

УДК 63.633.2

DOI 10.30679/2587-9847-2020-29-178-184

СОВМЕСТНОЕ ДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТАХ ПРИБАЙКАЛЬЯ

Матаис Л.Н. н.с., Козлова З.В. канд. с.-х. наук., Глушкова О.А. н.с.,
ФГБНУ «Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,
г. Иркутск, Россия

Реферат. Исследования были проведены на опытном поле Иркутского НИИСХ среднее за два года по трем пятипольным кормовым севооборотам. Один без клевера и удобрений, второй с 20 % насыщением клевером, третий с 40 % насыщением клевером одногодичного использования. В фазе полного цветения кормовая масса клевера убиралась на сенаж. В севообороте без клевера три поля зернофуражных, два силосных. Во втором севообороте по одному полю занимают клевер одногодичного использования и кукуруза и три поля зернофуражных. В третьем севообороте два поля занимает клевер, по одному кукуруза, горохо-овес на силос и ячмень. Исследования велись на трех фонах удобрений: без удобрений, первый фон (средний уровень удобрений), под кукурузу $N_{60}P_{30}K_{30}$, зернофуражные $N_{45}P_{30}K_{30}$, однолетние и клевер N_{40} , второй рекомендуемый уровень под кукурузу $N_{90}P_{40}K_{40}$, зернофуражные $N_{60}P_{30}K_{30}$, однолетние N_{60} , клевер N_{40} .

Результаты наших исследований показали, в среднем за два года продуктивность пятипольного кормового севооборота без клевера и удобрений составила 2,20 т/га к.ед. При внесении под культуры первого фона удобрений продуктивность возросла до 2,84 т/га или на 29 %, а второго фона на 41,3 %. За счет удобрений содержание протеина в 1 к.ед. увеличилось с 88,4 до 98,2 г. С введением в этот севооборот одного поля клевера (20 %) возросла урожайность и содержание в корме протеина. Без внесения удобрений урожайность повысилась с 1 га севооборотной площади на 0,26 т/га к.ед. или на 11,8 %. При внесении минеральных удобрений (первый фон) урожайность с 1 га севооборотной площади поднялась до 3,14 т/га к.ед. или на 27,6 %. Дальнейшее увеличение норм удобрений (фон 2) дало прибавку с 1 га севооборотной площади 39,0 % и увеличение содержание протеина в 1 к.ед. до 102,0 г. В севообороте с 40 % насыщением клевером луговым, 20 % кукурузой, 20 % горохо-овсом на зеленый корм, сенаж и 20 % ячменем продуктивность возросла без внесения удобрений до 2,85 т/га или на 29,5 %. Снижение минеральных удобрений на культурах севооборота с 40 % насыщением клевером объясняется азотфиксацией биологического азота клевером. При размещении в севооборотах кормовых и зерновых культур по пласту клевера урожайность кукурузы повысилась только за счет биологического азота с 2,60 т/га к.ед. до 3,93 т/га к.ед., горохо – овса с 2,31 до 3,04 т/га к.ед., ячменя с 1,47 до 2,46 т/га к.ед. В севообороте с 20% насыщением клевером продуктивность 1 га севооборотной площади по сравнению с севооборотом без клевера и удобрений за счет биологического азота возросла на 11,8 %, а с 40 % насыщением клевером на 29,5 %.

В целом по всем фонам удобренности кормовые культуры по продуктивности в системе кормовых севооборотов превосходили зернофуражные.

Ключевые слова: кормовые севообороты, минеральные удобрения, клевер луговой, урожайность кормовых культур, переваримый протеин, продуктивность

Summary. The studies were conducted in the test field of the Irkutsk SRIA, on the average for two years, on three five-course fodder crop rotations. One of them was without clover and fertilizers, the second one – with 20 % clover saturation, the third one – with 40 % clover

saturation used for one year. In the phase of full blossoming, the fodder mass of clover was harvested for haylage. A clover-free rotation had three fields of grain forages, two fields of silage. In the second crop rotation, clover of one-year use and corn took one year each, and three fields of grain forages. In the third one, two fields were taken by clover, corn, pea-oats for silage and barley took one field each. The observations were carried out on three backgrounds of fertilizers: without fertilizers, the first background (the average level of fertilizers), under corn $N_{60}P_{30}K_{30}$, grain forages $N_{45}P_{30}K_{30}$, annual crops and clover N_{40} , the second recommended level under corn $N_{90}P_{40}K_{40}$, grain forages $N_{60}P_{30}K_{30}$, annual crops N_{60} , clover N_{40} .

The results of our research have shown that, on the average for two years, the productivity of a five-course fodder crop rotation without clover and fertilizers was 2.20 t/ha of f.un. With application of fertilizers under the crops of the first background the productivity grew to 2.84 t/ha, or by 29 %, and the second background – by 41.3 %. Due to fertilizers, the protein content in 1 f.un. rose from 88.4 to 98.2 g. Introduced with one field of clover (20 %) to this crop rotation, the yield and the protein content in feed increased. Without application of fertilizers the yield raised by 0.26 t/ha of f.un., or by 11.8 % from 1 ha of rotational area. When applied with mineral fertilizers (the first background), the yield from 1 ha of rotational area rose to 3.14 t/ha of f.un., or by 27.6 %. Further growth of fertilizer rates (background 2) gave the yield increment from 1 ha of rotational area 39.0 % and the higher protein content in 1 f.un. up to 102.0 g. Saturated with 40 % red clover, 20 % corn, 20 % pea-oats for green forage, haylage and 20 % barley, the productivity amounted to 2.85 t/ha, or grew by 29.5 %, without application of fertilizers. The reduction of mineral fertilizers in crops of the rotation with 40 % clover saturation is clarified by nitric fixation of biological nitrogen by clover. When placing forages and grains in crop rotations along the clover layer, the corn yield raised due only to biological nitrogen from 2.60 t/ha of f.un. to 3.93 t/ha of f.un., pea-oats – from 2.31 to 3.04 t/ha of f.un., barley – from 1.47 to 2.46 t/ha of f.un. Compared to the crop rotation without clover and fertilizers, 20 % clover saturation increased the productivity of 1 ha of rotational area by 11,8 %, and 40 % clover saturation – by 29.5 % thanks to biological nitrogen.

On the whole, on all fertilization backgrounds, forage crops in terms of productivity in the system of fodder crop rotations exceeded grain forage crops.

Keywords: fodder crop rotations, mineral fertilizers, red clover, fodder crops yield, digestible protein, productivity.

Введение: в настоящее время при дефиците использования минеральных удобрений, что связано с низкой материальной базой многих сельскохозяйственных предприятий, возрастает интерес к изучению и внедрению новых многолетних бобовых и зернобобовых культур с целью получения большего выхода белка, азотонакопителей и хороших предшественников пропашных и зерновых культур [1].

Особое значение сегодня приобретает рациональное применение удобрений, как органических, так и минеральных для повышения продуктивности, качества сельскохозяйственных культур и повышения плодородия почв [2]. Введение клевера лугового в схемы чередования кормовых севооборотов способствует не только сохранению, но и повышению плодородия почвы [3].

Введение в севооборот многолетних бобовых трав, использование сидеральных культур, пожнивных остатков является основным фактором, обеспечивающим

сохранение, воспроизводство плодородия почвы и повышение урожайности возделываемых культур [4,5].

Изучение эффективности различных систем удобрения в севооборотах, биологизация земледелия в настоящее время приобретают особо важное значение [6]. Удобрения увеличивают урожай культур севооборота и повышают его продуктивность во всех почвенно-климатических зонах [7,8].

Цель исследования – определить совместное действие минеральных удобрений и многолетней бобовой культуры на продуктивность кормовых культур в севооборотах.

Объекты и методы исследований: для исследований совместного действия минеральных удобрений и многолетних бобовых трав (клевер) одногодичного использования и минеральных удобрений заложено три пятипольных кормовых севооборота с 20-40 % насыщением клевером, 20-40 % силосными и 20-40-60 % зернофуражными. Два севооборота с клевером, один без клевера. Севообороты развернуты во времени и пространстве, повторность трехкратная. Структура культур в севооборотах: № 1 – зерновые 40 %, силосные 40 %, клевер 20 %, № 2 – зерновые 20 %, силосные 40 %, клевер 40 %, № 3 – зерновые 60%, силосные 40 %.

В севооборотах изучаются три системы удобрений: органическая пожнивных остатков и корни в севооборотах с клевером, первая и вторая минеральные. Нормы удобрений в первой минеральной под кукурузу $N_{60} P_{40} K_{40}$, зернофуражные $N_{45} P_{30} K_{30}$, однолетние N_{45} , второй минеральный под кукурузу $N_{90} P_{40} K_{90}$, однолетние N_{45} , зернофуражные $N_{60} P_{30} K_{30}$. В период полных всходов и перед уборкой определяются густота посевов, отбор снопов для определения структуры урожая, повторность на каждом поле трехкратная.

Норма высева семян: овса 7 млн. шт. всхожих семян на 1 га, ячменя 7 млн, кукурузы 50 кг/га (посев широкорядный 70 см, овес 60 % + горох 60 % на силос, овес 80 % + горох 40 % на зерно, клевер 20 кг/га под покров ячменя и горохо – овса на силос.

Учет урожая клевера проводится в фазе цветения (15-20 июля), горохо-овса в фазе образования бобов в 1-2 ярусах, кукурузы 25-30 августа. Учет урожая зерновых проводится комбайном «Сампо», кормовых – вручную скашиванием косой деленок 25 м² на каждой повторности.

В период учетов урожайности отбираются образцы зеленой массы на содержание сухого вещества (по три бьюкса с каждой повторности). Отмечается высота растений, фазы развития.

Проводится междурядная обработка кукурузы культиватором КРН-2.8 и роторным. Агротехника возделывания культур общепринятая для лесостепной зоны [9]. Удобрения вносились поделочно, вручную.

Математическая обработка полученных данных проведена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [10].

Обсуждение результатов. В целом вегетационные периоды 2011 – 2012 гг. по сумме, распределению осадков и температуры воздуха по месяцам можно отнести к благоприятным для формирования хороших урожаев.

Данные урожайности изучаемых в севооборотах кукурузы, клевера, ячменя, овса, смеси овса с горохом, полученные по фонам удобрений, предшественникам, а также в

зависимости от насыщения севооборотов клевером луговым, зернофуражными и силосными представлены в (табл. 1).

Таблица 1 – Совместное действие минеральных удобрений и клевера лугового на продуктивность кормовых культур, среднее за 2 года

Севообороты	Клевер в севообороте, %	Фоны удобрений								
		без удобрений			1 фон			2 фон		
		урожайность, т/га			урожайность, т/га			урожай к.ед., т/га		
		2011 г	2012 г	среднее	2011 г	2012 г	среднее	2011 г	2012 г	среднее
ячмень	0	1,6	1,34	1,47	2,4	2,04	2,22	2,7	2,22	2,46
кукуруза		3,2	2,01	2,60	4,2	2,34	3,27	4,7	3,16	3,93
горох + овес (з/м)		2,2	2,42	2,31	3,2	2,58	2,89	3,4	2,69	3,04
овес		2,6	2,07	2,33	3,6	2,42	3,01	3,7	2,91	3,30
горох + овес (зерно)		3,0	1,65	2,32	3,5	2,03	2,76	3,6	2,21	2,90
с 1 га севооборотной площади		2,5	1,90	2,20	3,4	2,28	2,84	3,6	2,63	3,11
ячмень + клевер	20	1,8	1,38	1,59	2,7	2,38	2,54	2,9	2,42	2,66
клевер		1,8	3,13	2,46	1,9	3,27	2,58	2,1	3,32	2,71
кукуруза		4,0	2,41	3,20	5,3	3,07	4,18	5,5	3,58	4,54
овес		2,9	2,40	2,65	3,9	2,60	3,25	4,0	3,02	3,51
горох + овес (зерно)		3,0	1,91	2,45	4,2	2,08	3,14	4,3	2,39	3,34
с 1га севооборотной площади		2,7	2,22	2,46	3,6	2,68	3,14	3,9	2,94	3,42
ячмень + клевер	40	2,7	2,36	2,53	3,6	2,52	3,06	3,9	2,55	3,22
клевер		1,6	3,07	1,97	1,8	3,37	2,16	2,0	3,53	2,76
горох + овес + клевер (з/м)		3,6	2,49	3,04	4,3	2,66	3,48	4,5	2,70	3,60
клевер		2,0	3,03	2,51	2,4	3,12	2,76	2,7	3,28	2,99
кукуруза		4,9	2,57	3,73	5,8	3,46	4,63	5,9	3,90	4,90
с 1 га севооборотной площади		3,0	2,70	2,85	3,8	3,02	3,41	4,2	3,19	3,69

В севообороте, в среднем за 2 года, с 60 % насыщением зернофуражными, 40 % насыщением силосными, без клевера и применения удобрений получен по всем культурам, фонам самый низкий урожай 2,20 т/га к. ед. Урожайность ячменя составила 1,47 т/га к. ед., овса и горохо – овса была одинаковой 2,32 т/га к. ед. и кукурузы 2,60 т/га к. ед.

Минеральные удобрения, первый фон, $N_{45}P_{30}K_{30}$ под зернофуражные, $N_{60}P_{40}K_{40}$ под кукурузу, однолетние травы N_{45} , клевер N_{40} повысили урожайность всех культур и севооборотов.

Продуктивность кукурузы возросла с 2,60 т/га до 3,27 т/га к. ед. или на 51 %, горохо – овса на силос на 25 %, на зерно на 18,9 %.

С увеличением норм удобрений (второй фон) значительный прирост урожайности 51,1 % дала кукуруза, овес 41,6 % и ячмень 67,3 %. Урожайность горохо – овса существенно не повысилась.

При введении в севооборот вместо горохо – овса на силос клевера лугового как предшественника под кукурузу, без применения удобрений, отмечен прирост урожайности кукурузы на 23,1 %, овса на 13,7 %.

На первом удобренном фоне прибавки урожая были выше, чем в севообороте без клевера. При увеличении норм удобрений наибольший прирост урожая 11,2 % и 10 % дали кукуруза и овес.

Введение в севооборот вместо овса и горохо – овса двух полей клевера лугового урожайность зерна ячменя возросла с 1,8 до 2,71 т/га к. ед., кукурузы с 4,0 до 4,9 т/га к. ед.

Следовательно, имея севообороты с 20 – 40 % насыщением бобовых можно получать без применения удобрений 2,7 – 3,0 т/га к. ед. всех видов кормов.

Однако прибавки урожаев от минеральных удобрений в севообороте с 20 – 40 % насыщением клевером снижались, хотя продуктивность культур за счет биологического азота была высокой.

Продуктивность пятипольного кормового севооборота в среднем за два года без клевера и удобрений составила 2,20 т/га к. ед. При внесении под культуры первого фона удобрений продуктивность возросла до 2,84 т/га или на 29 %, а второго фона на 41,3 %.

За счет удобрений содержание протеина в 1 к. ед. увеличилось с 88,4 до 98,2 г.

С введением в этот севооборот одного поля клевера (20 %) возросла урожайность и содержание в корме протеина. Без внесения удобрений урожайность повысилась с 1 га севооборотной площади на 0,26 т/га к. ед. или на 11,8 %. В структуре севооборота зерновые занимали также, как и в первом 60 %, клевер и кукуруза по 20 %. При внесении минеральных удобрений (первый фон) урожайность с 1 га севооборотной площади поднялась до 3,14 т/га к. ед. или на 27,6 %. Дальнейшее увеличение норм удобрений (2 фон) дало прибавку с 1 га севооборотной площади 39,0 % и увеличение содержание протеина в 1 к. ед. до 102,0 г. (табл.2).

В севообороте с 40 % насыщением клевером луговым, 20 % кукурузой, 20 % горохо – овсом на зеленый корм, сенаж и 20 % ячменем продуктивность возросла без внесения удобрений до 2,85 т/га или на 29,5 %.

Рост продуктивности севооборотов обусловлен высокой эффективностью бобового предшественника и высокой урожайностью самой бобовой культуры. Поэтому не зерновые, а зернобобовые и бобовые многолетние травы одногодичного использования должны стать основным связывающим звеном между растениеводством и животноводством. Для того чтобы бобовые быстро влияли на урожайность, содержание в кормах белка и плодородие почвы необходимо внедрять короткоротационные и бобовые одногодичного использования на корм.

Таблица 2 – Продуктивность кормовых культур в кормовых севооборотах, среднее 2011 – 2012 гг.

Севообороты	Фоны удобрений						Содержание переваримого протеина в 1 к.ед., гр.		
	без удобрений		1 фон		2 фон		без удобрений	1 фон	2 фон
	урожайность к.ед., т/га	О.Э ГДж	урожайность к.ед., т/га	О.Э ГДж	урожайность к.ед., т/га	О.Э ГДж			
ячмень	1,47	14,3	2,22	21,8	2,46	24,4			
кукуруза	2,60	40,5	3,27	48,3	3,93	60,5			
горох + овес (з/м)	2,31	30,0	2,89	37,6	3,04	40,2			
овес	2,33	25,6	3,01	33,1	3,30	36,3			
горох + овес (зерно)	2,32	24,5	2,76	28,9	2,90	30,5			
с 1 га севооборотной площади	2,20	26,9	2,84	33,9	3,11	-	88,4	97,5	98,2
ячмень + клевер	1,59	15,7	2,54	25,2	2,66	26,5			
клевер	2,46	34,8	2,58	35,9	2,71	37,2			
кукуруза	3,20	48,6	4,18	58,5	4,54	69,3			
овес	2,65	29,1	3,25	35,7	3,51	38,6			
горох + овес (зерно)	2,45	25,0	3,14	32,1	3,34	34,3			
с 1 га севооборотной площади	2,46	-	3,14	-	3,42	41,1	96,2	98,2	102,0
ячмень + клевер	2,53	25,1	3,06	30,3	3,22	31,6			
клевер	1,97	32,6	2,16	36,5	2,76	39,0			
горох + овес + клевер (з/м)	3,04	38,4	3,48	44,3	3,60	45,8			
клевер	2,51	35,1	2,76	37,9	2,99	41,9			
кукуруза	3,73	41,0	4,63	70,2	4,90	75,1			
с 1 га севооборотной площади	2,85	-	3,41	43,8	3,69	46,7	101,7	106,7	107,2

Снижение эффективности минеральных удобрений на культурах севооборота с 40 % насыщением клевером объясняется азотфиксацией биологического азота клевером. В тоже время севооборот с 40 % насыщением клевером и без внесения удобрений равен по продуктивности севообороту без клевера, но с применением удобрений первого фона.

В севооборотах с 20 и 40 % насыщением клевером, на первом и втором фонах удобрений, урожайность выше, чем в севооборотах без клевера соответственно по фонам на 10 и 20,1 % и 10 и 18,6 %. Следовательно, эффективность удобрений снижается, хотя абсолютные показатели выше.

По сравнению с севооборотом без клевера и удобрений, продуктивность севооборота с 20 % насыщением клевером возросла, на первом фоне удобрений на 42,7 %, втором на 55,4 %, а 40 % насыщением урожайность возросла соответственно по фонам удобрений на 55,0 и 67,7 %.

Таким образом, многолетние бобовые травы одногодичного использования могут оказать большое влияние на повышение урожайности, удешевления кормов и животноводческой продукции.

Выводы. На всех фонах удобрений в севооборотах кормовые культуры кукуруза – 3,73 - 4,90 т/га к.ед., горохо-овес – 3,04 - 3,60 т/га к.ед., превзошли по продуктивности зернофуражные. Прибавка урожая в севообороте без клевера на первом фоне удобрений под кукурузу, зернофуражные, клевер и горохо – овес составила 29,0 %, на втором фоне 41,3 %. Обеспеченность кормовой единицы протеином в севообороте без клевера возросла за счет минеральных удобрений с 88,4 до 97,5 -98,2 г, с одним полем клевера с 96,2 до 100-102,4 г., а двумя полями с 101,7 до 107,2 г.

Литература

1. Салюкова Н.Н. Внедрение новых бобовых культур в севообороты Чувашской Республики / Н.Н. Салюкова, М.И. Яковлева, А.В. Васильева // Материалы межд. научн. практ. Конференции «Научно образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села» посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, Чебоксары. 2016. С. 82.
2. Козлова З.В. Агроэкономическая эффективность приемов повышения средообразующей роли клевера лугового (*Trifolium pratense*) в биоорганическом земледелии Предбайкалья: автореф. дис...канд. с.х. наук: 06.01.01 / Козлова Зоя Васильевна. – Красноярск, 2016. – 19 с.
3. Козлова З.В, Матаис Л.Н, Глушкова О.А. Влияние минеральных удобрений на продуктивность сельскохозяйственных культур в кормовых севооборотах с клевером луговым Всероссийская научно-практическая конференция. Современное состояние и перспективы инновационного развития обработки почвы в Восточной Сибири, посвященной 90-летию памяти научной школы по проблеме обработки почвы в Восточной Сибири, к.с.-х.н., профессора Александра Белых (25-26 апреля 2019 года). С. 6-12.
4. Кожемяков, А.П. Использование инокулянтов бобовых и биопрепаратов комплексного действия в сельском хозяйстве / А.П. Кожемяков // Доклад РАСХН. – 1998. – № 6. – С. 7-10.
5. Синих Ю.Н. Воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв при использовании пожнивной горчицы и соломы в полевых севооборотах Центрального Нечерноземья. – М. ВНИИА, 2011. – 208 с.
6. Ториков В. Е. Биологизация земледелия как основа развития современного сельского хозяйства / В. Е. Ториков, А. Е. Сорокин // Аграрный вестник Урала. — 2011. — № 5. — С. 18–21.
7. Матаис Л.Н., Козлова З.В Воздействие разных фонов минеральных удобрений на агроэкономическую эффективность кормовых севооборотов // Материалы международной научно-практической конференции «Новые сорта и инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур – основа повышения эффективности сельскохозяйственного производства» (18-19 июля 2019 г.). п. Молодежный, п. Пивовариха, С. 70-74.
8. Минеев В.Г. Влияние степени насыщения севооборотов органическими и минеральными удобрениями на плодородие и продуктивность севооборотов / В.Г. Минеев // Науч. Тр. ВАСХНИЛ. – М., 1980. – С. 40.
9. Хуснидинов Ш.К. Растениеводство Предбайкалья: Учебное пособие / Ш.К. Хуснидинов, А.А. Долгополов – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2000. – 462 с.