

В качестве объектов исследования выступали симбиотические системы сортов люпина желтого и узколистного с производственными штаммами клубеньковых бактерий, полученными из лаборатории биологического азота ВНИИСХМ. Семена обрабатывали ризоторфином непосредственно перед посевом из расчета 200 г препарата на гектарную норму семян. Количество симбиотически фиксированного азота рассчитывали по величине активного симбиотического потенциала (АСП) и удельной активности симбиоза (УАС) по Г.С. Посыпанову (1991).

АСП – комплексный показатель величины симбиотического аппарата. В годы с достаточной влагообеспеченностью он за вегетационный период у люпина желтого достигал 45,4 тыс.ед., узколистного – 42,5 тыс.ед. и значительно снижался в условиях засухи: у люпина желтого до 15,1, узколистного до 12,7 тыс.ед. Следовательно, метеорологические условия существенно влияли на величину АСП. В 2002 г. АСП люпина желтого с.н.1408 в симбиозе со штаммом ризобия 367а увеличился по сравнению с вариантом без предпосевной инокуляции на 2,1 тыс.ед., в 2003 г. – на 8,5 и 2004 г. – на 4,4 тыс.ед.; у узколистного люпина Кристалл в симбиозе со штаммом 385а соответственно на 13,2, 11,2 и 10 тыс.ед. Предпосевная инокуляция семян наиболее комплементарным штаммом увеличивала массу клубеньков и активный симбиотический потенциал до 50%. Наибольшую сортоспецифичность к *R. lupini* проявил у люпина желтого с.н. 1408, узколистного – сорт Белозерный 110 (Новик, Лихачев, 2008).

УАС зависела и от метеорологических условий года и сортовых особенностей. В среднем для сортов люпина желтого Дружный 165 и Ипатьевский УАС составила 6,5 г азота на 1 кг сырых клубеньков, а с.н. 1408 – 7,2 г, для сортов узколистного люпина Кристалл – 8,3 г азота на 1

кг сырых клубеньков, Дикаф 14 – 7,1, Немчиновский 846 – 7,9, Снежить – 7,4, Белозерный 110 – 7,3 г.

Количество фиксированного азота в наибольшей степени зависело от погодных условий. В засушливом 2002 г. значение этого показателя было в 1,6-2,4 раза ниже по сравнению с 2003-2004 гг. у люпина желтого и в 1,4-2 раза – узколистного. В контрольных вариантах за счет спонтанной инокуляции местной расой клубеньковых бактерий также осуществлялась фиксация атмосферного азота – в среднем по сортам люпина желтого 135-234 кг/га, узколистного – 125-183 кг/га. Предпосевная инокуляция наиболее комплементарными штаммами обеспечивала увеличение фиксации азота воздуха в среднем на 80-130 кг/га у люпина узколистного и на 40-96 кг/га люпина желтого.

В среднем симбиотические системы люпина желтого с наиболее комплементарным штаммом 367а фиксировали 228-273 кг/га азота воздуха. Для большинства сортов люпина узколистного наиболее комплементарным штаммом ризобия оказался 385а, симбиоз с ним обеспечил биологическую фиксацию азота на уровне 223-304 кг/га. Для сорта узколистного люпина Белозерный 110 наибольшую комплементарность проявил штамм 367а и эта система фиксировала в среднем 313 кг/га азота воздуха. Такое количество азота может поступать в почву при возделывании люпина на сидеральные цели. Учитывая пролонгированный характер минерализации биологического азота возделываемые 3-4 культуры после сидерального пара не испытывали азотного голодания.

Следовательно, для повышения эффективности биологического земледелия необходимо не только вводить в севообороты сидеральные пары, но и закладывать их с использованием наиболее комплементарных симбиотических систем.

УДК 631.89:631.815.2

ПРИЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГУМУСОВОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПЕСЧАНЫХ ПОЧВ

М.Г. Драганская, В.Б. Корнев, к.с.-х.н., Н.М. Белоус, д.с.-х.н., В.В. Чаплыгина

Изменение содержания органического вещества дерново-подзолистых песчаных почв определяется количеством биомассы, поступающей с остатками сельскохозяйственных растений, возделываемых в зернопропашных севооборотах и исходным гумусом. Исследованы приемы регулирования содержания органического вещества и даны рекомендации.

Ключевые слова: органическое вещество,

Change of organic matter content in sod-podzolic sandy soils is estimating by volume of residues of agricultural crops biomass cultivating in grain-tilling crop rotation. Regulation methods of organic matter content are investigated and practical recommendations are presented.

Keywords: organic matter.

Потребность в органическом веществе зависит от структуры севооборота, отзывчивости культур на органические и минеральные удобрения, типа и состава почв, а также от исходного уровня их гумусированности.

Интенсивное землепользование влечет за собой снижение уровня органического вещества в почве, ухудшение его качественных показателей с уменьшением доли ценных гуминовых кислот и накоплением агрессивных соединений фульвокислот. Поступление растительных

остатков на неудобренной почве несколько замедляет скорость минерализации органического вещества в первые 10-15 лет, содержание которого в дальнейшем стабилизируется (Шевцова, Сидорова, Володарская, 1989). Гумус в почве восполняется за счет пожнивно-корневых остатков (ПКО) в пропашных севооборотах в среднем на 12% (контроль), по фону минеральных туков на 17%; в зернопропашных – соответственно на 25% и 42% (Лыков, Еськов, Новикова, 2004). Подбор сельскохозяйствен-

1. Внесено органических и минеральных удобрений

Севооборот	Контроль	Минеральная				Органическая навоз, т/га	Органо-минеральная				
		N	P	K	всего		навоз, т/га	N	P	K	всего
		кг/га						кг/га			
Севооборот 1	0	310	180	300	790	82	82	310	180	300	790
Севооборот 2	0	366	88	222	646	76	76	366	88	222	646
Севооборот 3	0	228	68	254	550	54	54	228	68	254	550
Севооборот 4	0	248	48	282	678	80	80	248	48	282	678

ных культур в зернопропашных севооборотах является важным фактором воспроизводства плодородия почв, так как насыщение более 50% зерновыми культурами создает дефицит гумуса на легких почвах 0,8-1,5 т/га. Практикуется возделывание однолетних бобово-злаковых смесей, многолетних бобовых трав, использование соломы, промежуточные посевы сидератов, а их совместное использование с минеральными и органическими удобрениями обеспечивает необходимый эффект по восполнению утраченного органического вещества (Завьялова, Косолапова, Соснина, 2004).

На дерново-подзолистых песчаных почвах в длительных стационарных опытах изучали влияние систем удобрения на продуктивность, накопление органического вещества и изменение гумусового состояния в зернопропашных севооборотах при возделывании различных сельскохозяйственных культур.

Почва дерново-подзолистая, сформировавшаяся на древнеаллювиальных песчаных отложениях, подстилаемых моренным суглинком на глубине более 2 м. Содержание гумуса 1,40-2,28% (по Тюрину), pH_{KCl} 5,1-6,3, гидrolитическая кислотность 1,20-2,70 и сумма поглощенных оснований 6,88-9,38 мг-экв/100 г почвы, подвижного фосфора 280-450 и обменного калия 51-97 мг/кг (по Кирсанову). Изучали системы удобрения: контроль, минеральная, органическая, органо-минеральная (табл. 1).

В качестве органического удобрения использовали бесподстилочный навоз КРС с содержанием элементов питания соответственного в севооборотах 1, 2, 3 и 4: азота 0,335%, 0,340%, 0,540%, 0,338%; фосфора 0,20%, 0,11%, 0,21%, 0,17%; калия 0,40%, 0,31%, 0,38%, 0,32%. Минеральные удобрения (аммиачная селитра, гранулированный суперфосфат и хлористый калий) применяли под культуры севооборотов: 1. картофель – ячмень –

сераделло-овсяная смесь з/м – озимая рожь; 2. кукуруза з/м – ячмень – люпин з/м – озимая рожь; 3. кукуруза з/м – ячмень – овес – озимая рожь; 4. корнеплоды – ячмень – люпино-овсяная смесь з/м – озимая рожь.

Учет ПКО, баланс гумуса проводили по методике ЦИНАО (2000).

Метеорологические условия отличались неустойчивостью выпадения осадков в течение вегетационных периодов 1999, 2002, 2003 и 2007 гг., что естественно сказалось на эффективности систем удобрения и накоплении пожнивно-корневых остатков.

Результаты и обсуждение. Без применения удобрений выход зерновых колебался от 7,0 до 10,4 т/га с максимальными показателями в севооборотах 1, 2 и минимальными в севооборотах 3, 4.

Минеральная система удобрения повысила продуктивность севооборотов 1 и 2 на 5,3-5,4 т/га, севооборота 3 – на 3,5 т/га и севооборота 4 – на 6,6 т/га.

По окупаемости затрат 1 кг NPK зерновыми единицами четвертый севооборот (9,7 кг) превосходил второй на 1,4 кг, более существенно первый на 3,1 кг (6,7 кг) и третий (6,4 кг) на 3,3 кг.

От органической системы удобрения выход зерновых единиц в севооборотах 1,3 и 4 выше контроля, чем в севообороте 2, что сказалось на окупаемости 1 т навоза: максимальна она в четвертом севообороте 12 кг, 10,3 кг в третьем и практически одинакова 7,0 и 6,3 кг в первом и втором за счет более высокой продуктивности на варианте без удобрений последних севооборотов и низкой первых двух.

Продуктивность по органо-минеральной системе удобрения увеличивалась на 8,4 т/га зерновых единиц в севооборотах 1 и 2, на 7,3 т/га – севообороте 3 и максимально на 11 т/га в четвертом. Соответственно окупае-

2. Продуктивность севооборотов, т зерн.ед./га

Система удобрения	Севооборот 1		Севооборот 2		Севооборот 3		Севооборот 4	
	продуктивность	%, к контр.	продуктивность	%, к контр.	продуктивность	%, к контр.	продуктивность	%, к контр.
Без удобрений	10,2	-	10,4	-	6,9	-	6,9	-
Минеральная	15,5	52	15,8	52	10,4	59	13,5	197
Органическая	16,0	57	15,2	46	12,5	81	16,5	239
Органо-минеральная	18,6	82	18,9	82	14,2	206	17,9	260

3. Поступление ПКО и их гумификация в зависимости от севооборотов и систем удобрения, т/га

Система удобрения	Севооборот 1		Севооборот 2		Севооборот 3		Севооборот 4	
	ПКО	гумус	ПКО	гумус	ПКО	гумус	ПКО	гумус
Без удобрений	10,5	1,41	13,1	1,77	8,6	1,35	8,1	0,99
Минеральная	12,0	1,64	15,7	2,11	8,8	1,37	10,8	1,64
Органическая	12,1	1,89	14,6	1,97	10,0	1,58	12,5	1,90
Органо-минеральная	12,8	2,14	17,6	2,34	10,9	1,72	14,3	2,15

4. Баланс гумуса

Система удобрений	Минерализация, ц/га	Поступление гумуса, ц/га		Всего	Баланс, ± ц/га	
		ПКО	навоз		расчетный	аналитический
Севооборот 1						
Без удобрений	36,62	14,08	-	14,08	-22,54	-6,27
Минеральная	37,31	16,40	-	16,40	-20,91	-3,99
Органическая	37,70	18,85	17,56	36,41	-1,29	+0,57
Органо-минеральная	37,53	21,40	17,56	38,96	+1,43	+6,27
Севооборот 2						
Без удобрений	37,19	17,70	-	17,70	-19,49	-5,13
Минеральная	37,58	21,10	-	21,10	-16,48	-3,71
Органическая	37,59	19,70	16,28	35,98	-1,41	+0,85
Органо-минеральная	37,39	23,40	16,28	39,68	+2,29	+7,12
Севооборот 3						
Без удобрений	26,62	13,50	-	13,50	-13,12	-5,13
Минеральная	26,72	13,74	-	13,74	-12,98	-3,71
Органическая	28,69	15,85	11,57	27,42	-1,27	+0,85
Органо-минеральная	27,79	17,19	11,57	28,76	-0,97	+4,28
Севооборот 4						
Без удобрений	34,38	9,9	-	9,9	-24,48	-5,70
Минеральная	37,55	16,45	-	16,45	-21,10	-4,27
Органическая	37,19	19,04	17,14	36,18	-1,01	+2,57
Органо-минеральная	37,19	21,50	17,14	38,64	+1,45	+5,13

мость затрат 1 кг NPK (при переводе всех удобрений в NPK) составила 5,4; 7,0; 6,3 и 8,0 кг (табл. 2).

Наибольшее поступление ПКО в почву получено по севооборотам 2 и 4 с 50% насыщенностью зерновыми культурами, посевом однолетней бобовой культуры, бобово-злаковой смеси, эффективного использования органических удобрений кукурузой на з/м и корнеплодами. Меньшее накопление ПКО было в севообороте 3 с 75% насыщенностью зерновыми культурами (табл. 3).

Баланс гумуса по севооборотам существенно различался в зависимости от систем удобрения, изначального содержания гумуса в почве, количества накопленных ПКО и степени их гумификации.

Севообороты 1,2 и 4, где содержание гумуса было в пределах и более 2%, минерализация органического вещества составляла 3,4-3,7 т/га и с учетом гумификации ПКО потеря гумуса в них восполнилась лишь на 38%, 48%, 29%. По минеральной системе удобрения минерализация гумуса уменьшилась до 1,6-2,2 т, в результате увеличения доли гумификации ПКО до 41%, 56%, и 44%. По органической системе минерализация гумуса снижалась более существенно до 0,101-0,141 т/га за счет образования гумуса от ПКО на уровне 50%, 53% и 51% и внесения навоза. Органо-минеральная система удобрения обеспечила положительный баланс гумуса от 0,143 до 0,229 т/га, от большей гумификации растительных остатков (60%) и совместного внесения навоза с минеральными удобрениями. При низкой исходной величине содержания гумуса 1,40-1,68% (севооборот 3) минерализация органического вещества колебалась в пределах 2,5-2,9 т/га. На контроле потери гумуса составили 1,1 т, по минеральной системе – 1,3 т, органической – 0,127

т/га, а по органо-минеральной его накопление увеличилось на 0,097 т/га. Доля гумуса от ПКО соответственно была на уровне 55%, 51% и 62% (табл. 3).

Неудобренная почва согласно расчетному балансу потеряла гумус от 1,3 до 2,4 т/га и по аналитическим данным 0,513-0,627 т/га при максимальном значении в севообороте 4 и минимальном – в севообороте 3. Минеральная система удобрения сокращала потери гумуса соответственно на 2-15 и 25-28%, в тоже время органическая значительно в 10-25 раз уменьшала минерализацию гумуса по расчетному балансу, обеспечивая рост его при анализе почвенных проб. Процесс гумификации органического вещества почвы получен по органо-минеральной системе как расчетным, так и аналитическим путем. Расчетный баланс гумуса указал на более существенную его убыль, чем аналитические показатели, а увеличение содержания гумуса превосходило расчетные в 2-5 раз. Подобное можно объяснить влиянием неучтенных факторов как в расчетном балансе, так и аналитическом (табл. 4).

Таким образом, по продуктивности, накоплению пожнивно-корневых остатков и доли покрытия убыли гумуса в почве следует выделить зернопропашные севообороты 2 и 4, где возделывались кукуруза з/м – ячмень – люпин з/м – озимая рожь и корнеплоды, ячмень – однолетняя бобово-злаковая смесь (овес с люпином) озимая рожь. Эти культуры оказались наиболее отзывчивыми на внесение органических и минеральных удобрений, по которым получен положительный баланс гумуса как расчетный, так и по данным анализа почв.