

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Известия ТСХА. выпуск 3. 2005 год

УДК 631.417

СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА ЧЕРНОЗЕМОВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУР

Н.Ф. ГАНЖАРА, В.В. ВЕРЗИЛИН*, Р.Ф. БАЙБЕКОВ, Б.А. БОРИСОВ

(Кафедра почвоведения)

В условиях длительных опытов показано влияние бессменных посевов, парных комбинаций, разных видов севооборотов, в т. ч. с насыщением их бобовыми культурами на состояние органических веществ и соединений азота выщелоченных черноземов ЦЧР. Предложено оценивать степень выпаханности черноземов по относительному содержанию детрита и подвижного органического вещества в составе общего гумуса по 15-балльной шкале.

Многочисленными исследованиями установлена наиболее высокая эффективность возделывания с.-х. культур в условиях севооборотов. Однако в силу разных причин широкое распространение в практике имеют парные комбинации и нередко бессменные культуры.

В связи с этим изучение влияния способов возделывания культур на режимы и свойства почв имеет не только теоретическое, но и практическое значение. Бессменные посева позволяют изучить влияние каждой культуры на биологические процессы и состояние органических веществ в почвах; парные комбинации — влияние двух культур и подобрать наиболее оптимальное сочетание культур для севооборотов с точки зрения их влияния на плодородие почв и на урожай.

Объектом исследований явились черноземы выщелоченные стацио-

нарного опыта кафедры земледелия ВГАУ, заложенного на территории опытной станции в 1972г. под руководством проф. М.П. Сидорова.

Содержание гумуса в пахотном слое составляло 4,4%, общего азота — 0,24%, сумма поглощенных оснований — 27,8 мг-экв/100 г почвы, рН солевой вытяжки — 6,5. Схема опыта включала два фона — удобренный и без удобрений. Ежегодно под зерновые вносили минеральные удобрения в дозах N — 75, P — 60, K — 60 кг д.в.; под пропашные культуры N — 90, P — 120, K — 90 кг д.в.; горох РК — 60 кг д.в. на 1 га. Возделывание культур в опыте проводили в севооборотах, парных комбинациях и бессменно с 1973 по 1990 гг.

1. *Блок севооборотов.* Севооборот № 1 (делянки 1 — 4) зернотравяной: горох, озимая пшеница, яровая пшеница, ячмень. Севооборот № 2 (делянки 23 — 36) зернопро-

* Кафедра земледелия Воронежского ГАУ.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 03-04-49314.

пашной: чистый пар, озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень. Севооборот № 3 (делянки 27 — 30) плодосменный: горох, озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень.

2. *Блок парных комбинаций.* Черный пар — озимая пшеница (16 - 18); горох — озимая пшеница (10 - 12); кукуруза на силос — озимая пшеница (21); ячмень — озимая пшеница (17).

3. *Бессменное возделывание.* Озимая пшеница (19), ячмень (6), горох (11), кукуруза на силос (14), сахарная свекла (21), чистый пар (17).

С 1991 г. в опыте изучали следующие севообороты с различным насыщением бобовыми культурами.

Севооборот № 1 (делянки 1 - 7): сидеральный пар (донник, озимая рожь с викой), озимая пшеница, сахарная свекла, горох, озимая пшеница, кукуруза на силос, ячмень с подсевом сидеральной культуры.

Севооборот № 2 (делянки 8 - 14): занятый пар (вика + овес), озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень с подсевом люцерны, люцерна, кукуруза на силос, соя.

Севооборот № 3 (делянки 16, 18 - 23): занятый пар (озимая рожь с викой), озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень с подсевом люцерны, люцерна, кукуруза на силос, ячмень.

Севооборот № 4 (делянки 24 - 30): черный пар, озимая пшеница, сахарная свекла, горох, озимая пшеница, соя, кукуруза на силос.

Делянка 15 — залежь, 17 — чистый пар бессменно.

В качестве контрастных объектов мы использовали также варианты залежи с 1946 г. и с 1991 г. и черного пара с 1972 г., занимающие делянки вне севооборота.

Минеральные удобрения в опыте вносили на 1 га в следующем

количестве: под озимую пшеницу NPK 120 + N 30 кг д.в. (подкормка весной); под сахарную свеклу и кукурузу — по 150 кг д.в. NPK; под ячмень — 90 кг д.в. NPK; под горох, люцерну, сою — по 90 кг д.в. PK;

Методы исследований

Определение содержания гумуса проводили по методу Тюрина в модификации Симакова; щелочнорастворимого (подвижного) гумуса — по Тюрину в 0,1 н. NaOH без предварительного декальцирования с суточным настаиванием; легкоразлагаемого органического вещества (ЛОВ) — по Ганжаре и Борисову [5]; азота общего и азота ЛОВ — по Кьельдалю; нитрификационную способность — по Кравкову; скорость обновления ЛОВ — по экспоненциальному уравнению; предельную величину накопления гумуса и ЛОВ — по Ганжаре [2, 3].

Образцы почв для проведения лабораторных исследований отбирали в 10-кратной повторности в 1990 г. (через 17 лет после заложения опыта) и в 2003 г. (через 13 лет после изменения схемы опыта).

В основу определения степени выпханности был положен способ Н.Ф. Ганжары и Б. А. Борисова [5] с методическими дополнениями. Сущность дополнений заключалась в учете подвижных форм органического вещества, растворимого в 0,1 н. NaOH в составе ЛОВ. Для этого к детриту, определенному по Ганжаре и Борисову [5], приплюсовывали 50% органического вещества, растворимого в 0,1 н. NaOH. Такая операция была связана с тем, что в черноземных почвах с увеличением нормы поступления послеуборочных остатков и органических удобрений существенно увеличивается количество подвижного гумуса и в меньшей степени детрита

по сравнению с ростом содержания общего гумуса.

Как показали исследования [12, 13], в составе 0,1 н. NaOH вытяжки из черноземных почв преобладают фульвокислоты, способность которых к минерализации широко освещена в литературе [8, 9, 10]. Вместе с тем методом радиоуглеродного датирования [15] установлено, что возраст этой фракции гумусовых веществ в черноземах измеряется сотнями и тысячами лет. Это говорит о том, что в 0,1 н. NaOH вытяжке, кроме лабильных, содержатся стабильные формы и, по всей видимости, это прежде всего гуминовые кислоты (как наиболее устойчивые) и часть фульвокислот. Это дало нам право с определенным допущением отнести к лабильной части только 50% массы органических веществ, растворимых в 0,1 н. NaOH вытяжке. Кроме того, расчет степени выпаханности проводился по 15-балльной шкале в отличие от 25-балльной, предложенной Н.Ф. Ганжарой и др. [5]. Использование 15-балльной шкалы связано с тем, что в целинных черноземах относительное содержание ЛОВ составляет 15,5% [2]. Поэтому для почв черноземного типа к невыпаханным можно отнести почвы, в которых относительное содержание ЛОВ составляет 15% и более. Именно поэтому нами предложена 15-балльная шкала для оценки степени выпаханности черноземов. В дерново-подзолистых почвах к невыпаханным относятся почвы, содержание ЛОВ в которых 25% и более к общему гумусу.

Результаты исследований

При анализе состояния органического вещества почв мы использовали методы, применяемые для

почв, достигших квазиравновесного состояния, при котором содержание и состав органических веществ находятся в относительном равновесии с факторами и условиями гумусообразования. При этом уровни стабилизации гумусового состояния зависят от ряда факторов и условий (количество источников гумуса, скорость их трансформации и др.). В табл. 1 представлены показатели состояния органического вещества чернозема выщелоченного при разных видах использования и различных способах возделывания с.-х. культур.

Состояние органического вещества в почвах залежи с 1991 г. нельзя рассматривать как квазиравновесное, поскольку известно, что для его установления требуется примерно 40-50 лет, а после 15 лет оно только приближается к такому. Это положение хорошо подтверждается фактическими данными. Содержание гумуса в почвах залежи с 1991 г. на 1,16%, а ЛОВ — на 0,4% ниже по сравнению с почвами залежи с 1946 г.

Наиболее высокое содержание гумуса наблюдалось в почвах залежи и в вариантах парных комбинаций «ячмень — озимая пшеница», «горох — озимая пшеница», а также в почвах зернотравяного севооборота, а самое низкое — в почвах вариантов «бесменный пар» и «бесменная сахарная свекла». В остальных вариантах опыта содержание гумуса находилось в пределах естественной вариабельности, которая в данных почвах составляет примерно 0,2-0,3% в абсолютном выражении.

Для ЛОВ почв, как и для гумуса в целом, характерным является процесс обновления. Сущность этого процесса заключается в ежегодной минерализации определенного

Таблица 1

Состояние органического вещества в пахотном слое чернозема выщелоченного при разном его использовании в стационарном опыте

Вариант	Гумус, %	ЛОВ, %	ЛОВ к гумусу, %	Степень выпаханности, балл	ПКО, т/га	ПВН ЛОВ, т от 1т	T _{0,96} ЛОВ, лет	Детрит, %	ПОВ, %
Залежь с 1946 г.	4,85	1,0	20,6	0	10,0	3,0	9,0	0,6	0,80
Залежь с 1991 г.	3,69	0,6	16,2	0	—	—	—	0,3	0,60
Чистый пар с 1972 г.	3,30	0,15	4,5	10,5	—	—	—	0,05	0,15
Бессменные культуры (1973–1990 гг.)									
Оз. пшеница	3,39	0,50	14,7	0,3	3,1	4,8	14,4	0,30	0,40
Ячмень	3,59	0,40	11,1	4,9	3,0	4,0	12,0	0,20	0,40
Горох	3,37	0,26	7,7	7,3	2,5	3,1	9,3	0,16	0,20
Кукуруза на силос	3,23	0,40	12,4	2,6	3,0	4,0	12,0	0,20	0,40
Сахарн. свекла	2,87	0,18	6,3	8,7	2,2	2,3	6,9	0,10	0,18
Парные комбинации (1973–1990 гг.)									
Чистый пар — оз. пшеница	3,38	0,30	8,8	6,2	2,8	4,2	12,6	0,15	0,30
Горох — оз. пшеница	3,72	0,35	9,4	5,6	3,0	3,5	10,5	0,15	0,40
Кукуруза — оз. пшеница	3,48	0,42	12,0	3,0	3,3	3,8	11,4	0,22	0,40
Ячмень — оз. пшеница	3,69	0,44	11,9	3,1	3,0	4,4	13,4	0,24	0,40
Севообороты (1973–1990 гг.)									
Зернопропашной	3,59	0,30	8,4	6,6	2,9	3,1	9,3	0,15	0,30
Плodosменный	3,47	0,35	10,0	5,0	3,8	2,8	8,4	0,17	0,26
Зернотравяной	3,69	0,34	9,2	5,8	4,6	2,2	6,6	0,14	0,40

количества ЛОВ до конечных продуктов — солей, газов и воды и ежегодном поступлении свежих послеуборочных остатков.

В почвах, достигших квазиравновесного состояния, среднегодовое количество минерализующегося ЛОВ равно среднегодовому количеству поступающих в почву послеуборочных остатков, а общее содержание ЛОВ в почвах является относительно постоянным. Поэтому количество ежегодного опада можно принять за скорость обновления ЛОВ.

Содержание легкоразлагаемых органических веществ (ЛОВ) в исследуемых почвах закономерно изменяется от 0,15% в почве черного пара до 1% в почве залежи с

1946 г. Промежуточное положение занимает почва 10-летней залежи. Остальные варианты по содержанию ЛОВ можно разделить на 2 группы. Повышенные показатели (0,4—0,5%) характерны для почв под зерновыми культурами, а также для почв плодосменного и зернотравяного севооборотов. Примерно в 2 раза ниже было накопление ЛОВ в почвах под пропашными культурами и горохом, что можно объяснить как меньшим поступлением и различным химическим составом послеуборочных остатков (узкое соотношение С : N) этих культур, так и более интенсивным их разложением в результате частых обработок. Важным показателем, характеризующим состояние ЛОВ

почв, является период его обновления на 96%. Наши исследования показали, что наиболее быстро (6,6 — 9,3 лет) ЛОВ обновлялось в почвах под залежью, сахарной свеклой, горохом, а также в почве всех севооборотов. В остальных вариантах период обновления ЛОВ составляет 11,4-14,4 лет. Причем наиболее медленное обновление ЛОВ (14,4 лет) было характерно для почв под бессменной озимой пшеницей, что можно объяснить явлениями токсикации и почвоутомления.

Данные о накоплении ЛОВ и скорости их обновления хорошо согласуются с численностью и составом микроорганизмов в почвах этого опыта [1].

Большой информативностью о состоянии органического вещества почвы обладает показатель содержания ЛОВ, выраженный в% к общему количеству гумуса. Чем выше значение этого показателя, тем ближе к оптимуму находятся другие показатели плодородия.

В типичном целинном черноземе Стрелецкой степи относительное содержание ЛОВ составляет 15,5% [2]. По нашим данным, наиболее высокое относительное содержание ЛОВ было в почве залежи с 1946 г. — 20,6%, а самое низкое — в почве бессменного пара — 4,5% (см. табл. 1).

Низкие показатели относительного содержания ЛОВ, кроме вариантов бессменного черного пара, были характерны для почв под бессменными сахарной свеклой, горохом, а также для парных комбинаций «озимая пшеница — чистый пар», «озимая пшеница — горох» и для зернопропашного и зернотравяного севооборотов, что объясняется пониженным абсолютным содержанием ЛОВ в этих вариантах.

Такие же закономерности характерны для ЛОВ других типов почв. При этом с юга на север от черноземов к подзолистым почвам показатели относительного содержания возрастают [2, 11].

Наличие достаточного (оптимального) количества ЛОВ позволяет нормально функционировать биологическим процессам, оптимизирует режим питания, плотность, структурное состояние и другие свойства и режимы почв.

В работах [3, 4, 6] установлено, что оптимальное содержание ЛОВ в почвах полевых севооборотов составляет 0,4-0,8% или 12-24 т/га в пахотном слое.

В табл. 1 приведены показатели степени выпханности черноземов, выщелоченных при разных видах их использования. Наиболее выпханными являются почвы бессменного чистого пара (10,5 балла), тогда как почвы залежи и бессменной озимой пшеницы, по нашей классификации, следует отнести к невыпханым. Для почв остальных вариантов опыта характерна разная степень выпханности.

Отсутствие выпханности в почвах залежи вполне закономерно, а слабую степень выпханности почв варианта бессменной озимой пшеницы можно объяснить заторможенностью биологических процессов и почвоутомлением, что согласуется с данными о составе и численности микроорганизмов в почвах этого варианта [1].

На основании представленных в табл. 1 данных можно составить предварительную шкалу степени выпханности для почв черноземного типа: к невыпханым относятся почвы, имеющие 0-3 балла; к слабовыпханым — 3—5 баллов; к средневывпханым — 5-10 баллов; к сильновывпханым — 10-15 бал-

лов. По мере увеличения объема экспериментальных данных эта шкала может уточняться. Следовательно, в наших опытах к невыпаханым следует отнести почвы под бессменными посевами озимой пшеницы и почвы с ее чередованием с кукурузой на силос, что объясняется заторможенностью биологических процессов в почве и, как следствие, накоплением ЛОВ. Слабовыпаханной оказалась почва под бессменным ячменем, парной комбинацией ячменя с озимой пшеницей и в плодосменном севообороте. Почвы остальных вариантов отнесены к средневыханным.

Предельная величина накопления ЛОВ, рассчитанная как отношение запасов ЛОВ в пахотном слое к среднегодовому количеству послеуборочных остатков, в исследуемых почвах варьирует от 2,2—2,3 в почвах вариантов бессменной сахарной свеклы и зернотравяного севооборота до 4,8 — в почвах варианта бессменной озимой пшеницы. В остальных вариантах, в т. ч. в почвах залежи, этот показатель имеет промежуточное значение.

Обращают на себя внимание пониженные показатели предельной величины накопления (ПВН) для почв вариантов «бессменный горох» и парной комбинации «пар — озимая пшеница», что можно объяснить интенсивными обработками и более низким поступлением послеуборочных остатков в почвах этих вариантов.

ЛОВ пахотных почв принадлежит ведущая роль в обеспечении растений элементами питания и прежде всего азотом. При этом особо следует отметить значение ЛОВ как регулятора степени сбалансированности питательного режима. По данным ряда авторов [3, 7, 11,

14], азот ЛОВ составляет 1-10% к общему содержанию азота.

В табл. 2 представлены данные о состоянии соединений азота в пахотном слое чернозема выщелоченного при разных видах его использования в условиях длительного опыта. Содержание общего азота в пахотном слое колеблется от 0,14—0,16% в почвах под сахарной свеклой и черного пара до 0,24% в почвах залежи с 1946 г.

В остальных вариантах его содержание варьировало в пределах 0,17-0,18%. Запасы общего азота в пахотном слое (0-30 см) составляли 4,2-7,2 т/га. Содержание азота ЛОВ зависело от состава послеуборочных остатков и варьировало от 2,1 до 2,7%, а его запасы в пахотном слое — от 40 кг/га в почвах бессменного чистого пара до 720 кг/га в почвах залежи. Можно отметить в виде тенденции увеличение запасов азота ЛОВ в пахотном слое в ряду: сахарная свекла — горох — зерновые культуры.

Несмотря на то, что определение азота ЛОВ и нитрифицирующей способности проводили в разные годы, обращает на себя внимание высокая степень соответствия этих показателей. Если учесть, что для получения 1 т зерна вместе с соломой требуется 30-40 кг азота, то имеющихся запасов ЛОВ достаточно для получения 3-5 т зерна с 1 га даже при бессменном возделывании культур.

Однако следует учитывать, что по данным ряда авторов [3, 5, 11, 14], за счет процессов минерализации ЛОВ в год высвобождается только 15-20% азота ЛОВ от общих его запасов в составе ЛОВ. То есть, фактически в условиях нашего опыта за счет азота ЛОВ можно получить зерна с 1 га в пределах 1 т.

**Состояние соединений азота в пахотном слое чернозема выщелоченного
при разных видах его использования**

Вариант	N _{общ}		N _{ЛОВ}		НСП, N-NO ₃		N _{ЛОВ} , % к N _{общ}	Высвоб ждение N в год, к
	% к почве	т/га	% к ЛОВ	кг/га	мг/кг	кг/га		
Залежь с 1946 г.	0,24	7,2	2,4	720	74,0	222,0	10	80
Залежь с 1991 г.	0,18	5,4	2,3	345	—	—	6,4	38
Черный пар с 1972 г.	0,16	4,8	2,7	40	15,2	45,6	0,8	—
Бессменные культуры (1973–1990 гг.)								
Оз. пшеница	0,17	5,1	2,1	315	18,3	54,9	6,2	28
Ячмень	0,18	5,4	2,3	276	25,1	75,3	5,1	31
Горох	0,17	5,1	2,7	210	34,2	102,6	4,1	26
Кукуруза на силос								
Сахарная свекла	0,16	4,8	2,4	324	40,1	120,3	6,7	33
	0,14	4,2	2,6	140	56,4	169,2	3,3	20
Парные комбинации (1973–1990 гг.)								
Чистый пар — оз. пше- ница	0,17	5,1	2,3	255	40,3	120,9	5,0	31
Горох — оз. пшеница	0,18	5,4	2,2	270	46,3	138,9	5,0	26
Кукуруза — оз. пше- ница	0,17	5,1	2,3	289	37,4	111,6	5,6	33
Ячмень — оз. пшеница	0,18	5,4	2,2	290	41,3	123	5,4	29
Севообороты (1973–1990 гг.)								
Зернопропашной	0,18	5,4	2,3	207	43,1	129,3	3,8	22
Плодосменный	0,17	5,1	2,4	252	55,5	165,5	4,9	30
Зернотравяной	0,18	5,4	2,6	265	60,1	180,3	4,9	40
НСР ₀₅	0,01	—	0,1	—	10,3	—	—	—

Это согласуется с расчетными показателями скорости обновления ЛОВ. Исходя из времени обновления ЛОВ на 96% (см. табл. 1), при общих урожаях зерна 3-5 т/га сбор зерна за счет ЛОВ может составлять только 20-30%.

В то же время по данным Н.Ф. Ганжары [3], за оптимальное содержание ЛОВ в почвах приняты запасы азота ЛОВ, достаточные для получения 50% урожая, а остальные 50% урожая формируются за счет минеральных удобрений.

В данном опыте мы не смогли ответить на вопрос о влиянии минеральных удобрений на состояние органического вещества почв и соединений азота. Применение минеральных удобрений увеличивало количество послеуборочных остатков на 15-20%. Такое увеличение массы послеуборочных остатков не

проявилось в достоверном изменении состояния органического вещества и азотного фонда почв.

Состояние органического вещества и соединений азота в севооборотах с различным насыщением бобовыми культурами

Возделывание бобовых культур способствует накоплению в почве биологического азота. Биохимический состав их послеуборочных остатков сходен с таковым подстилочного навоза. В этой связи в условиях значительного дефицита навоза в земледелии зоны бобовые культуры должны стать одним из ведущих факторов интенсификации воспроизводства плодородия черноземных почв и сбалансированного питания растений.

Изучение влияния насыщения севооборотов бобовыми культурами на состояние органического вещества

проводили в четырех 7-польных севооборотах.

Поскольку деланки этого опыта были заложены (в 1991 г.) на месте предыдущего опыта и совпадали с ними по размерам, то представлялось важным выявить произошедшие изменения (за 2 ротации) в составе органического вещества не только в почве этих севооборотов, но и изменения, которые произошли в почвах деланок за 14 лет смены схемы опыта, т. е. по сравнению с 1991 г.

Исследованиями установлено (табл. 3), что изучаемые севообороты существенно различались по поступлению в почву массы послеуборочных остатков. Так, в севообороте с черным паром (№ 4) она составила в среднем за год 6,5 т/га, а в севооборотах № 2 и № 3 — 8,5 т/га. Большая масса поступающих в почву послеуборочных остатков в последних двух севооборотах объясняется возделыванием в них люцерны (по два поля).

Неодинаковая масса поступающих в почву изучаемых севооборотов послеуборочных остатков (свежего органического вещества) обуслови-

ла различия в содержании разных форм органического вещества почвы. Прежде всего следует отметить, что за годы опытов по сравнению с исходным (1991 г.) содержание гумуса увеличилось с 3,4-3,7% до 4,2—4,5%, ЛОВ — с 0,2-0,4% до 0,5-0,7%, доля ЛОВ в гумусе — с 6-12% до 12-17%.

В изученных севооборотах соответственно снизились по сравнению с вариантами бессменного возделывания и парными комбинациями зерновых культур степень выпанности почв (до 0-3,0 балла), предельная величина накопления ЛОВ от поступления 1 т свежего органического вещества и период обновления ЛОВ (до 6,3-7,5 лет). Однако в этих вариантах по сравнению с вариантами бессменного возделывания сахарной свеклы, гороха и 3 изучавшимися тогда 4-польными севооборотами эти показатели изменились незначительно.

Вместе с тем следует отметить, что в 7-польных севооборотах ежегодно обновлялась абсолютная масса ЛОВ, в 2-3 раза превышающая массу ЛОВ во всех без исключения вариантах предыдущего опыта.

Таблица 3

Состояние органического вещества в пахотном слое в севооборотах с разным насыщением бобовыми культурами

ПКО + навоз, т/га сух. в-ва	Гумус, %	ЛОВ, %	ЛОВ к гумусу, %	Степень выпанности, балл	ПВН ЛОВ, т/га	T _{0,96} ЛОВ, лет	Детрит, %	ПОВ, %
Севооборот № 1: сидеральный пар — оз. пшеница — сахарная свекла — горох — оз. пшеница — кукуруза на силос — ячмень								
7,6	4,27	0,52	12,2	2,8	2,1	6,3	0,28	0,48
Севооборот № 2: пар занятый — оз. пшеница — сахарная свекла — люцерна 1-го г.п. — люцерна 2-го г.п. — кукуруза на силос — соя								
8,5	4,43	0,72	16,2	0,0	2,5	7,5	0,42	0,60
Севооборот № 3: пар занятый — оз. пшеница — сахарная свекла — люцерна 1-го г.п. — люцерна 2-го г.п. — кукуруза на силос — ячмень								
8,5	4,55	0,66	14,5	0,5	2,3	6,9	0,39	0,54
Севооборот № 4: пар черный — оз. пшеница — сахарная свекла — горох — оз. пшеница — соя — кукуруза на силос								
6,65	4,17	0,50	12,0	3,0	2,3	6,9	0,29	0,42
НСР ₀₅	0,20	0,10	—	—	—	—	0,12	0,07

При сравнении состояния органического вещества в севооборотах между собой было установлено, что органическое вещество почв 2-го и 3-го севооборотов характеризовалось более бла-

гоприятными параметрами исследуемых показателей.

За 14 лет после изменения схемы опыта существенно изменилось состояние соединений азота в почве (табл. 4).

Таблица 4

Состояние соединений азота в пахотном слое чернозема выщелоченного в севооборотах с разным насыщением бобовыми культурами

N _{общ.}		N _{лов}		НСП- N- NO ₃		N _{лов, к} N _{общ., %}	Высвобождение N _{лов} , кг/га в год
% к массе почв	т/га	% к ЛОВ	кг/га	мг/кг	кг/га		
Севооборот № 1: сидеральный пар — оз. пшеница — сахарная свекла — горох — оз. пшеница — кукуруза на силос — ячмень							
0,23	6,9	2,4	374	26,8	80,4	5,4	59
Севооборот № 2: пар занятый — оз. пшеница — сахарная свекла — люцерна 1-го г.п. — люцерна 2-го г.п. — кукуруза							
0,24	7,2	2,7	583	68,4	205	8,1	78
Севооборот № 3: пар занятый — оз. пшеница — сахарная свекла — люцерна 1-го г.п. — люцерна 2-го г.п. — кукуруза на силос — ячмень							
0,24	7,2	2,7	534	72,5	217	7,4	77
Севооборот № 4: черный пар — оз. пшеница — сахарная свекла — горох — оз. пшеница — соя — кукуруза на силос							
0,22	6,6	2,3	345	34,2	103	5,2	50
НСП₀₅							
0,01	—	0,1	—	11,4	—	—	—

В связи с увеличением в пахотном слое почв 2-го, 3-го и 4-го севооборотов запасов ЛОВ увеличились и запасы M_{лов}. В почвах 2-го и 3-го севооборотов заметно возросла нитрифицирующая способность (НСП). Высвобождаемого количества KГ_{лов} стало достаточно для получения 1,5-2 т зерна, т. е. практически в 2 раза больше по сравнению с возможностями почв предыдущего опыта.

Фактическая же прибавка урожая была несколько ниже, и по ряду возделываемых культур она достигала 30-40%.

Выводы

1. При бессменном возделывании пропашных культур (сахарная свекла, горох) по сравнению с зерновыми (ячмень,

озимая пшеница) в почве меньше накапливалось ЛОВ, возрастала степень выпханности, скорость обновления ЛОВ, снижалась предельная величина его накопления. При возделывании культур в парных комбинациях на состоянии органического вещества почв отражалось влияние двух культур.

2. В условиях зернопропашного, плодосменного и зернотравяного 4-польных севооборотов показатели состояния органического вещества характеризовались как средние из 4 показателей, характерных для почв под каждой отдельно взятой культурой, возделываемой бессменно.

3. насыщение севооборотов бобовыми культурами, в т. ч. люцерной, существенно повышало количество и качество послеуборочных остатков в почве, уровень содержания гумуса, ЛОВ и ПОВ, ускоряло темпы разложения послеуборочных остатков предшествующих куль-

тур. В почвах севооборотов с бобовыми культурами почти в 2 раза повышалась нитрифицирующая способность и вероятное высвобождение азота ЛОВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Верзилин В.В.* Влияние способов возделывания озимой пшеницы на биологическую активность выщелоченного чернозема. Научн. труды / Воронежский СХИ, 1984. С. 31-38. — 2. *Ганжара Н.Ф.* Концептуальная модель гумусообразования // Почвоведение, 1997. № 9. С. 1075-1080. — 3. *Ганжара Н.Ф.* Гумус, свойства почв и урожай // Почвоведение, 1998. № 7. С. 812-819. — 4. *Ганжара Н.Ф., Байбеков Р.Ф., Верзилин В.В.* Состояние органического вещества дерново-подзолистых и черноземных почв в условиях длительного применения удобрений // Агрехимический вестник, 2003. № 3. С. 24-25. — 5. *Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф.* Практикум по почвоведению. — М.: Агроконсалт, 2002. — 6. *Гакжара Н. Ф., Миренков С.Ю., Родионова Н.П.* Легкоразлагаемое органическое вещество как источник гумуса и минерального азота в дерново-подзолистых почвах // Изв. ТСХА, 2001. Вып. 4. С. 69-80. — 7. *Ганжара Н. Ф., Надежкин Е.В., Надежкина С.М.* Агроэкологическая оценка азотного фонда черно-

земных почв лесостепи Приволжской возвышенности // Изв. ТСХА, 2003. Вып. 4. С. 3-14. 8. *Кирюшин В.И.* Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах / В.И. Кирюшин, Н.Ф. Ганжара, И.С. Кауричев и др. М.: Изд-во МСХА, 1993. — 9. *Козут Б.М.* Трансформация гумусового состояния черноземов при их с.-х. использовании // Почвоведение, 1998. № 7. С. 794-802. — 10. *Кононова М.М.* Органическое вещество. М.: Наука, 1963. — 11. *Надежкин С.М.* Органическое вещество почв лесостепи Приволжской возвышенности и пути его регулирования // Пензенская ГСХА, 1999. — 12. *Пономарева В.В., Николаева Т.А.* Содержание и состав гумуса в черноземах Стрелецкой степи под различными угодьями / Тр. Центр-Чернозем, государств, заповедника им. проф. В.А. Алехина. М.: Изд-во МГУ, 1965. Вып. 8. С. 209-235. — 13. *Придворев Н.И.* Научные основы оптимизации содержания органического вещества в черноземе выщелоченном: Автореф. докт. дисс. Воронеж. — 14. *Шарков И.Н.* Минерализация и баланс органического вещества в почвах агроценозов Западной Сибири. Автореф. докт. дисс. Новосибирск, 1997. — 15. *Черкинский А.Е.* Радиоуглеродный возраст почвенного органического вещества и его значение для теории гумификации: Автореф. канд. дисс. М., 1985.

*Статья поступила
21 марта 2005 г.*

SUMMARY

Organic matter condition and nitrogen compounds of black earth leached, depending on ways of crop cultivation. Long-terms experiments proved the influence of permanent crops, pair combinations, various kinds of crop rotation, including satiation them with leguminous crops on organic matter condition and nitrogen compounds of leached black earth in central part of Russia. It was suggested to evaluate the degree of black earth exhaustion considering relative detrit and mobile organic matter content forming general humus on a scale of one to 15.