

тельные отклонения от проектных в силу сложившихся гидрометеорологических условий прошедшего и текущего года, а также от изменения количественных и качественных показателей графика водопотребления. Поэтому при эксплуатации водохранилища задачи управления перераспределением водных ресурсов во времени и по территории нужно решать в два этапа:

1. Планирование распределения водных ресурсов на будущий год в конце текущего года выполняются на основе заявок водопотребителей, характера водности текущего года, объема воды в водохранилище на начало планируемого года и прогноза водности зимы (перспективное планирование).

2. Оперативное планирование и управление водными ресурсами в конкретные расчетные периоды года (месяц, декада, сутки) производить с учетом уже реальной гидрометеорологической обстановки и запаса воды в водохранилище.

Результаты управления водными ресурсами водохранилища существенно зависят не только от сложившейся природной и хозяйственной обстановки бассейна, но и от уровня организации водохозяйственного комплекса (система наблюдений, сбор и

обработка данных по заполнению и опорожнению водохранилища, безаварийная работа сооружений, механизма управления объектом). В связи с этим большое значение придается учету и контролю фактического режима распределения и использования воды водохранилища, анализу отклонений от запланированных режимов.

#### Библиографический список

1. Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель // Равнинные районы Алтайского края и южная часть Новосибирской области. – Л.: Гидрометеоиздат, 1962. – Вып. 6. – 978 с.

2. Чураков Д.С., Медведников А.Н. Водные ресурсы реки Алей и их регулирование Гилевским водохранилищем // Освоение и использование мелиорируемых земель и водных ресурсов на юге Западной Сибири. – Барнаул, 1987. – С. 20-24.

3. Мешков В.В. Оптимизация попусков воды из Гилевского водохранилища в период прохождения паводка // Мелиорация и водное хозяйство. – 2001. – № 4. – С. 19-21.



УДК 631.441(470.57)

В.С. Сергеев,  
И.О. Чанышев

## ЗАПАСЫ ГУМУСА В ЧЕРНОЗЕМАХ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

**Ключевые слова:** чернозем выщелоченный, гумус, севооборот, обработка почвы, удобрения.

#### Введение

В почвенном покрове Башкортостана черноземы имеют наибольшее распространение. Среди пахотных земель преобладающими являются черноземы выщелоченные, которые занимают 28% от общей площади пашни.

В последние десятилетия вследствие интенсивного земледельческого использования черноземов выщелоченных республики произошло заметное снижение уровня их эффективного плодородия. Сельскохозяйственное использование этих почв за последние двадцать лет привело к потере четверти гумусовых запасов [1]. В связи с этим в современных условиях энерго- и ресурсосбе-

режения, а также совершенствующегося зонального агрокомплекса актуальным является изучения влияния основных элементов систем земледелия на содержание и запасы гумуса черноземов выщелоченных.

#### Материалы и методы

Экспериментальные исследования проводились в учебно-опытном хозяйстве Башкирского государственного аграрного университета (Учхоз БГАУ).

Полевой опыт № 1 «Разработка научных основ биологической системы земледелия» заложен в 1993 г. на опытном поле БГАУ. В опыте изучались два севооборота: плодосменный (клевер красный – озимая рожь – кукуруза – яровая пшеница) и сидеральный (пар сидеральный – озимая рожь – кукуруза – яровая пшеница + донник). С начала закладки опыта на половине полей севообо-

ротов удобрения не вносили, а другую половину удобряли следующим образом: в плодосменном севообороте вносили  $N_{60}P_{80}K_{70} + 10$  т навоза на 1 га севооборотной площади, рассчитанное на получение планируемого урожая яровой пшеницы, в сидеральном – донник на зеленое удобрение и ежегодно 10 т навоза + сидерат. В плодосменном севообороте под все культуры применяли вспашку, а в сидеральном – комбинированную вспашку под кукурузу, поверхностную – под яровую пшеницу.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистого гранулометрического состава с мощностью гумусового горизонта 50–55 см. Агрохимические показатели пахотного слоя: содержание гумуса –  $10,37 \pm 0,02$ ; валового азота –  $0,54 \pm 0,02$ ; фосфора –  $0,21 \pm 0,01$ ; калия –  $2\% \pm 0,04$ ; сумма поглощенных оснований –  $38,8 \pm 0,2$  мг-экв. на 100 г почвы;  $pH_{KCl}$  –  $5,2 \pm 0,1$ .

Полевой опыт № 2 «Разработка ресурсосберегающей технологии воспроизводства плодородия выщелоченного чернозема и совершенствование систем земледелия» заложен в 1992 г. на опытном поле БГАУ. Исследования проводились в шестипольном зернопаропропашном севообороте со следующим чередованием культур: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – кукуруза – яровая пшеница – ячмень.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный, среднегумусный, тяжелосуглинистый, на делювиальном карбонатном суглинке. Агрохимические показатели пахотного слоя: содержание гумуса –  $9,0 \pm 0,02$ ; валового азота –  $0,46 \pm 0,01$ ; фосфора –  $0,17 \pm 0,01$ ; калия –  $1,4 \pm 0,03\%$ ; сумма поглощенных оснований –  $39,1 \pm 0,3$  мг-экв. на 100 г почвы;  $pH_{KCl}$  –  $5,3 \pm 0,1$ .

Схема опыта включала следующие варианты удобрений: 1) контроль (без удобрений); 2) NPK – фон (под озимую рожь на планируемую урожайность зерна 40 ц/га  $N_{71}P_{89}K_{54}$ , под яровую пшеницу на планируемую урожайность зерна 35 ц/га  $N_{68}P_{90}K_{36}$ , под кукурузу на планируемую урожайность зеленой массы 500 ц/га), 3) фон + известь 4 т/га; 4) навоз (40 т/га один раз за ротацию); 5) сидерат (запахиваемая зеленая масса донника 25 т/га один раз за ротацию).

Известь, навоз и сидерат были внесены в паровом поле под озимую рожь, минеральные удобрения – ежегодно под озимую рожь, яровую пшеницу и кукурузу.

Применялись следующие способы обработки почвы: вспашка плугом ПН-4-35 на глубину 25–27 см и безотвальная обработка со стойкими СИБИМЭ на глубину 25–27 см.

В опытах из минеральных удобрений были использованы мочевины, двойной суперфосфат, хлористый калий и известковый туф с 85%-ным содержанием  $CaCO_3$ . Состав навоза, %: N – 0,46, P – 0,30, K – 0,50. Состав сидерата (донника), %: N – 0,70, P – 0,10, K – 0,20.

Агротехника в опытах соответствовала рекомендованной для хозяйств южной лесостепи Республики Башкортостан.

Лабораторно-аналитические исследования проводились в соответствии с общепринятыми в агрономии методами [2].

### Результаты и обсуждения

Проведенный нами анализ динамики накопления гумуса в длительных стационарных опытах кафедры, заложенных Э.М. Рахимовым на черноземах выщелоченных еще в 1957 г., под различными севооборотами и бессменными культурами на удобренном и неудобренном фонах показал, что возделывание полевых культур в севооборотах снижает темпы сокращения запасов гумуса в пахотном слое в среднем на 60%, а при внесении удобрений – до 90% относительно бессменного возделывания культур и пара. Внесение удобрений под бессменные культуры и в паровом поле замедляет темпы снижения запасов гумуса в среднем на 31% относительно неудобренного фона, в то время как в севооборотах – на 55%. Увеличение запасов гумуса происходило лишь под залежью – на 61,1 т/га за 37 лет [3].

Следовательно, изменение запасов гумуса в пахотном слое черноземов выщелоченных определяется соотношением в севооборотах доли пропашных и зерновых культур, наличием в них чистого пара и многолетних бобовых трав, а также внесением органических и минеральных удобрений.

В изменениях гумусового состояния пахотных почв (полевой опыт № 1) важную роль играют возделываемые культурные растения. Чередующиеся в севообороте или выращиваемые бессменно на одном поле они оставляют после себя в почве и на ее поверхности значительное количество корневых и пожнивных остатков, являющихся одним из основных источников для новообразования гумуса в почве.

Исследования показали, что по количеству поступающих в почву корневых и пожнивных остатков культуры располагаются в следующем порядке: донник – многолетние травы – кукуруза – озимая рожь – яровая пшеница. Внесение органических и минеральных удобрений увеличивает поступление послеуборочных растительных остатков сельскохозяйственных культур до 1,5 раз по сравнению с неудобренным фоном (табл. 1).

Установлено, что применение органических удобрений (сидерат + 10 т навоза) на фоне комбинированной обработки почвы в 4-польном сидеральном севообороте способствовало большему увеличению запасов гумуса (2,8 т/га), чем внесение  $N_{60}P_{80}K_{70}$  + 10 т навоза в плодосменном севообороте при ежегодной вспашке (1,7 т/га). При этом на варианте с сидератом в составе гумуса увеличивалось содержание фульвокислот, а во втором – гуминовых. В обоих севооборотах на удобренных фонах за одну ротацию был получен положительный баланс гумуса (табл. 2).

Введение и освоение зернопаропропашных (с сидеральным паром) и зернотравяных севооборотов (полевой опыт № 2) при применении органических и полных минеральных удобрений и периодическом известковании способствуют увеличению запасов гумуса в пахотном слое черноземов выщелоченных в среднем на 0,66-0,99 т/га в год с высоким содержанием фракции гуминовых кислот (до 37,6%), а его существенное снижение происходит при бессменном паровании (табл. 3).

В производственных опытах, проведенных в хозяйствах южной лесостепной зоны Республики Башкортостан в 2003-2008 гг. (СПК

«Дружба» Аургазинского и СПК «Базы» Чекмагушевского районов Республики Башкортостан), применение донникового пара в севооборотах также способствовало увеличению содержания и запасов гумуса [4].

Немаловажной с точки зрения регулирования гумусного состояния почвы и повышения общего уровня продуктивности сельскохозяйственных культур является обработка почвы [5, 6].

Результаты исследований свидетельствуют, что при применении безотвальной обработки почвы в севообороте наблюдается стабилизация и некоторое увеличение запасов гумуса в пахотном слое почвы по сравнению со вспашкой. За ротацию зернопаропропашного севооборота при ежегодной отвальной обработке запасы гумуса уменьшились на 2,0 т/га, что обусловлено более высокими темпами его минерализации. На бессменном паровом поле отвальная обработка в течение семи лет приводит к потерям в пахотном слое почвы 0,57 т/га гумуса ежегодно. Следовательно, почвозащитная обработка почвы является важным элементом в системе мероприятий, направленных на эффективное регулирование запасов органического вещества почвы.

Таблица 1

Количество свежих органических веществ, оставляемых в почве сельскохозяйственными культурами в слое 0-30 см, ц/га (Учхоз БГАУ)

Культура	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	Среднее	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	Среднее
Плодосменный севооборот										
	Без удобрений					$N_{60}P_{80}K_{70}$ + 10 т навоза				
Клевер красный	49,7	55,0	74,7	58,6	59,5	72,9	72,6	110,6	75,2	82,8
Озимая рожь	142	29,0	42,0	20,2	26,4	18,3	37,3	43,3	24,9	30,9
Кукуруза	23,1	17,4	39,1	59,8	34,9	34,2	23,4	50,0	70,2	44,5
Яровая пшеница + клевер красный	17,1	36,1	32,7	20,8	26,8	21,1	41,2	44,6	27,4	33,6
В среднем по севообороту	38,6	34,4	47,1	39,9	36,9	36,6	43,6	62,1	49,4	47,9
Сидеральный севооборот										
	Сидерат					Сидерат + 10 т навоза				
Донник	210,	228,5	284,2	200,7	230,9	254	259,3	326	243,6	270,7
Озимая рожь	16,9	32,3	18,4	19,1	21,7	19,2	37,3	24,3	23,9	26,2
Кукуруза	30,9	33,0	30,4	54,4	37,2	36,4	39,2	47,1	63,2	46,5
Яровая пшеница + донник	14,2	21,8	34,4	19,5	22,7	18,2	28,7	43,4	23,8	29,5
В среднем по севообороту	68,0	79,4	91,9	73,4	78,1	82,0	91,1	110,2	88,6	93,0

Таблица 2

Изменение содержания и запасов гумуса в почве в зависимости от севооборотов (слой 0-30 см, культура – яровая пшеница, Учхоз БГАУ)

Севооборот	Фон	Начало ротации, 1994 г.		Конец ротации, 1997 г.		Изменение, ±		
		гумус, %	запасы гумуса, т/га	гумус, %	запасы гумуса, т/га	%	всего, т/га	за год, т/га
Плодосменный	без удобрений	9,40	284,8	9,37	283,9	-0,03	-0,9	-0,23
	$N_{60}P_{80}K_{70}$ + 10 т навоза	10,41	306,1	10,47	307,8	+0,06	+1,7	+0,43
Сидеральный	сидерат	9,51	296,7	9,52	297,0	+0,01	+0,3	+0,08
	сидерат + 10 т навоза	10,16	310,9	10,25	313,7	+0,09	+2,8	+0,70

Влияние элементов системы земледелия на изменение запасов гумуса в пахотном слое почвы за ротацию севооборотов, т/га (Учхоз БГАУ, Чанышев И.О., Кираев Р.С., 1993-1998 гг.)

Вариант	Запасы в конце ротации	Изменение запасов к исходному уровню*	
		т/га	т/га/год
Севооборот и бессменные посевы			
Зернопаропропашной (с сидеральным паром)	301,3	+4,6	+0,66
Бессменные посевы люцерны	305,6	+8,9	+1,27
Зернотравяной	303,6	+6,9	+0,99
Бессменный чистый пар	292,7	-4,0	-0,57
Способы обработки почвы			
Вспашка	294,7	-2,0	-0,29
Безотвальная	298,0	+1,3	+0,19
Системы удобрений			
НРК-Фон	295,7	-1,0	-0,14
Фон + известь	295,4	-1,3	-0,19
Навоз	299,3	+2,6	+0,37
Фон + навоз + известь	301,0	+4,3	+0,61
Фон + навоз	301,6	+4,9	+0,70
Сидерат	299,3	+2,6	+0,37
Фон + сидерат + известь	300,6	+3,9	+0,56

НСР<sub>05</sub> по севообороту – 0,7; по обработке почвы – 0,5; по удобрениям – 0,6.

\* Исходные запасы гумуса в пахотном слое почвы в 1992 г. – 296,7 т/га.

Увеличение содержания и запасов гумуса при замене вспашки почвозащитными способами обработки почвы главным образом может происходить в результате уменьшения потерь органического вещества от эрозии и замедления процесса ее минерализации. Поэтому, по мнению многих авторов, дальнейшая минимализация обработки почвы, ведущая к ослаблению процессов минерализации гумуса, является одним из радикальных средств поддержания потенциального плодородия почв при соответствующем уровне применения удобрений [7].

Для сохранения естественного почвенного плодородия и для повышения урожайности необходимо внесение удобрений, особенно органических. Только они могут компенсировать потери органического материала, изымаемого при сборе урожая.

В исследованиях установлено, что внесение органических (навоз 40 т/га или заплата донника 25 т/га), минеральных удобрений (N60P70K40) и извести (0,75 Нг) увеличивает запасы гумуса в пахотном слое черноземов выщелоченных от 3,9 до 4,9 т/га за ротацию севооборота.

### Выводы

Для стабилизации и улучшения гумусового состояния черноземов выщелоченных необходимо внесение удобрений, особенно органических, использование сидератов из бобовых культур, увеличение посевов многолетних бобовых трав. Это возможно в сочетании с почвозащитными ресурсосберегающими системами обработки почвы в севооборотах, адаптированных к конкретным системам земледелия. В условиях юж-

ной лесостепи республики – это сидеральные, плодосменные и зернотравяные севообороты.

### Библиографический список

- Багаутдинов Ф.Я., Казыханова Г.Ш. Регулирование плодородия черноземов выщелоченных Южного Предуралья // Биосферные функции почвенного покрова: матер. Всерос. науч. конф., посвящ. 40-летию юбилею Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН. – Пущино, 2010. – С. 25-26.
- Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
- Сергеев В.С. Агроэкологическая оценка и воспроизводство плодородия черноземов Республики Башкортостан: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Уфа, 2010. – 39 с.
- Сергеев В.С., Хабиров И.К., Максюттов З.Х., Камалетдинов Р.Б. Опыт применения сидератов в СПК «Дружба» Аургазинского района Республики Башкортостан // Агрономическая наука – производству: сб. реком., посвящ. 75-летию юбилею Башкирского ГАУ. – Уфа, 2005. – С. 14.
- Хабиров И.К., Габбасова И.М., Хазиев Ф.Х. Устойчивость почвенных процессов. – Уфа, 2001. – 326 с.
- Чанышев И.О., Мукатанов А.Х., Кираев Р.С. Оптимизация сельскохозяйственного землепользования в Республике Башкортостан. – М.: Наука, 2008. – 320 с.
- Хазиев Ф.Х., Кольцова Г.А., Рамазанов Р.Я. и др. Почвы Башкортостана. – Уфа: Гилем, 1997. – Т. 2. – 328 с.