

УДК 631.8.022.3:631.81:631.85

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЕДЕНИЯ ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ В НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Илюшкина О.В.

Омский аграрный научный центр

Урожайность сельскохозяйственных культур зависит от многих факторов. Ведение полевых севооборотов помогает минимизировать экономические и энергетические потери при возделывании ценных в хозяйственном отношении культур. При этом севооборот важно рассматривать не только как источник дополнительного получения дохода, но и как источник воспроизводства почвенного плодородия. В результате проведенных наблюдений установлено эффективное влияние вносимых доз минеральных удобрений в изучаемых севооборотах на агрохимические показатели плодородия серых лесных почв.

Ключевые слова: севооборот, пшеница, ячмень, овес, плодородие.

EFFICIENCY OF CONDUCTING FIELD CROP ROTATIONS IN THE NON-CHERNOZEM ZONE OF WESTERN SIBERIA

Iyushkina O.V.

Omsk Agrarian Scientific Center

The yield of agricultural crops depends on many factors. Conducting field crop rotations helps to minimize economic and energy losses in the cultivation of economically valuable crops. At the same time, it is important to consider crop rotation not only as a source of additional income, but also as a source of reproduction of soil fertility. As a result of the observations, the effective influence of the applied doses of mineral fertilizers in the studied crop rotations on the agrochemical indicators of the fertility of gray forest soils was established.

Key words: crop rotation, wheat, barley, oats, fertility.

Урожай растений зависит от свойства почв, поэтому теория минерального питания растений, выдвинутая Либихом еще в 1840 г., является актуальной и в современных условиях. Совокупность свойств, влияющих на рост и развитие растений, в том числе достаточное содержание питательных веществ и влаги оказывают существенное влияние на плодородие почвы. Почвы нечерноземной зоны Омской области как правило бедны минеральными и органическими веществами, обладают плохими физическими свойствами, что является большим препятствием для интенсификации земледелия [1].

Севооборот как элемент агротехнологии возделывания сельскохозяйственных культур известен уже давно и его эффективность доказана, еще академик В.Р. Вильямс – изучал до 1939 года сравнивая травопольный и обычный полевой севооборот [2]. В данной статье представлены данные за 2022 г. стационарных опытов, заложенных на опытном участке отдела северного земледелия Омского АНЦ, г. Тара в 1999 году доктором сельскохозяйственных наук Неклюдовым А.Ф. и зав. лабораторией земледелия Котелкиной Л.Л. [5].

Главной целью исследований является – усовершенствование технологии ведения полевых севооборотов на основе изучения элементов технологии возделывания современных сортов, районированных для местных условий.

Объекты и методы исследования

Опыты ведутся в подтаежной зоне Омской области, характеризующейся резко-континентальным климатом. Зима продолжительная и морозная, лето короткое с резкими перепадами температур (сумма эффективных температур от 1600 до 1850 °С), осадков выпадает достаточное количество, но характер их распределения по месяцам не равномерный.

Вегетационный период развития растений длится 110-115 суток. В 2022 году среднесуточная температура за период май-сентябрь составила 14,5 °С, осадков выпало 279,1 мм, наибольшее их количество пришлось на июнь (выпало на 227 % больше от нормы).

Опыты заложены на серой лесной оподзоленной среднетяжелой суглинистой почве, которая характеризуется низкими запасами нитратного азота, обменного калия, органического вещества, повышенными запасами подвижного фосфора, а также слабокислой реакцией почвенного раствора. В ходе исследований изучалось 5 вариантов севооборотов и для сравнения три варианта бессменных посевов (схема представлена далее, в таблице 2). Изучались следующие сорта сельскохозяйственных культур: пшеница яровая мягкая – сорт Тарская 12, овес на зерно – Уран, на зеленую массу – Иртыш 22, ячмень – Омский 96, озимая рожь – Ирина. Агротехника – общепринятая для зоны. Агрохимические анализы выполнялись на базе лаборатории Омского АНЦ. Содержание нитратного азота по методу Грандваль-Ляжу с дисульфифеноловой кислотой, рН – с помощью солевой вытяжки (ГОСТ 26483-85); подвижный фосфор и обменный калий по методу Кирсанова (ГОСТ Р 54650-2011) [3].

В связи с тем, что почвы серые лесные с низким уровнем естественного плодородия, то дополнительно изучалось влияние минеральных удобрений на исследуемые культуры в системе севооборотов. Фон I (контроль) – без внесения удобрений. Фон II – с внесением минеральных удобрений, для озимой ржи как высокостебельной культуры доза удобрений составила $N_{40}P_{60}K_{60}$ кг д.в./га, под остальные культуры вносилась доза – $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.в./га.

В качестве азотного удобрения вносилась аммиачная селитра (NH_4NO_3) – физиологически кислое удобрение. Фосфор вносился в виде водорастворимого сложного удобрения – однозамещенного фосфата аммония, или сокращенно аммофос ($NH_4H_2PO_4$). Ионы фосфата и аммония из аммофоса легко усваиваются всеми растениями на любых типах почв. Для устранения недостатка в калии вносился KCl – подкисляет почву. Включение калия в ППК почвы протекает с вытеснением из нее других катионов и в первую очередь кальция. В результате на кислых почвах почвенный раствор обогащается ионами водорода, алюминия и марганца негативно действующими на такие растения как пшеница, клевер и многие нитрифицирующие бактерии в том числе и полезные клубеньковые. К тому же калий на кислых почвах адсорбируется слабо, по сравнению с щелочными почвами. Для меньшей его фиксации в необменной форме на тяжелых и суглинистых почвах требуется его глубокая заплата с осени [6]. На кислых почвах его рекомендуют вносить с известковыми удобрениями, при этом насыщенность почвы кальцием должна быть не более 80%. Лучше всего с калийными удобрениями вносить фосфорные, которые как правило содержат в своем составе кальций, в результате происходит симбиоз между фосфорными и калийными удобрениями. Совместное внесение фосфора с калием увеличивает зимостойкость озимых хлебов, повышает прочность соломы и уменьшает степень полегания зерновых культур [6].

Результаты и их обсуждение

На основании представленных данных в таблице 1 видно, что внесение физиологически кислых удобрений на почвах со слабой буферной способностью, приводит к подкислению реакции почвенного раствора. Особенно данное явление наблюдается на бессменных посевах, где рН находится в градации среднекислого значения (согласно градации 4,5-5,0 – среднекислая реакция).

Таблица 1

Показатели плодородия серой лесной почвы по вариантам, за 2022 г.

Содержание в почве	фон	Номер севооборота					Бессменные посевы		
		I	II	III	IV	V	овес	пшеница	ячмень
рН (КС), ед.	фон I	5,1	5,2	5,1	5,2	5,2	5,1	5,2	5,2
	фон II	5,1	5,0	5,0	5,1	5,0	4,9	4,9	4,9
N-NO ₃ , мг/кг	фон I	5,4	7,5	6,8	4,5	7,2	3,0	4,4	3,2
	фон II	6,0	6,6	9,5	7,5	10,4	3,2	4,8	3,9
P ₂ O ₅ , мг/кг	фон I	123,0	114,8	106,0	112,1	163,3	94,0	117,5	110,5
	фон II	168,5	210,3	162,4	178,1	245,5	176,0	218,5	161,0
K ₂ O, мг/кг	фон I	63,0	60,9	58,1	60,1	61,9	58,0	64,5	61,5
	фон II	71,9	66,1	63,1	57,9	71,6	67,0	72,0	71,5
Гумус, %	-	3,09	3,0	2,3	2,4	-	-	-	-

Чередование культур в системе севооборотов способствует сдерживанию подкисления почвы согласно градации 5,1-5,5 – слабокислая реакция почвенного раствора. Вносимые дозы удобрений способствовали увеличению содержания в почве прежде всего подвижного фосфора, в меньшей степени нитратного азота и обменного калия. Данное явление наблюдается на всех испытываемых вариантах. Несмотря на то, что на бессменных посевах произошло подкисление рН почвы, но за счёт увеличения питательных веществ наблюдается увеличение урожайности культур. Данные по урожайности в хозяйственном отношении зерновых культур представлены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние севооборотов на урожайность зерновых культур, за 2022 год

№ севооборота	Вариант севооборота	Урожайность, ц/га							
		Овес		Пшеница		Ячмень		Оз. рожь	
		фон I	фон II	фон I	фон II	фон I	фон II	фон I	фон II
I	Ч.пар-оз.рожь-пшеница-овес	15,91	26,91	14,78	18,40	-	-	30,42	32,37
II	З.пар-пшеница-горох-ячмень	-	-	22,19	26,74	15,85	23,72	-	-
III	Ч.пар-оз.рожь-ячмень+мн.тр.-мн.тр.1 г.п - мн.тр. 2 г.п.-пшеница-овес	23,05	33,64	26,24	29,37	14,91	21,02	36,94	40,47
IV	С.пар-оз.рожь-пшеница+мн.тр.-мн.тр.1 г.п - мн.тр. 2 г.п.-ячмень-овес	24,82	43,76	14,69	17,85	16,49	25,72	30,42	32,37
V	Подсолнечник-пшеница-одн.тр.-пшеница-овес	16,87	22,30	14,97	20,61	-	-	-	-
Бессменные посевы		14,64	24,00	11,05	17,39	11,61	16,25	-	-
НСР ₀₅		1,20	2,31	3,04	0,36	3,10	4,27	4,52	6,10
Ср. ур-ть культур, ц/га		19,06	30,12	17,32	21,73	14,72	21,68	32,59	35,07

Урожайность овса (сорт Уран) в условиях естественного плодородия почвы при интенсивном насыщении севооборотов №1 и №5 зерновыми культурами составляет 15,91 и 16,87 ц/га. В семипольных севооборотах, где овес идет замыкающей культурой после зерновых по распашке многолетних трав урожайность изменяется от 23,05 до 24,82 ц/га и характеризуются существенной прибавкой урожая по сравнению с бессменными посевами. Внесение минеральных удобрений даже при условии возделывания монокультуры способствовало повышению урожайности овса до 24,00 ц/га зерна, а в системе чередования культур урожайность в 3 и 4 севообороте составила 33,64 и 43,76 ц/га соответственно.

Яровая мягкая пшеница (сорт Тарская 12) проявила себя неоднозначно, так как на фоне I в системе севооборотов урожайность изменялась с 14,69 до 26,24 ц/га, а на бессменных посевах составила 11,05 ц/га. Внесение удобрений обеспечивало получение прибавки зерна с 3,16 до 5,64 ц/га в системе севооборотов. Максимальная прибавка получена в пятипольном севообороте с насыщенностью пшеницей до 40%. На бессменных посевах прибавка от вносимых доз удобрений составила 6,34 ц/га. Тут следует отметить еще тот факт, что на усиленном минеральном фоне при использовании гербицидов более засоренные разными по видовому составу сорной растительностью бессменные посева повреждаются в меньшей степени и лучше отрастают после обработки.

Яровой ячмень хорошо себя проявил на минеральном фоне, где урожайность в системе севооборотов изменялась с 21,02 до 25,72 ц/га. Бессменные посева характеризуются по двум фонам самой низкой урожайностью (11,61-16,25 ц/га).

Для обоснования эффективности ведения севооборотов и применения минеральных удобрений проведена сравнительная оценка данных технологий в 2022 г. (таблица 3).

Таблица 3

Сравнительная оценка экономической и энергетической эффективности ведения полевых севооборотов и бессменных посевов за 2022 год

№ п/п	Показатели	ФОН	Четырехпольные		Семипольные		Бессменные		
			пар чистый	пар занятый	пар чистый	пар сидеральный	Овес	Ячмень	Пшеница
1	Выход зерна, ц/га	I	1,10	2,21	2,57	2,34	1,46	1,16	1,10
2		II	1,32	2,59	2,92	2,89	2,40	1,62	1,74
3	Выход КПЕ, ц/га	I	1,11	1,87	2,91	2,24	1,33	1,88	1,28
4		II	1,34	2,20	3,30	2,82	2,18	2,63	2,02
5	Затраты совокупной энергии, МДж/г	I	11084,50	11639,67	10081,57	10418,30	13253,19	13303,80	13303,80
6		II	17064,84	22262,92	16052,16	16480,41	19247,16	19297,77	19297,77
7	Выход валовой энергии, МДж/га	I	27552,51	24831,53	40650,76	38189,11	23250,69	18018,20	18455,92
8		II	34021,54	32389,34	50824,75	49701,87	38047,28	28370,93	25835,77
9	Энергетический коэффициент	I	2,49	2,13	4,03	3,67	1,75	1,35	1,34
10		II	1,99	1,45	3,17	3,02	1,98	1,47	1,39
11	Материально-денежные затраты на 1 га, руб.	I	16534	17293,4	16088,3	15855,6	16698,6	15797,2	16534
12		II	20363	27713,1	23897,3	24042,6	31106,5	29868,4	20363
13	Себестоимость, руб.	I	15031	6729	6260	6776	10360	15044	13618
14		II	15427	9491	8184	8319	9887	17877	18324
15	Рентабельность, %	I	-20,16	78,33	91,69	77,10	15,83	-20,23	-11,88
16		II	-22,21	26,44	46,63	44,24	21,38	-32,88	-34,51

Удобрённые варианты в системе севооборотов, за счёт больших затрат совокупной энергии показали энергетический коэффициент ниже, по сравнению с неудобренным вариантом (фон 1). На бессменных посевах, наоборот энергетический коэффициент выше на удобренном фоне. Энергетически эффективным является семипольный севооборот, на фоне естественного уровня плодородия почв – 4,03, внесение минеральных удобрений снижает этот показатель до значения – 3,17.

Энергетический коэффициент больше единицы указывает на то, что удобрения используются эффективно, как в системе севооборотов, так и бессменных посевов, а сами севообороты обладают удовлетворительными биоэнергетическими ресурсами [4]. Таким образом, целесообразно возделывать сельскохозяйственные культуры в системе севооборотов, это выгодно как с агрономической точки зрения, так и с энергетической. Дополнительное внесение минеральных удобрений является эффективным приемом повышения продуктивности севооборота.

Экономически целесообразно возделывать сельскохозяйственные культуры в системе 7-польных севооборотов с многолетними травами, так без внесения минеральных удобрений рентабельность изменяется от 77,10 до 91,69%, с удобрениями от 44,24 до 46,63%. Данные севообороты так же показали высокую рентабельность по выходу кормовых единиц от 114,92 до 340,62% по двум фонам. Отрицательная рентабельность за счёт низкой урожайности и высоких затрат на проведение агротехнологических мероприятий наблюдается на бессменных посевах ячменя и яровой пшеницы.

Выводы

В подтаежной зоне Омской области на малоплодородных почвах рекомендуется возделывать культуры в системе 7-польных севооборотов с многолетними травами. Именно на этих севооборотах наблюдается наибольшая урожайность основных зерновых культур, максимальный выход зерна и кормопротеиновых единиц, высокие экономические показатели по обоим фонам.

Возделывание зерновых культур в качестве бессменных посевов экономически и агрохимически не целесообразно. Более того регулярное внесение минеральных удобрений способствует подкислению реакции почвенного раствора, что будет приводить к дополнительным затратам на исправление данной ситуации. Внесение наиболее распространенного ассортимента физиологически кислых удобрений (аммиачная селитра, калий хлористый, аммофос) должно сопровождаться регулярным агрохимическим исследованием образцов почв на показатели реакции почвенного раствора. При снижении кислотности необходимо проводить такой прием как известкование, либо попытаться исправить ситуацию за счёт внесения обоснованных доз органических удобрений.

Список литературы

1. Авдонин Н.С. Повышение плодородия кислых почв/ Н.С. Авдонин. – М.: Изд-во «Колос», 1969 г. – 304 с.
2. Вильямс В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. Пятое издание / В.Р. Вильямс. – М.: ОГИЗ – «СЕЛЬХОЗГИЗ», 1946 г. – 456 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-ое изд. доп. и перераб. / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Ермохин Ю.И. Экономическая и биоэнергетическая оценка применения удобрений: Метод. рекомендации / Ю. И. Ермохин, А. Ф. Неклюдов. – Омск: ОмСХИ, 1994. – 44 с.
5. Котёлкина Л.Л. Продуктивность полевых севооборотов в подтаежной зоне Западной Сибири // Л.Л. Котёлкина. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1999. – №1-2 – С.20 – 23.
6. Клечковский В.М. Агрохимия. / В.М. Клечковский, А.В. Петербургский. – М.: Изд-во «Колос», 1967 г. – 584 с.

Илюшкина Ольга Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Отдел северного земледелия, Омский аграрный научный центр
646531 Омская область, г. Тара, ул. Вавилова, д.4
Телефон: +7 (38171) 2-50-58
E-mail: olga-cheboha@mail.ru