

12. Эколого-экономические и агролесомелиоративные аспекты возделывания люцерны с учетом энергоэффективности в орошаемом сухостепном Поволжье / П.Н. Проездов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 12. – 34–37 с.

Проездов Пётр Николаевич, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Лесное хозяйство и лесомелиорация», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Панфилова Екатерина Геннадьевна, специалист Института международных образовательных программ, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Колотырин Константин Павлович, д-р экон. наук, проф. кафедры «Организация производства и управление бизнесом в АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Панфилов Андрей Владимирович, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Организация производства и управление бизнесом в АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: (8452) 23-73-94; e-mail: yu2Sur@yandex.ru.

Ключевые слова: экономика; экология; эффективность; рентабельность; земледелие; агролесомелиорация; севообороты; угодья.

ECOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF AGROFORESTRY ACTIVITIES IN STEPPE LANDSCAPES

Proezdov Peter Nikolaevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Forestry and Forest Reclamation", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Panfilova Ekaterina Gennadievna, Member of the Institute of International Education Program, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia

Kolotyurin Konstantin Pavlovich, Doctor of Economic Sciences, Professor of the chair "Organization of Production and Business Control in AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia

Panfilov Andrey Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Organization of

Production and Business Control in AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: economy; ecology; efficiency; profitability; agriculture; agroforestry; crop rotation; land.

On the basis of long-term research (1964–2016), an environmental and economic assessment of the anti-erosion measures is given. Within the framework of research it is carried out the mechanism of applied crop rotations and pasture rotation on the basis of ecological and economic efficiency.

УДК633.112.9:631.811.98

ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВОБОРОТА И БАЛАНС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СТЕПНОМ ПОВОЛЖЬЕ

ПРОНЬКО Виктор Васильевич, НПО «Сила жизни»

ЧУБ Майя Павловна, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

ЯРОШЕНКО Татьяна Михайловна, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

КЛИМОВА Надежда Федоровна, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

ЖУРАВЛЕВ Дмитрий Юрьевич, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

Рассмотрены результаты длительного стационарного опыта (42 года) с применением удобрений на южных черноземах Правобережья Саратовской области. Установлено, что урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность севооборота в целом зависят от погодных условий вегетационного периода, вида и количества вносимых удобрений. В годы с благоприятным увлажнением более эффективным было применение азотных удобрений. В засушливые годы усиливалось действие фосфора. В условиях засушливой степи Поволжья в среднем за годы исследований наиболее эффективным оказалось внесение N31,2P11,9K7,6 на 1 га севооборотной площади. Эта доза обеспечивала среднегодовую прибавку продуктивности 1 га севооборотной площади 0,62 т/га при окупаемости 1 кг д.в. удобрений 12,2 кг з.е. Удобрения увеличивали вынос из почвы питательных веществ, и этот процесс усиливался при улучшении условий увлажнения вегетационного периода. Возмещение выноса элементов питания при существующем уровне урожайности составило по азоту 98–102 %, фосфору – 92–100 %, калию – 13–15 %.

Развитие агрономической химии в Поволжье во многом стало возможным благодаря сети многолетних стационарных опытов с удобрениями [6]. Среди них выделяется длительный стационарный опыт, заложенный в

Экспериментальном хозяйстве ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» в 1968–1970 гг. Ранее уже были опубликованы сведения об особенностях действия удобрений в засушливой степи Поволжья на агрохимические свойства черноземных почв





[1, 2, 7], продуктивность сельскохозяйственных культур и качество урожая [8], а также о характере превращений почвенного органического вещества [4].

Цель данной работы – определить влияние длительного внесения минеральных удобрений на продуктивность шестипольного зернопарового севооборота и установить складывающийся при этом баланс питательных веществ.

Методика исследований. Опыт проводили в шестипольном зернопаровом севообороте со следующим чередованием культур: пар черный, озимая пшеница, яровая пшеница, просо, ячмень, овес. С первой по четвертую ротацию вместо проса выращивали кукурузу на зеленую массу. В настоящее время в нем завершается седьмая ротация.

Опыт имеет трехкратное повторение как во времени, так и в пространстве. Размер опытных делянок 235–300 м², расположение рендомизированное. Почва опытного участка – чернозем южный среднемощный среднегумусный тяжелосуглинистый. При закладке опыта исходное содержание гумуса в слое 0–20 см составляло 4,35 %, общего азота – 0,235 %, валового фосфора – 0,119 %, валового калия – 1,60 %. Закладку и проведение полевых опытов, а также агрохимические анализы выполняли по общепринятым методам [3, 5].

В стационарном опыте изучали 22 варианта различных систем удобрений. Мы представляем анализ 10 вариантов, которые позволяют наглядно иллюстрировать выявленные закономерности.

В течение 42 лет погодные условия отличались большим разнообразием. Гидротермический коэффициент вегетационного периода (ГТК) изменялся от 2,0 до 0,3 (по Селянинову). Такое чередование сухих и влажных лет типично для черноземной степи Поволжья. Средний ГТК за годы наблюдений составлял 1,0–0,7.

Результаты исследований. Опыты показали, что урожай отдельных культур и продуктивность севооборота в целом зависели главным образом от погодных условий (табл. 1).

В первой ротации севооборота преобладали годы с благоприятным увлажнением. В этих условиях наиболее эффективными оказались азотные удобрения (N18K20), обеспечившие прибавку урожая в 0,37 т/га з.е. Прирост урожая от фосфорных удобрений составлял лишь половину прибавки урожая от азота (вариант 3). Более высокие дозы удобрений не имели преимуществ, а окупаемость 1 кг д.в. снизилась в 2 раза и более (варианты 10, 11, 11а).

Во второй ротации урожайность на контроле оказалась практически такой же, как в первой (2,81 т/га). Однако в связи с более засушливыми условиями усиливалось действие фосфорных

удобрений. Оптимальная прибавка урожая в 0,38 т/га при наибольшей оплате 1 кг питательных веществ удобрений (6,2 кг з.е.) получена от N30P26,6K6,6 (вариант 7).

В третьей ротации в связи с тем, что погодные условия были преимущественно неблагоприятными урожайность на контроле по сравнению с первой ротацией снизилась на 11 %. Возросли и абсолютные прибавки урожая. Наибольшее увеличение урожайности (на 0,69 т/га) получено на варианте 8 от применения N45P26,6 при оплате 1 кг питательных веществ 9,6 кг/га з.е. Повышенные дозы до N56,6 (вариант 11а) не имело преимуществ перед оптимальной дозой. В связи с систематическим применением фосфорных удобрений и накоплением легкогидролизующихся фосфатов фосфорные удобрения действовали слабо. Невысокая прибавка урожая (0,22 т/га) была получена и от применения азотных удобрений (вариант 2).

В четвертой ротации погодные условия оказались наиболее благоприятными за весь 42-летний период. Средний ГТК за 1989–1994 гг. составил 0,9. Урожайность на контрольном варианте несколько снизилась по сравнению с первой ротацией (2,65 т/га). Благодаря хорошей влагообеспеченности возросла потребность в дополнительном минеральном питании. Поэтому прибавки урожая от удобрений в этой ротации возросли (см. табл. 1). Так, внесение азота с калием N41K25 повысило урожайность на 0,72 т/га. От P20K13 (вариант 3) прибавка урожая снизилась в 2 раза. Оптимальные результаты в четвертой ротации показал вариант 4 (прибавка 0,92 т/га) при оплате 1 кг питательных веществ 14,7 кг з.е. Максимальный прирост урожая в 1,5 т/га был получен на варианте 11а от N65P138K25 при практически такой же оплате 1 кг питательных веществ (14,5 кг з.е.).

В пятой ротации наблюдали довольно резкое снижение урожайности на контроле (на 32 %) по отношению к первой ротации. Самая высокая прибавка урожая была получена на вариантах 10 и 11 от N31,7 и N35P13,3 (0,86–0,94 т/га) при оплате 1 кг питательных веществ 27,4 и 19,5 кг з.е. соответственно. Увеличение дозы удобрений до N61,6P13,3 (вариант 11а) не сопровождалось ростом прибавки урожайности. При этом окупаемость 1 кг питательных веществ снизилась до 12,8 кг з.е.

В шестой ротации урожайность на контроле по сравнению с первой уменьшилась на 24 %, что свидетельствует о существенном падении плодородия неудобренного контрольного варианта. Максимальное увеличение урожайности на 0,98 т/га обеспечило применение N61,6P13,3 (вариант 11а). При этом резко снизилась оплата удобрениями 1 кг питательных веществ до 13,3 кг з.е. Лучшим этот показатель был на варианте 10 (29,7 кг з.е. на 1 кг д.в. удобрений).



В седьмой ротации наблюдали заметное снижение урожайности на контроле по сравнению с исходной урожайностью – на 44 %. Оптимальную прибавку урожая в 0,6 т/га при оплате 1 кг питательных веществ в 16,6 з.е. обеспечила доза N35P20. Повышение дозы удобрений N56,6P20 не имело значительного преимущества перед оптимальной дозой. При этом в 2 раза снизилась окупаемость 1 кг удобрения урожаем з.е. Сопоставление урожайности оптимально удобренного варианта с исходным на контроле показало, что при оптимальной дозе она не достигает уровня исходного контроля (2,76 т/га).

В среднем за 42 года самым эффективным оказался вариант 10 (N31,2P11,9K7,6), обеспечивший прибавку в 0,62 т/га при оплате 1 кг питательных веществ – 12,2 кг з.е.

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур на удобренных вариантах вызвало изменения в размере выноса элементов питания с основной и побочной продукцией (табл. 2).

Как видно из представленных в табл. 2 данных, суммарный вынос азота на контрольном варианте за первую – четвертую ротации изменялся незначительно и колебался от 259 до 276 кг/га. К седьмой ротации в связи со снижением урожайности он стабильно уменьшался, и его величина оказалась в итоге на 59 % ниже, чем в начале опыта. Среднегодовой вынос азота в зоне южных черноземов составил в среднем 38,3 кг. Изучаемые системы удобрений повышали вынос данного элемента. Больше всего его отчуждалось из почвы с основной и побочной продукцией на варианте 11а (56 % к контролю).

Варьирование выноса фосфора по ротациям севооборота также имело место. Но оно было не столь резким по сравнению с азотом. Удобренные растения также отчуждали из почвы больше фосфора (на 29–30 % выше, чем на контроле). В среднем за 42 года вынос этого элемента на контрольном варианте составил 16,9 кг на 1 га севооборотной площади, а на вариантах с применением удобрений – 19,0–21,9 кг.

Калийные удобрения в стационарном опыте вносили в небольших количествах только в 1, 2 и 4-й ротациях. Применяемые дозы не оказали существенного влияния на вынос калия. Он всецело определялся действием азотных и фосфорных удобрений на развитие растений (табл. 3) и составлял на удобренных делянках в среднем в год от 50,8 до 59,6 кг/га. На контроле средний вынос калия составил 43,8 кг/га.

Баланс питательных веществ наиболее полно отражает степень возмещения выноса питательных веществ за счет применения минеральных удобрений. При расчете баланса азота в расходную часть включался вынос элементов питания в среднем за 42 года, а также среднегодовые потери на эрозию (2 кг/га) и потери азота из удобрений

на денитрификацию (15 % от дозы). В приходную статью – поступление азота с семенами, осадками и за счет деятельности свободноживущих микроорганизмов – 13,5 кг/га на неудобренном контроле и 18,5 кг/га на удобренных вариантах.

Расчеты показали, что интенсивность баланса азота, т.е. процент возмещения его выноса на контрольном варианте составила 33,5 % (см. табл. 3). Применение N30–35 на 1 га севооборотной площади снизило дефицит азота до 12,7–1,3 % (варианты 2, 4, 7, 8, 11). Полное возмещение выноса наблюдалось на варианте 10, где вносили N43.

Дефицит фосфора на неудобренном контроле в среднем за годы исследований составлял 16,6 кг/га с интенсивностью баланса 6,7 %. Внесение в среднем 19,3 кг/га P_2O_5 в год (варианты 3, 4) возмещало потери фосфора на 91,5–100,4 %. Применение в севообороте небольших доз фосфора (варианты 6, 7, 10) возмещало вынос данного элемента на 59,0–64,5 %. Азотно-калийные удобрения (вариант 2) не оказали положительного влияния на баланс фосфора.

Среднегодовой баланс калия на контрольном варианте показал нулевую интенсивность, поскольку имел место только расход этого элемента из почвы, а приход полностью отсутствовал (см. табл. 3). На вариантах с удобрениями, где периодически вносили калий, интенсивность его баланса колебалась от 11,0 (вариант 7) до 18,3 % (вариант 11а). Столь незначительное возмещение выноса обусловлено не только малыми дозами калийного удобрения. Большую роль сыграло и то, что под влиянием азотно-фосфорных удобрений повышался вынос из почвы с основной и побочной продукцией не только азота и фосфора, но и калия (см. табл. 2).

Одним из важных критериев при оценке эффективности изучаемых систем удобрений является балансовый коэффициент использования питательных веществ. Анализ результатов длительного стационарного опыта показал, что на варианте 8, который обеспечил оптимальное соотношение прибавки урожая и окупаемости 1 кг д.в. удобрений (см. табл. 1), коэффициент использования азота составил 43,9 %, а фосфора – 34,3 % (табл. 4). Внесение азотных удобрений выше оптимального уровня (вариант 11а) не повлияло на величину коэффициента использования азота. Минимальная система (вариант 6) показала самый высокий коэффициент использования азотных удобрений, но это привело к снижению продуктивности севооборота.

Аналогичным было изменение коэффициентов использования фосфорных удобрений: повышение или снижение дозы не сопровождалось увеличением коэффициентов, а продуктивность севооборота при этом не превышала оптимального уровня (вариант 8).

Коэффициенты использования калия на всех вариантах получились выше 100 % (см. табл. 4).



Продуктивность систем удобрений по ротациям шестипольного севооборота (1969–2014 гг.)

Вариант	Удобрения на 1 га севооборотной площади, кг/га д.в.	Урожай и прибавка, т/га з.е.	Окупаемость 1 кг д.в. удобрений, кг зерна	Удобрения на 1 га севооборотной площади, кг/га д.в.	Урожай и прибавка, т/га з.е.	Окупаемость 1 кг д.в. удобрений, кг зерна
1	2	3	4	5	6	7
Первая ротация (1969–1971) – (1974–1976)						
1	Контроль	2,76	–	Контроль	2,45	–
2	N18,3K20	0,37	10,1	N31,7	0,22	6,9
3	P23,3K20	0,17	4,40	P20	0,12	6,0
4	N18,3P23K18	0,22	4,00	N31,7P20	0,50	9,8
6	N11,6P16K13	0,23	5,70	N18,3P15	0,29	8,7
7	N15P20K13	0,25	5,20	N40P13,3	0,53	10,0
8	N18P15K20	0,24	4,50	N45P26,6	0,69	9,6
10	N25P31,7K26,6	0,30	5,60	N31,7P13,3	0,53	11,7
11	N25P31,7K26,6	0,32	5,84	N31,7	0,47	14,8
11а	N40P31,7K26,6	0,22	2,82	N56,6	0,62	10,9
Вторая ротация (1975–1977) – (1980–1982)						
1	Контроль	2,81	–	Контроль	2,65	–
2	N21,7K13,2	0,18	5,6	N41,7K25	0,72	10,9
3	P26,6K13,2	0,24	6,0	P20K13,3	0,37	11,1
4	N21,7P26,6K13,2	0,20	3,2	N41,7P20	0,92	14,7
6	N15P18,3K13,2	0,20	4,3	N18,3P13,3K20	0,70	13,5
7	N30P26,6K6,6	0,38	6,2	N60P13,5K25	1,04	9,4
8	N35P31,6K6,6	0,36	4,9	N41,6P13,5K25	1,00	12,5
10	N28,3P18,3K6,6	0,25	4,7	N41,6P20K20	1,00	12,2
11	N25P35K6,6	0,18	2,7	N41,6P13,5K25	0,99	13,3
11а	N35P31,7K6,6	0,31	3,3	N65P13,8K25	1,50	14,5
Четвертая ротация (1987–1989) – (1992–1994)						

1	2	3	4	5	6	7
Вариант	Удобрения на 1 га севооборотной площади, кг/га д.в.	Урожай и прибавка, т/га з.е.	Окупаемость 1 кг д.в. удобрений, кг зерна	Удобрения на 1 га севооборотной площади, кг/га д.в.	Урожай и прибавка, т/га з.е.	Окупаемость 1 кг д.в. удобрений, кг зерна
Пятая ротация (1993–1995) – (1998–2000)						
1	Контроль	1,89	–	Контроль	1,55	–
2	N38,3	0,49	12,5	N31,7	0,38	11,9
3	P20	0,14	7,0	P13,3	0,18	13,5
4	N38,3P20	0,89	15,3	N31,7P13,3	0,50	11,1
6	N11,6P13,9	0,61	24,4	N11,6P6,6	0,30	16,4
7	N55P20	0,96	12,2	N26,6P6,6	0,56	16,9
8	N35P20	0,93	16,7	N28,3P6,6	0,57	16,3
10	N31,7	0,86	27,4	N31,7	0,56	17,6
11	N35P13,3	0,94	19,5	N35P20	0,60	16,6
11a	N61,6P13,3	0,96	12,8	N56,6P20	0,61	7,9
Шестая ротация (1999–2001)						
Среднее (1969–2014)						
1	Контроль	2,10	–	Контроль	2,39	–
2	N30	0,64	21,3	N25,3K8,3	0,43	11,5
3	P11,6	0,21	18,1	P15,9K6,6	0,20	7,7
4	N30P11,6	0,80	19,2	N25,3P15K4,5	0,49	9,0
6	N11,6P6,6	0,36	19,8	N14P13,6K6,6	0,39	11,4
7	N23,3P6,6	0,76	25,4	N35,7P15,2K6,4	0,65	11,3
8	N21,3P6,6	0,77	25,4	N32P17,1K7,4	0,65	11,5
10	N28,3	0,83	29,7	N31,2P11,9K7,6	0,62	12,2
11	N35P13,3	0,88	18,2	N32,6P17,1K8,3	0,60	10,2
11a	N61,6P13,3	0,98	13,3	N53,7P17,7K11,2	0,73	8,8



Вынос элементов питания за 7 ротаций шестипольного зернопарового севооборота
(в среднем по трем закладкам опыта), кг/га

Вариант	Ротация							На 1 га севооборотной площади
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Азот								
1	272	259	276	272	186	184	160	38,3
2	306	293	295	355	267	267	252	48,5
3	285	280	281	290	210	218	182	41,5
4	319	308	325	371	287	291	239	50,9
6	317	262	280	328	259	238	217	45,2
7	305	330	366	424	306	288	244	53,8
8	328	327	345	349	320	279	254	52,4
10	324	308	308	402	301	281	259	51,9
11	310	321	330	375	304	302	252	52,2
11a	322	364	409	446	326	350	298	59,8
Фосфор								
1	92	105	116	116	88	118	77	16,9
2	99	105	121	143	108	134	88	19,0
3	104	113	117	145	110	136	98	19,6
4	100	113	139	184	118	150	99	21,5
6	110	110	124	161	120	138	99	20,5
7	105	124	135	164	123	141	106	21,3
8	112	120	139	165	127	151	108	21,9
10	107	115	126	172	120	154	100	21,2
11	105	130	131	167	120	152	100	21,5
11a	103	130	136	162	110	166	103	21,6
Калий								
1	284	279	306	281	227	268	196	43,8
2	318	295	339	394	312	389	225	54,1
3	291	311	306	365	312	322	230	50,8
4	323	333	337	407	295	352	241	54,4
6	310	307	349	373	323	321	242	52,9
7	313	339	357	421	350	360	243	56,7
8	338	348	422	430	331	357	267	59,3
10	297	319	382	422	332	355	258	56,3
11	290	344	387	420	338	402	245	57,7
11a	301	352	406	428	345	414	258	59,6

Это указывает на то, что обеспечение сельскохозяйственных культур калием осуществлялось главным образом за счет его почвенных запасов.

Выводы. Длительные наблюдения в стационарных условиях позволили установить, что за 42 года продуктивность севооборота без внесения удобрений снизилась от первой ро-

тации к седьмой на 43 % (с 2,76 до 1,55 т/га). Причины этого – меняющиеся погодные условия и снижение уровня эффективного плодородия чернозема южного. В тех же погодных условиях при внесении N31,2P11,9K7,6 на 1 га севооборотной площади продуктивность севооборота снизилась на 30 %. Указанная доза обеспечила прибавку урожайности



Баланс питательных веществ на 1 га севооборотной площади при различных системах удобрений в среднем за 7 ротаций шестипольного зернопарового севооборота (42 года)

Вариант	Удобрения	Азот				Фосфор				Калий			
		Расход (-)	Приход (+)	Баланс (+, -)	Интенсивность баланса, %	Расход (-)	Приход (+)	Баланс (+, -)	Интенсивность баланса, %	Расход (-)	Приход (+)	Баланс (+, -)	Интенсивность баланса, %
1	Контроль (без дообр.)	40,3	13,5	-26,6	33,5	17,8	1,2	-16,6	6,7	45,0	-	-45,0	0
2	N30,5K8,3	55,0	48,5	-6,5	88,1	20,2	1,2	-19,0	5,9	55,3	8,3	-63,6	15,0
3	P19,3K6,7	43,1	13,5	-29,6	31,4	20,4	20,5	+0,1	100,4	52,1	6,6	-45,5	12,7
4	N30P19,3K8,3	55,2	54,5	-0,7	98,7	22,4	20,5	-1,9	91,5	53,0	6,6	-46,4	12,4
6	N14P12,6K6,7	49,4	32,5	-17,4	65,8	21,4	13,8	-7,6	64,5	54,2	6,6	-47,6	12,4
7	N35,7P15,3K6,4	60,0	54,2	-5,8	90,3	22,3	16,4	-5,9	73,5	57,9	6,4	-51,5	11,0
8	N32,1P17,1K9,0	59,2	50,6	-8,6	85,5	22,8	18,3	-4,9	80,3	60,7	9,0	-51,7	14,8
10	N43P11,9K7,6	60,5	61,5	+1,0	102,0	22,2	13,1	-9,1	59,0	57,4	7,6	-49,8	13,2
11	N32,6P18K8,3	58,5	51,1	-7,4	87,3	22,5	19,3	-3,2	85,7	58,9	8,3	-50,6	14,1
11a	N51P17,6K11,1	69,7	69,5	-0,2	99,7	22,6	18,8	-3,8	83,0	61,2	11,2	-50,0	18,3

Таблица 4

Коэффициенты систематического использования удобрений (в среднем за 42 года)

Вариант	Азот				Фосфор				Калий			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1609	-	-	-	712	-	-	-	1841	-	-	-
2	2035	+426	1280	33,7	812	-	-	-	2272	431	350	123,1
3	1726	-	-	-	823	111	810	13,7	2137	296	280	106,0
4	2040	+431	1280	33,7	903	191	810	23,5	2288	447	280	160,0
6	1901	+292	590	49,5	862	150	530	28,3	2225	384	280	137,0
7	2213	+604	1500	40,5	898	186	640	29,0	2389	548	270	202,0
8	2202	+593	1350	43,9	922	210	720	34,3	2498	657	380	172,0
10	2183	+574	1810	31,7	894	182	500	36,4	2361	520	320	162,0
11	2194	+585	1370	42,7	909	197	760	30,0	2427	586	350	167,0
11a	2515	+906	2150	42,1	910	198	740	26,7	2506	665	470	141,0

Примечания: 1 – суммарный вынос данного элемента за 7 ротаций, кг/га; 2 – увеличение выноса от применения удобрений за 7 ротаций, кг/га; 3 – количество удобрений, внесенных в сумме за 7 ротаций, кг/га; 4 – коэффициенты использования соответственно азотных, фосфорных и калийных удобрений, %.



(в среднем за 42 года) на 0,62 т/га при оплате 1 кг д.в. удобрений 12,2 кг з.е.

За время проведения опыта изменялась отзывчивость культур севооборота на виды удобрений. Так, в первой и второй ротациях довольно высокие показатели окупаемости урожаем имели как азотные, так и фосфорные удобрения. В последующих ротациях азот имел преимущество перед фосфором. Это позволило в последних ротациях снизить дозу фосфора до Р6,6 без заметного снижения продуктивности севооборота.

Вынос питательных веществ культурами севооборота зависел от погодных условий и применяемых удобрений. Оптимизация условий увлажнения вегетационного периода и внесение удобрений способствовали увеличению выноса.

Максимальную продуктивность севооборота в зоне черноземов южных Поволжья обеспечил баланс питательных веществ с уровнем возврата азота 86–102 %, фосфора – 80–86 %, калия – 13–15 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние различных систем удобрений на продуктивность зернопарового севооборота в условиях степной зоны Поволжья / М.П. Чуб [и др.] // Вестник Саратовского государственного университета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – № 5. – С. 47–49.
2. Влияние длительного применения удобрений на азотный режим южного чернозема засушливого Поволжья / М.П. Чуб [и др.] // Агрохимия. – 2005. – № 10. – С. 5–12.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – 5-е изд., доп и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Изменение содержания общего углерода и азота в черноземе южном засушливо-

го Поволжья при длительном применении удобрений / Л.Б. Сайфуллина [и др.] // Плодородие. – 2016. – № 4. – С. 19–23.

5. Практикум по агрохимии / под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. – 689 с.

6. Пронько В.В. Агрохимические исследования в Поволжье: история, современное состояние и проблемы // Проблемы агрохимии и экологии. – 2013. – № 4. – С. 38–40.

7. Эффективность и баланс фосфора в зернопаровом севообороте на черноземе южном при длительном применении удобрений / М.П. Чуб [и др.] // Агрохимия. – 2004. – № 11. – С. 18–26.

8. Эффективность длительного применения удобрений в агроценозах Саратовского Поволжья в условиях аридного климата / М.П. Чуб [и др.] // Бюл. ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова. – 2014. – Вып. 15. – С. 51–53.

Пронько Виктор Васильевич, д-р с.-х. наук, проф., зав. отделом науки и развития, НПО «Сила жизни». Россия. 410005, г. Саратов, ул. Большая Садовая, 239. Тел.: (8452) 44-40-40.

Чуб Майя Павловна, д-р с.-х. наук, проф., гл. научный сотрудник, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Россия.

Ярошенко Татьяна Михайловна, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Россия.

Климова Надежда Федоровна, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Россия.

Журавлев Дмитрий Юрьевич, канд. с.-х. наук, научный сотрудник, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Россия. 410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7. Тел.: (8452) 64-76-88.

Ключевые слова: минеральные удобрения; севооборот; вынос питательных веществ; баланс элементов питания; Поволжье.

CROP ROTATIONS PRODUCTIVITY AND NUTRIENTS BALANCE IN CONDITIONS OF A LONG-TERM APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS IN STEPPE AREAS OF POVOLZHYE REGION

Pronko Viktor Vasilyevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Research and Development, Life Force LLC RPE. Russia.

Chub Maya Pavlovna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Re-searcher, Agricultural Research Institute for South-East Region. Russia.

Yaroshenko Tatiana Mikhailovna, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Agricultural Research Institute for South-East Region. Russia.

Klimova Nadezhda Fedorovna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Agricultural Research Institute for South-East Region. Russia.

Zhuravlev Dmitriy Yurievich, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher, Agricultural Research Institute for South-East Region. Russia.

Keywords: mineral fertilizers; crop rotations; nutrients removal; nutrients balance; Povolzhye

The results of fertilization in a long-term stationary experiment are presented. The experiment is carried out

on southern chernozems on the right bank of the Volga River in Saratov oblast. It is determined that agricultural crop yields and crop rotations productivity generally depend on weather conditions during growing season, type and dosage of applied fertilizers. The application of nitrogenous fertilizers was more effective in the years of favorable humidity level. In dry years, phosphorus strengthened its effect. In conditions of dry steppe areas of Povolzhye region, on average during 42 years of observations, the applications of N31.2 P11.9 K7.6 per 1 ha of crop rotation area was the most effective. This dosage provided an annual average increase in productivity from 1 ha crop rotation area – 0.62 tons/ha with the return on investment of 1 kg of fertilizers' active ingredients – 12.2 kg of grain. The fertilizers increased nutrients removal from the soil. This process enhanced its effect in favorable conditions of growing season, when the level of humidity was sufficient. Recovery from nutrients removal considering the existing level of crops productivity is estimated as follows: 98–102% (Nitrogen), 92–100% (Phosphorus), 13–15% (Potassium).

