф. Н.**

Реферат. Цель работы – изучить действие и последствие различных видов и норм удобрений на изменение основных показателей плодородия серой лесной почвы, а также продуктивность звена севооборота. Опыты проводили в зернопропашном звене (яровая пшеница – кукуруза – яровая пшеница – горох) девятипольного зернотравянопропашного севооборота. Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов: расчетные дозы минеральных удобрений на формирование 4 т/га зерна яровой пшеницы, 40 т/га зеленой массы кукурузы, 3 т/га зерна гороха, термически обработанный гранулированный куриный помет (ГКП) в дозах 1, 2, 3 т/га, подстилочный навоз в дозе эквивалентной 3 т/га гранулированного помета, гречишный поживной сидерат, посеянный после уборки озимой ржи. Под действием 1-2-3 т/га ГКП содержание азота (N_r) в почве увеличилось, по сравнению с контролем, соответственно на 73,1-81,1-112,0 %, фосфора (P_2O_5) – на 69,3-79,8-91,3 %, калия (K_2O) – на 90,3-140-188 %; в первый год последствия N_r было больше на 42,6-50,5-58,4 %, P_2O_5 – на 28,6-39,3-52,1 %, K_2O – на 56,1-84,8-170,7 %; во второй год последствия N_r – на 13,1-21,3-44,0 %, P_2O_5 – на 40,1-51,2-74,4 %, K_2O – на 63,3-124,1-133,1 %. При внесении навоза (42 т/га) количество N_r , P_2O_5 , K_2O снижалось, по сравнению с 3 т/га ГКП, в год действия соответственно на 43,4, 19,0 и 42,2 %, в первый год последствия – на 16,6, 22,1, 48,1 %. Во второй год последствия величины этих показателей при использовании навоза и 3 т/га ГКП были эквивалентны. В варианте с заделкой гречишного сидерата содержание подвижных форм макроэлементов менялось аналогично навозу. Под влиянием 1, 2 и 3 т/га ГКП продуктивность звена севооборота увеличилась, по сравнению с контролем, соответственно на 78,5, 104,3, 122,6 %. Эффект от действия и трех лет последствия 42 т/га навоза находился ниже уровня 3 т/га ГКП на 12 % (рост продуктивности 110,6 %), гречишного сидерата – на уровне 1 т/га ГКП (рост продуктивности 80,6 %). В зависимости от вида и норм удобрений рентабельность производства составляла 54...196 %.

Ключевые слова: урожайность, продуктивность, севооборот, удобрения, эффективность, сидераты, помет, навоз.

Введение. Современная система земледелия должна базироваться на воспроизводстве плодородия почв, энергоресурсосбережении и экологической сбалансированности. Для решения этой задачи необходимо умелое использование местных ресурсов, а также разработка приемов, позволяющих оптимизировать природные и антропогенные факторы.

Один из дестабилизирующих факторов в земледелии – деградация почвы и снижение содержания гумуса. Минерализация и потери гумуса растут в условиях техногенно-химической интенсификации земледелия, составляя в зависимости от типа почвы, зоны, севооборота до 0,5 – 2 т/га в год. Это означает, что убыль гумуса в почвах за 15-20 лет может достигать 1% на равнине и 3,5% на склоновых землях, подверженных водной и ветровой эрозии [1]. Ежегодные потери гумуса в Республике Татарстан составляют 1100...1800 кг/га. Для их восполнения необходимо применять не менее 7 т/га органических удобрений, а для расширенного воспроизводства плодородия почв – более 10 т/га в год. К сожалению, в республике в последние годы вносят не более 1,2...1,5 т/га органических удобрений. В результате в земледелии складывается отрицательный баланс гумуса (-0,3 т/га) [2].

Поэтому необходимо эффективное использование всех источников органического вещества (навоз, солома, сидераты, птичий помет и др.), которое служит важнейшим фактором

ресурсосбережения и воспроизводства плодородия почвы, особенно в условиях высокой стоимости минеральных удобрений.

При этом следует отметить, что птичий помет относится к числу недостаточно изученных органических удобрений. Такая ситуация связана с тем, что раньше птицеводством занимались мелкие хозяйства и его выход был незначительным. После строительства современных промышленных птицефабрик объемы птичьего помета резко выросли и становятся опасными для окружающей среды.

Ряд исследователей отмечают, что птичий помет пригоден для использования в качестве сырья для производства органических удобрений [3]. Он богат питательными веществами, которые находятся в доступной для растений форме. По действию на урожай в год внесения птичий помет близок к минеральным удобрениям. Благодаря высокой концентрации органических компонентов и постепенному высвобождению питательных веществ он оказывает влияние на урожайность выращиваемых культур в последующие 2...3 года [4]. При этом воздействие термически обработанного куриного помета на плодородия почвы и продуктивность севооборотов исследовано недостаточно, а на серых лесных почвах Предкамья Татарстана совсем не изучено.

В воспроизводстве плодородия почвы и повышении урожайности сельскохозяйственных культур большое значение имеют сидера-

Таблица 1 – Содержание продуктивной влаги в почве под посевами культур зернопропашного звена севооборота (среднехронологические показатели по фазам роста и развития культур), мм

Вид и норма удобрений	Яровая пшеница (действие, 2016 г.)			Кукуруза (1-й год последействия, 2017 г.)			Яровая пшеница (2-й год последействия, 2018 г.)		
	слой почвы, см								
	0...20	0...40	0...100	0...20	0...40	0...100	0...20	0...40	0...100
Без удобрений (контроль)	20,9	36,6	107,1	26,9	49,4	142,0	28,8	53,6	128,2
НРК на формирование запланированных урожаев	22,3	39,6	119,3	25,9	49,4	135,0	27,8	52,0	140,5
ГКП, 1,0 т/га	23,7	40,6	135,9	29,7	57,9	143,8	38,0	65,8	156,9
ГКП, 2,0 т/га	23,9	44,0	136,6	31,2	58,3	161,6	38,0	67,9	173,3
ГКП, 3,0 т/га	25,0	43,3	138,6	34,4	64,9	170,2	39,0	75,9	177,1
Подстилочный навоз, 42 т/га	21,4	39,6	125,8	32,7	61,4	146,2	37,5	67,5	177,2
Гречишный сидерат, 27 т/га	21,1	38,0	120,4	30,1	56,7	144,1	36,1	63,7	174,6

ты. О их роли Д.Н. Прянишников писал: «В сочетании с навозом и с другими органическими удобрениями, а также с удобрениями минеральными зеленое удобрение в качестве одного из элементов системы удобрения должно стать весьма мощным средством поднятия урожаев и повышения плодородия почв» [5].

В результате проведенных исследований ученых нашего времени выявлена важная роль зеленых удобрений не только как источника эффективных и недорогих питательных элементов, но и крупного резерва пополнения органического вещества почвы, улучшения ее гумусного состояния [6, 7, 8].

Выращивание сидерата и заделка его в почву, особенно на дальних участках, по нашим данным, обходится в 2 раза дешевле, чем производство, вывозка и внесение эквивалентного количества навоза, и в 6 раз, по сравнению с промышленными туками. По агрономической эффективности сидераты близки к подстилочному навозу [9].

Вопросы использования растений на зеленое удобрение не раз подвергали всестороннему изучению [10, 11]. Но по мере интенсифи-

кации земледелия проблема сохранения и повышения плодородия почв становится все острее, что заставляет вновь обращаться к этому доступному источнику органического вещества, подбирать эффективные сидеральные культуры, выявлять их новые качества и механизмы воздействия на почву.

В качестве сидеральных культур высевают как бобовые (люпин, сераделла, донник, горох, вика и др.), так и небобовые (горчица, сурепица, рапс, гречиха) культуры. Однако большинство из них в хозяйствах используют прежде всего на корм. В связи с этим на долю сидеральных паров Татарстан приходится всего лишь 1,1 % пашни. Поэтому надо умело подобрать видовой состав сидеральных культур. Мы провели ряд исследований по изучению эффективности большой группы сидеральных растений. Среди них, наряду с бобовыми культурами, хороший результат обеспечивала гречиха сортов Батыр и Черемшанкаа, которые обладают высокой энергией начального роста, подавляют сорняки, очищают почву от болезней. Корневая система гречихи выделяет фитонциды, которые уничтожают

Таблица 2 – Действие и последствие различных видов и норм органических удобрений на содержание элементов питания (среднехронологические показатели по фазам роста и развития культур в 0...20 см слое почвы), мг/кг почвы

Вид и норма удобрений	Яровая пшеница (действие, 2016 г.)			Кукуруза (1-й год последействия, 2017 г.)			Яровая пшеница (2-й год последействия, 2018 г.)		
	N _r	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _r	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _r	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений (контроль)	79,7	190,8	97,5	57,0	217,0	82,0	85,4	172,0	83,0
НРК на формирование запланированных урожаев	94,3	275,0	173,3	77,3	255,8	181,0	88,2	246,0	159,5
ГКП, 1,0 т/га	138,0	323,0	194,3	81,3	279,0	128,3	96,6	241,0	135,5
ГКП, 2,0 т/га	144,3	343,3	234,0	85,8	302,3	151,5	103,6	260,0	186,0
ГКП, 3,0 т/га	169,0	365,0	280,8	90,3	330,0	222,0	122,5	300,0	193,5
Подстилочный навоз, 42 т/га	95,7	295,8	162,3	75,3	257,0	115,3	127,4	290,0	190,0
Гречишный сидерат, 27 т/га	94,9	300,4	198,7	71,5	263,0	150,4	92,8	270,6	180,1

патогенные микроорганизмы, вызывающие корневые гнили и другие болезни [7, 9]. При этом ее зеленую массу в хозяйствах используют не на корм скоту, а полностью для сидерации. Исследованиями ряда авторов выявлена фитосанитарная роль и других сидератов? способствующих самоочищению (оздоровлению) почвы от вредных патогенов и заметно снижающих засоренность полей злостными сорняками [12, 13, 14].

В целом для эффективного использования различных видов удобрений необходимо изучить их удобрительные свойства, влияние на агрохимические и агрофизические параметры почвы, продуктивность пашни. Как отмечал Д. Н. Прянишников, «чтобы оценить удобрительное значение какого-либо вещества, чтобы уметь регулировать питание растений в полевых условиях, нужно знать не только потребности растений на всех стадиях его развития, но и нужно быть знакомым с целым рядом свойств почвы и процессов физических, химических и биологических, происходящих в ней» [15].

Цель нашего исследования – изучение действия и последствий различных видов и норм удобрений на основные показатели плодородия серой лесной почвы и продуктивности звена севооборота.

Условия, материалы и методы исследований. Работу проводили в 2016–2019 гг. на опытном поле Сабинского аграрного колледжа, расположенном на территории ООО СХП «Юлбат» Сабинского муниципального района Республики Татарстан (Предкамская зона).

Почва – серая лесная, тяжелосуглинистая. Исходные агрохимические показатели в пахотном слое: содержание гумуса (по Тюрину) – 3,2 %, щелочногидролизуемого азота (по Корнфильду) – 80...90 мг/кг, P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) – 150...200 мг/кг и 100...110 мг/кг, $pH_{\text{кол}}$ (ионометрическим методом) – 4,6 ед.

Исследования проводили в зернопропашном звене девятипольного зерноотравапропашного севооборота со следующим чередованием культур: 1) горох; 2) озимая рожь; 3) яровая пшеница + клевер; 4) клевер 1 г. п.; 5) клевер 2 г.п.; 6) озимая рожь; 7) яровая пшеница; 8) кукуруза; 9) яровая пшеница.

Опыты закладывали в трехкратной повторности с последовательным размещением делянок. Размеры делянок – 10×25 м. Технология возделывания культур в севообороте – общепринятая в Предкамской зоне Республики Татарстан.

Объектами исследования были яровая пшеница Тулайковская 108, кукуруза РОСС 199 и горох Венец. Схема опыта предусматривала следующие варианты:

- без удобрений (контроль);
- минеральные удобрения в расчете на получение запланированных урожаев;
- гранулированный куриный помет (ГКП) –

1,0 т/га;

ГКП – 2,0 т/га;

ГКП – 3,0 т/га;

Подстилочный навоз в норме, эквивалентной по составу 3 т/га ГКП – 42 т/га;

гречишный сидерат – 27 т/га.

Нормы минеральных удобрений под запланированные урожаи определяли расчетно-балансовым методом:

под яровую пшеницу на формирование 4 т/га зерна в 2016 г. – $N_{153}P_{91}K_{102}$;

под кукурузу на формирование 40 т/га зеленой массы в 2017 г. – $N_{107}K_{105}$;

под яровую пшеницу на 4 т/га зерна в 2018 г. – $N_{145}P_{86}K_{95}$;

под горох на 3 т/га зерна в 2019 г. – $N_{31}P_{128}K_{47}$;

Почвенные образцы для определения влажности и содержания основных питательных элементов отбирали 4 раза за вегетационный период (перед посевом – кушение – трубкование – созревание яровой пшеницы; перед посевом – 5-6 листьев – выметывание – молочная спелость кукурузы) буром Измайловского конвертным методом. Влажность по слоям почвы через 10 см до глубины 1 м измеряли термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89). Содержание щелочногидролизуемого азота в слое почвы 0...20 см определяли по Корнфильду, подвижных форм фосфора и калия – по Кирсанову (ГОСТ 26207-84). Органические удобрения вносили под основную обработку почвы осенью 1 раз за ротацию, минеральные – под весеннюю культивацию каждый год, непосредственно под культуру.

В 2016 и 2017 гг. метеоусловия оказались не совсем благоприятными для роста и развития растений. В 2016 г. осадков за май выпало 50 % от нормы, при среднесуточной температуре воздуха выше среднепогодной на 16,3 %, что отрицательно повлияло на кушение яровой пшеницы. Выпавшие в первой декаде июня осадки (32 мм, 160 % от нормы) и нормальная среднесуточная температура воздуха (14,6°) благоприятствовали прохождению фаз кушения и трубкования. Оптимальный температурный режим и умеренные осадки во второй и третьей декадах июня способствовали хорошему росту и развитию растений. В июле выпало всего 13 мм осадков (норма 59 мм) при среднесуточной температуре воздуха 21,9° (выше среднепогодной на 2,4°), что привело к ускоренному созреванию пшеницы. Относительно сухая и жаркая погода августа позволила провести качественную уборку.

В начале вегетационного периода 2017 г. (май) среднесуточная температура воздуха была на 2,8° меньше среднепогодной, количество осадков находилось на уровне 74 % от нормы. Пониженная температура воздуха неблагоприятно повлияла на прорастание семян и появление всходов кукурузы. Прохладная погода сохранилась и в июне (среднемесячная температура ниже нормы на 2°), что задержало рост и развитие растений.

Таблица 3 – Действие и последствие различных видов и норм удобрений на продуктивность зернопропашного звена зернотравянопропашного севооборота, тыс. зерн. ед./га

Вид и норма удобрений	Яровая пшеница (действие, 2016 г.)	Кукуруза (1-й год последействия, 2017 г.)	Яровая пшеница (2-й год последействия, 2018 г.)	Горох (3-й год последействия, 2019 г.)	Суммарная продуктивность	Прибавка к контролю	
						т/га	%
Без удобрений (контроль)	1,95	3,55	1,90	1,59	8,99	-	-
НРК на формирование запланированных урожаев	4,24	7,06	3,43	3,60	18,33	9,34	103,9
ГКП, 1,0 т/га	4,22	5,70	3,55	2,58	16,05	7,06	78,5
ГКП, 2,0 т/га	4,37	7,00	3,88	3,12	18,37	9,38	104,3
ГКП, 3,0 т/га	4,62	7,84	4,20	3,35	20,01	11,02	122,6
Подстилочный навоз, 42 т/га	3,93	7,63	4,05	3,32	18,93	9,94	110,6
Гречишный сидерат, 27 т/га	3,72	5,95	3,60	2,97	16,24	7,25	80,6
НСР ₀₅	0,10	0,78	0,12	0,09			

Обильные осадки (163 % от нормы), выпавшие в июле, и повышение среднесуточной температуры воздуха во второй и третьей декадах этого месяца до 21...22° поправили положение, и темпы роста кукурузы увеличились. В августе и начале сентября отмечали благоприятные условия, что способствовало хорошему формированию початков и накоплению надземной массы.

Метеоусловия вегетационного периода 2018 г. в целом были благоприятными. При этом весна выдалась холодной и дождливой. В первой декаде мая сохранялась прохладная погода с осадками, температура почвы в слое 10 см составляла всего 8°, что привело к задержке с посевом пшеницы. Во второй декаде мая среднесуточная температура воздуха возросла до 16,3° (на 3,3° выше нормы), осадков не было, что позволило провести качественный сев. Прошедшие в первой декаде июня дожди (125 % от нормы) и близкая к многолетней норме среднесуточная температура воздуха (12,8°) благоприятно повлияли на кущение растений, осадки, выпавшие во второй и третьей декадах этого месяца, также способствовали хорошему росту и развитию пшеницы. В июле и в августе погодные условия были благоприятными для налива и созревания зерна. В первой и второй декадах августа осадков выпало меньше нормы, среднесуточная температура была выше среднегодовой, что способствовало полноценному дозреванию зерна и проведению качественной уборки.

Анализ и обсуждение результатов исследований. Один из факторов, лимитирующих формирование устойчиво высоких урожаев, – недостаток влаги, накопление которой, сохранение в почве и использование растениями зависит от структурно-агрегатного состава почвы, приемов обработки, удобрений и дру-

гих факторов. Органические удобрения улучшают структурно-агрегатный состав почвы, разрыхляют ее, что способствует уменьшению непродуктивного испарения влаги. Среднехронологическое (среднее из 4-х определений по фазам роста и развития растений) содержание продуктивной влаги во всех слоях почвы при внесении органических удобрений было значительно больше, чем в контроле (табл. 1). Так, в метровом слое в вариантах с 1, 2 и 3 т/га ГКП под первой культурой (действие) оказалось выше соответственно на 27,0, 28,0 и 29,5 %, под второй культурой (1-ый год последействия) – на 1,3, 13,8 и 19,9 %, под третьей культурой (2-ой год последействия) – на 22,4, 35,2 и 38,1 %. То есть с увеличением дозы ГКП количество продуктивной влаги в почве также возрастало, что свидетельствует об уменьшении ее потерь.

При использовании подстилочного навоза и гречишного сидерата содержание продуктивной влаги во всех слоях почвы было больше, чем в контроле, на 17,5...38,2 %, но меньше, по сравнению с фонами ГКП соответственно на 10,2...16,4 % и 15,10...18,10 %.

Следует отметить, что во всех слоях почвы с года прямого действия до второго года последействия величина этого показателя возрастала, что, вероятно, объясняется последовательным улучшением структурно-агрегатного состава почвы под влиянием органических удобрений.

В варианте с минеральными удобрениями накопление и сохранение влаги было меньше, чем при внесении органических, но на 9... 12 % больше, по сравнению с контролем. Это можно объяснить увеличением количества пожнивно-корневых остатков, которые улучшают структурно-агрегатный состав почвы при повышении урожаев на фоне оптимизации условий минерального питания.

Таблица 4 – Экономическая эффективность применения различных видов и норм органических удобрений в сравнении с минеральными удобрениями и естественным фоном

Вид и норма удобрений	Стоимость валовой продукции, руб./га	Затраты, руб./га	Себестоимость 100 зерн. ед., руб.	Чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
Без удобрений (контроль)	18000	7800,0	346,67	10200,0	130,77
НРК на формирование запланированных урожаев	36640	23732,4	518,17	12907,6	54,39
ГКП, 1,0 т/га	32080	11133,3	277,64	20946,7	188,14
ГКП, 2,0 т/га	36720	14466,3	315,17	22253,7	153,83
ГКП, 3,0 т/га	40000	17799,9	356,00	22200,1	124,72
Подстилочный навоз, 42 т/га	37840	24400,0	515,86	13440,0	55,08
Гречишный сидерат, 27 т/га	32480	10950,0	269,70	21530,0	196,62

Среднехронологическое содержание основных элементов минерального питания на фоне действия и последствия удобрений было значительно выше, чем в контроле. Так, показатели гидролизуемого азота (N_f), подвижных форм фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) в первый год внесения 1-2-3 т/га ГКП увеличились соответственно по дозам ГКП на 73,1-81,1-112,0 %; 69,3-79,8-91,3 %; 99,3-140,0-188,0 %, в первый год последствия – на 42,6-50,5-58,4 %; 28,6-39,3-52,1 %; 56,1-84,8-170,7 %, во второй год последствия – на 13,1-21,3-44,0 %; 40,1-51,2-74,4 %; 63,3-124,1-133,1 % по сравнению с контролем без удобрений. По мере роста дозы ГКП величины этих показателей повышались (табл. 2).

Внесение 42 т/га навоза повышало содержание N_f , P_2O_5 и K_2O , по сравнению с контролем, соответственно на 20,1, 55,0 и 65,5 % (год действия), 32,1, 18,4 и 40,2 % (1-й год последствия), 48,7, 126,7 и 128,9 % (2-й год последствия). При этом в год действия оно было меньше, чем в варианте с 3 т/га ГКП, соответственно на 92,2, 36,3 и 122,5 %, на 1-й год последствия – на 26,3, 33,7 и 130,5 %. На 2-й год последствия количество N_f и P_2O_5 на фоне навоза превышало величину этого показателя при внесении 3 т/га ГКП на 4,7 и 34,9 %, а содержание K_2O было на 4,2 % меньше.

Все виды органических удобрений в год внесения обогащали почву питательными элементами сильнее, чем минеральные. Так, при заделке 1, 2 и 3 т/га ГПК содержание гидролизуемого азота было больше, чем в варианте с внесением минеральных удобрений в расчете на запланированную урожайность, соответственно на 46,3, 53,0 и 79,2 %, подвижного фосфора – на 17,4, 24,3 и 32,7 %, калия – на 12,1, 35,0 и 62,0 %,. Аналогичные закономерности наблюдали при использовании подстилочного навоза и сидерата.

Под влиянием действия и последствия 1-2-3 т/га ГКП продуктивность зернопропашно-

го звена зернотравянопропашного севооборота увеличилась по отношению к контролю на 78,5-104,3-122,6 %, рост величины этого показателя происходил по мере наращивания норм ГКП. Под действием и последствием 42 т/га подстилочного навоза продуктивность звена севооборота увеличилась на 110,6 %, 27 т/га гречишного сидерата – на 80,6 %.

При ежегодном внесении минеральных удобрений продуктивность повышалась, в сравнении с контролем на 103,9 %. Наибольшая суммарная прибавка урожайности, в сравнении с контролем, 11,02 тыс. зерн. ед./га., отмечена в результате действия и последствия 3 т/га ГКП. Суммарная прибавка от действия и трех лет последствия 42 т/га подстилочного навоза (эквивалентного по составу 3 т/га ГКП) составила 9,94 тыс. зерн. ед./га (табл. 3).

По сбору суммарной прибавки урожайности гречишный сидерат и 1 т/га ГПК находились почти на одинаковом уровне с небольшим преимуществом гречишного сидерата на 190 зерн. ед./га.

Результаты расчета экономической эффективности свидетельствуют, что с учетом прямого действия и последствия органических удобрений себестоимость продукции в вариантах с их применением снижается, по сравнению с ежегодным внесением минеральных удобрений под запланированную урожайность, а рентабельность производства – повышается (табл. 4). Так, себестоимость 100 зерн. ед. на фоне применения минеральных удобрений выше, чем при внесении 1, 2 и 3 т/га ГПК и 27 т/га гречишного сидерата, на 240,53, 203,0, 162,17 и 248,47 руб. При этом рентабельность производства на фоне минеральных удобрений составила 54,39 %. При использовании 1 т/га ГПКона возрастала, по сравнению с ежегодным внесением минеральных удобрений, на 133,75 %, 2 т/га – на 99,44 %, 3 т/га – на 70,33 %, гречишного

сидерата – на 142,23 %.

Заделка 42 т/га подстилочного навоза 1 раз за ротацию звена севооборота эффективнее (рентабельность 55,08 %), чем ежегодное внесение расчетных доз минеральных удобрений на формирование запланированной урожайности.

Рентабельность производства продукции на фоне естественного плодородия почвы составила 130,7 %, себестоимость 100 зерн. ед. – 346,67 руб., при урожайности в среднем за 2016–2018 г. 2,25 тыс. зерн. ед./га. Это неплохие показатели для серых лесных почв. Однако, по нашим данным, систематическое возделывание культур в севообороте без удобрений (особенно органических) ведет к деградации почвы, снижению урожайности культур и продуктивности пашни до 1,2...1,5 тыс. зерн. ед./га [7, 9].

Выводы. Применение органических удобрений снижает потери влаги из почвы, в результате чего в вариантах с их использованием содержание влаги в течение вегетации культур ближе к оптимальному.

Обеспеченность почвы основными элементами минерального питания (азот, фосфор и калий) на фоне прямого действия и последействия органических удобрений значительно выше, чем в варианте без удобрений, а также в

большинстве случаев, по сравнению с ежегодным внесением минеральных удобрений под планируемую урожайность.

Прямое действие и последействие первого, второго и третьего года 1-2-3 т/га ГКП способствовало повышению продуктивности зерно-пропашного звена зернотравянопропашного севооборота, по сравнению с вариантом без удобрений, на 78,5-104,3-122,6 %. Рост величины этого показателя происходил по мере повышения норм внесения ГКП. От действия и последействия 42 т/га подстилочного навоза (эквивалентно по составу 3 т/га ГКП) продуктивность звена севооборота возрастала, по отношению к контролю (естественный фон), на 110,6 %, 27 т/га гречишного сидерата – на 80,6 %. Эффект от их действия и двух лет последействия находился на уровне соответственно 3 т/га ГКП и 1 т/га ГКП.

При внесении 1, 2, 3 т/га ГКП и 27 т/га гречишного сидерата с учетом их прямого действия и последействия рентабельность производства продукции повышалась, по сравнению с ежегодным применением расчетных доз минеральных удобрений, соответственно на 133,75 %, 99,44 %, 70,33 % и 142,23 %, а при использовании 42 т/га подстилочного навоза – на 0,74 %.

Литература

1. Агротехнический метод защиты растений: учебное пособие / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Ю.И. Чулкин и др. / Под редакцией А.Н. Каштанова. М.: ИВЦ «МАРКЕТИНГ», 2000. 336 с.
2. Справочник агрохимика Республики Татарстан / Чекмарев П.А., Лукманов А.А., Давлятшин И.Д. и др. Казань: Таткнигоиздат, 2015. 322 с.
3. Лысенко В.П. Птицефабрики – союзники земледельцев // Земледелие. 2014. №5. С. 20-21.
4. Использование птичьего помета в земледелии / В.И. Фисинин, В.Г. Сычев, В.А. Седых и др. М.: ООО «НИКПЦ Восход А», 2013. 268 с.
5. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. М.: Издательство «Колос», 1965. Т1. 335 с.
6. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв в интенсивном земледелии // Земледелие. 1987. № 5. С.2-6.
7. Шакиров Р.С. Земное плодородие: монография. Казань: Татарское книжное издательство, 1989. 120 с.
8. Коршунов А.В., Лысенко Ю.Н., Лысенко Н.Ю. Мелкотоварное картофелеводство: синергетический эффект промежуточных сидеральных культур в севообороте и бессменной посадке, удобрений и сортов // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т 30. № 8. С. 28-33.
9. Шакиров Р.С. Адаптивные системы удобрений в севооборотах лесостепи Поволжья: автореф.дис... д.с.-х. наук. Казань, 2001. 49 с.
10. Айдиев А.Я., Лазарев В.И., Котельникова М.Н. Совершенствование технологий возделывания озимой пшеницы в условиях Курской области // Земледелие. 2017. № 1. С.37-39.
11. Коршунов А.В., Симаков Е.А., Лысенко Ю.Н. и др. Актуальные проблемы и приоритетные направления развития картофелеводства // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т.32. № 3. С. 12-20.
12. Лошаков В.Г., Иванова С.Ф. и др. Болезни зерновых культур в специализированных севооборотах // Известия ТСХА. 1988. вып. 5. С. 85-95.
13. Новиков М.Н. Сидераты в СССР: сегодня и завтра // Земледелие. 1991. № 1. С. 63-64.
14. Органическое удобрение – эффективный фактор оздоровления почвы и индуктор ее супрессивности / М.С. Соколов, Ю.Я. Спиридонов, А.П. Глинушкин и др. // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т.32. № 1. С.4-12.
15. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. М.: Издательство Акад. Наук СССР. 1952. Т.3. 634 с.

Сведения об авторах.

Шакиров Рафил Сабинович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки, заместитель директора по научно-методической работе, e-mail: shakirov-4@mail.ru

Бикмухаметов Закиржан Миннемулович – кандидат сельскохозяйственных наук, директор, e-mail: PU-104@yandex.ru

ГАПОУ «Сабинский аграрный колледж», п.г.т. Богатые Сабы, Россия

Хисамиев Фидаил Фагимудинович – соискатель, главный агроном, e-mail: fidailhisamiev@gmail.com

ООО «СХП «Юлбат», с. Юлбат, Россия

Сафиоллин Фаик Набиевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки e-mail: faik1948@mail.ru.

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия

CHANGE IN FERTILITY INDICATORS OF GRAY FOREST SOIL AND CROP PRODUCTIVITY IN THE CROP ROTATION LINK WHEN APPLYING FERTILIZERS

Shakirov R.S., Bikmukhametov Z.M., Khisamiev F.F., Safiollin F.N.

Abstract. The purpose of the work is to study the effect and aftereffect of various types and rates of fertilizers on the change in the main fertility indicators of gray forest soil, as well as the productivity of the crop rotation link. The experiments were carried out in the grain-row unit (spring wheat - corn - spring wheat - peas) of a nine-field grain-herb-row crop rotation. The scheme of the experiment provided for the study of the following options: the calculated doses of mineral fertilizers for the formation of 4 t/ha of spring wheat grain, 40 t/ha of green mass of corn, 3 t/ha of pea grain, thermally treated granulated chicken manure in doses 1, 2, 3 t/ha, bedding manure in a dose equivalent to 3 t/ha of granulated droppings, buckwheat stubble green manure sown after harvesting winter rye. Under the influence of 1-2-3 t/ha of granulated chicken manure, the content of nitrogen (N_r) in the soil increased, compared with the control, by 73.1-81.1-112.0%, respectively, phosphorus (P_2O_5) - by 69.3- 79.8-91.3%, potassium (K_2O) - by 90.3-140-188%; in the first year of aftereffect, N_r increased by 42.6-50.5-58.4%, P_2O_5 - by 28.6-39.3-52.1%, K_2O - by 56.1-84.8-170, 7%; in the second year of aftereffect N_r - by 13.1-21.3-44.0%, P_2O_5 - by 40.1-51.2-74.4%, K_2O - by 63.3-124.1-133.1 %. When manure was applied (42 t/ha), the amount of N_r , P_2O_5 , K_2O decreased, compared to 3 t/ha of granulated chicken manure, in the year of action, respectively, by 43.4, 19.0 and 42.2%, in the first year of aftereffect - by 16.6, 22.1, 48.1%. In the second year of the aftereffect, the values of these indicators when using manure and 3 t/ha of granulated chicken manure were equivalent. In the variant with the incorporation of buckwheat green manure, the content of mobile forms of macronutrients varied similarly to manure. Under the influence of 1, 2 and 3 t/ha of granulated chicken manure, the productivity of the crop rotation link increased, compared with the control, by 78.5, 104.3, 122.6%, respectively. The effect from the action and three years of aftereffect of 42 t/ha of manure was below the level of 3 t/ha of granulated chicken manure by 12% (productivity growth 110.6%), buckwheat green manure - at the level of 1 t/ha of granulated chicken manure (productivity growth 80.6%) ... Depending on the type and norms of fertilizers, the profitability of production was 54 ... 196%.

Key words: yield, productivity, crop rotation, fertilizers, efficiency, green manure, droppings, manure.

References

1. *Agrotekhnicheskiy metod zaschity rasteniy: uchebnoe posobie.* / Pod redaktsiyey A.N. Kashtanova. [Agrotechnical method of plant protection: a manual]. / V.A. Chulkina, E.Yu. Toropova, Yu.I. Chulkin and others. / Edited by A.N. Kashtanov. M.: IVTs "MARKETING", 2000. 336 p.
2. *Spravochnik agrokhimika Respubliki Tatarstan.* [Handbook of the agrochemist of the Republic of Tatarstan]. / Chekmarev P.A., Lukmanov A.A., Davlyatshin I.D. and others. Kazan: Tatknigoizdat, 2015. 322 p.
3. Lysenko V.P. Poultry farms - allies of farmers. [Ptitsefabriki – soyuzniki zemledeltsev]. // *Zemledelie. – Agriculture.* 2014. №5. P. 20-21.
4. *Ispolzovanie ptichyego pometa v zemledelii.* [The use of poultry droppings in agriculture]. / V.I. Fisinin, V.G. Sychev, V.A. Sedykh and others. M.: OOO "NIKPTs Voskhod A", 2013. 268 p.
5. Pryanishnikov D.N. *Izbrannyye sochineniya.* [Selected works]. M.: Izdatelstvo "Kolos", 1965. Vol. 1. 335 p.
6. Kiryushin V.I. Management of soil fertility in intensive farming. [Upravlenie plodorodiyem pochv v intensivnom zemledelii]. // *Zemledelie. – Agriculture.* 1987. № 5. P. 2-6.
7. Shakirov R.S. *Zemnoe plodorodie: monografiya.* [Earthly fertility: monograph]. Kazan: Tatarskoe knizhnoe izdatelstvo, 1989. P. 120.
8. Korshunov A.V., Lysenko Yu.N., Lysenko N.Yu. Small-scale potato growing: synergistic effect of intermediate green manure crops in crop rotation and permanent planting, fertilizers and varieties. [Melkotovarnoe kartofelevodstvo: sinergeticheskiy effekt promezhutochnykh sideralnykh kultur v sevooborote i bessmennoy posadke, udobreniy i sortov]. // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. - Achievements of science and technology of the agro-industrial complex.* 2016. Vol. 30. № 8. P. 28-33.
9. Shakirov R.S. *Adaptivnyye sistemy udobreniy v sevooborotakh lesostepi Povolzhya: avtoref.dis...d.s.-kh. nauk.* (Adaptive fertilizer systems in crop rotations of Volga forest-steppe: abstract of doctoral thesis of agricultural sciences). Kazan, 2001. 49 p.
10. Aydiev A.Ya., Lazarev V.I., Kotelnikova M.N. Improvement of winter wheat cultivation technologies in the conditions of Kursk region. [Sovershenstvovanie tekhnologiy vozdelvaniya ozimoy pshenitsy v usloviyakh Kurskoy oblasti]. // *Zemledelie. – Agriculture.* 2017. № 1. P. 37-39.
11. Korshunov A.V., Simakov E.A., Lysenko Yu.N. and others. Actual problems and priority directions of potato growing. [Aktualnyye problemy i prioritetye napravleniya razvitiya kartofelevodstva]. // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. - Achievements of science and technology of the agro-industrial complex.* 2018. Vol. 32. № 3. P. 12-20.
12. Loshakov V.G., Ivanova S.F. and others. Diseases of grain crops in specialized crop rotations. [Bolezni zernovykh kultur v spetsializirovannykh sevooborotakh]. // *Izvestiya TSKhA. – News of TSAA.* 1988. Issue 5. P. 85-95.
13. Novikov M.N. Siderata in the USSR: today and tomorrow. [Sideraty v SSSR: segodnya i zavtra]. // *Zemledelie. – Agriculture.* 1991. № 1. P. 63-64.
14. Organic fertilization is an effective factor in the improvement of soil and an inductor of its suppressiveness. [Organicheskoe udobrenie – effektivnyy faktor ozdorovleniya pochvy i induktor ee supressivnosti]. / M.S. Sokolov, Yu.Ya. Spiridonov, A.P. Glinushkin and others. // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. - Achievements of science and technology of the agro-industrial complex.* 2018. Vol. 32. № 1. P. 4-12.
15. Pryanishnikov D.N. *Izbrannyye sochineniya.* [Selected works]. M.: Izdatelstvo Akad. Nauk SSSR. 1952. Vol. 3. 634 p.

Authors:

Shakirov Rafil Sabirovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Deputy Director, e-mail: shakirov-4@mail.ru
 Bikmukhametov Zakirzhan Minnemulovich – Ph.D. of Agricultural sciences, Director, e-mail: PU-104@yandex.ru
 Sabinskiy Agrarian College, Bogaty Saby settlement, Russia
 Khisamiev Fidail Fagimutdinovich - applicant, chief agronomist, e-mail: fidailhisamiev@gmail.com
 OOO "SKhP "Yulbat", Yulbat village, Russia
 Safiollin Faik Nabievich - Doctor of Agricultural sciences, Professor, e-mail: faik1948@mail.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia