УДК 631.41

Изменение химического состава чернозема типичного Курской области при переводе бессменного пара в залежь

Мамонтов В.Г.¹, Рогова О.Б.², Панова П.Ю.¹, Беляева С.А.¹

¹РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

²Почвенный институт имени В.В. Докучаева

Аннотация

Через 20 лет после замены бессменного пара залежью в черноземе типичном возросло содержание основных органогенных элементов: углерода на 43%, водорода на 31%, азота на 25%. При этом восстановление содержания органического углерода происходит очень медленно, со скоростью примерно 0,05% в год, что необходимо учитывать при регулировании гумусового состояния пахотных почв. Содержание основных макроэлементов – кремния, алюминия, железа, калия, натрия, составляющих основу минеральной части почвы, за этот период существенно не изменилось. В то же время в верхней части профиля залежного чернозема типичного увеличилось содержание некоторых минеральных элементов, активно вовлекаемых в биологический круговорот веществ. В первую очередь это касается таких элементов как фосфор, хром, свинец, сера и цинк, в меньшей мере марганца, кальция и магния

Ключевые слова: ЧЕРНОЗЕМ ТИПИЧНЫЙ, БЕССМЕННЫЙ ПАР, ЗАЛЕЖЬ, МАКРОЭЛЕМЕНТЫ, МИКРОЭЛЕМЕНТЫ

Введение

В конце прошлого века значительные площади сельскохозяйственных земель в России были заброшены и превратились в залежь. Это явление наблюдалось во всех природных зонах, в том числе и в черноземной. Общая площадь бывших сельскохозяйственных угодий, перешедших в категорию залежных земель, составляет в России более 4,9 млн га [1]. Заращение бывших пахотных угодий естественной травянистой растительностью сопровождается изменением биогеохимического круговорота веществ лежащего в

основе почвообразования. Это влечет за собой изменение интенсивности и направленности элементарных почвенных процессов, что отражается на свойствах и режимах почв. Изучение особенностей функционирования почв, выведенных из активного сельскохозяйственного использования, имеет научное значение, связанное с прогнозом их развития [2, 3]. Также изучение залежных почв перспективно для разработки отдельных аспектов практических мероприятий по повышению плодородия почв старопахотных угодий, в частности улучшения их гумусового состояния.

К настоящему времени получен определенный объем информации, касающийся особенностей изменения свойств почв при трансформации пахотных угодий в залежь. В большинстве случаев отмечается улучшение физических свойств залежных почв по сравнению со старопахотными, в значительной мере обусловленное их лучшей агрегированностью [4, 5, 6]. В почвах залежи увеличивается содержание гумуса [2, 3, 5, 6] при этом в составе органического вещества существенно возрастает доля негумифицированных органических остатков [6]. Наряду с этим в почвах залежей заметно изменяются относительно динамичные физико-химические характеристики почв: реакция среды, сумма обменных оснований, содержание водорастворимого гумуса и подвижного фосфора, миграционных форм свободных карбонатов, активность ряда ферментов [7-11].

В целом, как отмечают исследователи, перевод пахотных почв в залежное состояние способствует восстановлению их основных признаков и свойств до уровня присущего целинным зональным почвам [3, 8].

Скорость и полнота восстановления признаков и свойств почв сельскохозяйственного назначения, оставленных в залежь до показателей характерных для их естественных аналогов будет, по-видимому, во многом зависеть от исходного состояния почв выведенных из сельскохозяйственного оборота.

Направленность и глубина изменений свойств почв под влиянием сельскохозяйственного использования в значительной мере обусловлены уровнем соответствия характера землепользования естественным условиям почвообразования.

На участках занятых культурами сплошного сева, особенно многолетними травами, в какой-то мере имитируется естественный процесс почвообразования. Гораздо более сильное антропогенное воздействие на почву присуще участкам занятым пропашными культурами. Наиболее сильное антропогенное воздействие на почву наблюдается на

участках с чистым паром [12], под влиянием которого происходит существенное изменение почвенных свойств и режимов вплоть до трансформации минералогического состава [13].

Наименее благоприятная ситуация для восстановления утраченных характеристик при вовлечении пахотных почв в залежь будет присуща почвам агроландшафтов подвергшихся сильной деградации, особенно учитывая тот факт, что отдельные виды деградации могут быть необратимыми [14].

Химический состав относится к числу фундаментальных свойств почвы и является ее важнейшей характеристикой [15]. Установлено, что в черноземной зоне происходят весьма существенные преобразования химического состава почв под влиянием агрогенеза вследствие перехода химических элементов из одних соединений в другие [16]. При этом в черноземах длительное время подвергавшихся экстенсивному сельскохозяйственного использования отмечаются отдельные виды химической деградации [17].

Поэтому выявление особенностей изменения химических свойств чернозема типичного, являющегося важнейшим представителем почв черноземной зоны в результате трансформации бессменного пара в залежь имеет научное и практическое значение.

Объекты и методы

Образцы чернозема типичного были отобраны на стационарном полевом опыте Петринского опорного пункта Курского НИИ АПП, заложенном в 1964 г. Изучались следующие варианты опыта: бессменный пар (54 года). Размер делянки 296 м². В 1998 г. 2/3 участка пара было оставлено под бессменное парование, а 1/3 участка отведена под залежь, возраст которой к моменту отбора образцов составил 20 лет. Образцы отбирались из слоя мощностью 0-20 см. Содержание С, Н и N определяли на автоматическом CHNS-анализаторе vario Micro cube в индивидуальных образцах в 3-кратной повторности и находили средние значения. Элементный состав определяли в смешанных образцах рентгенфлюоресцентным методом на анализаторе состава вещества РеСПЕКТ.

Результаты исследований

Согласно полученным ранее данным [5] под влиянием залежи в верхнем слое чернозема типичного мощностью 0-20 см произошло снижение величина рН с 6,42 до 6,22 и

содержания подвижного фосфора с 177,8 до 97,0 мг/100 г почвы. В тоже время содержание обменного кальция увеличилось на 1,9, а гидролитической кислотности на 1,03 мг-экв/100 г почвы, содержание органофосфатов на 50,9 мг/100 г почвы. Количество водостойчивых агрегатов возросло с 7,60 до 60,5%. Агрегирование почвенной массы способствовало уменьшению содержания водопептизируемого ила с 3,81 до 1,82%.

В результате зарастания парового участка естественной травянистой растительностью изменились масштабы биологического круговорота веществ, и количества поступающих в почву растительных остатков, что отразилось на содержании элементов органофилов (табл. 1).

Таблица 1. Влияние замены бессменного пара залежью на содержание элементов органофилов в черноземе типичном Курской области, $M \pm m \cdot t_{05}$, %

Вариант	C	H	N
Бессменный пар	2,43±0,17	0,81±0,13	0,24±0,04
Залежь	3,48±0,22	1,06±0,07	0,30±0,01

Под влиянием залежи в черноземе типичном содержание основных элементов органофилов увеличилось: углерода с 2,43 до 3,48%, водорода с 0,81 до 1,06%, азота с 0,24 до 0,30%. Из элементов органофилов в наибольшей мере возросло содержание органического углерода, количество которого увеличилось в 1,4 раза, тогда как количество водорода и азота возросло в 1,3 раза. Это согласуется с неоднократно отмечавшимся многими исследователями увеличением содержания гумуса в почвах залежи [3, 4, 6,9]. При этом в черноземе залежи активно протекают и минерализационные процессы, о чем можно судить по менее заметному приросту содержания водорода и азота по сравнению с углеродом. Водород и азот, преимущественно входящие в состав алифатических соединений новообразованных гумусовых веществ, активно утилизируются микроорганизмами, тогда как углерод, в большей мере локализованный в составе устойчивых циклических соединений, накапливается в почве. Об этом свидетельствует и некоторое сужение отношений H:C и N:C при переходе от пара к залежи с 0,33 до 0,31 и 0,10 до 0,09 соответственно.

По-видимому, в первое время обогащение старопахотных почв гумусом после перевода их в залежь происходит преимущественно за счет устойчивых циклических соединений формирующих молекулы гуминовых кислот.

Некоторые изменения произошли и с содержанием основных химических элементов, слагающих минеральную часть чернозема (табл. 2).

Таблица 2. Влияние замены бессменного пара залежью на содержание основных конституционных элементов в черноземе типичном Курской области, %

Вариант	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	R ₂ O ₃	Na ₂ O	SiO ₂ /R ₂ O ₃
Бессменный пар	68,36	12,62	4,14	0,76	17,52	0,84	7,81
Залежь	67,03	12,55	4,21	0,77	17,53	0,87	7,67

В черноземе бессменного пара преобладает оксид кремния, содержание которого составило 68,36%. В залежном черноземе его количество имеет тенденцию к снижению и составило 67,03%, что может быть обусловлено интенсивным потреблением кремния многолетней травянистой растительностью и активным вовлечением в биологический круговорот веществ [18].

Содержание остальных химических элементов, слагающих основу минеральной части чернозема, заметно ниже и находится в следующих пределах: Al₂O₃ – 12,62-12,55%, Fe₂O₃ – 4,14-4,21%, Na₂O – 0,84-0,87 %, TiO₂ – 0,76-0,77, величина R₂O₃ равна 17,52-17,53. В целом в результате трансформации бессменного пара в залежь за 20 лет содержание этих химических элементов в черноземе типичном практически не изменилось, что может свидетельствовать о стабильности его минеральной части. Об этом же может свидетельствовать практически не изменившаяся величина молекулярного отношения SiO₂/R₂O₃.

Содержание некоторых биофильных элементов в черноземе бессменного пара и залежи приведено в таблице 3.

Таблица 3. Влияние перевода бессменного пара в залежь на содержание биофильных элементов в черноземе типичном Курской области, %

Вариант	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	$\frac{P_2O_5}{SO_3}$
Бессменный пар	1,09	1,30	1,89	0,19	0,28	0,68

Залежь	1,17	1,34	1,83	0,24	0,32	0,75

Перевод бессменного пара в залежь неоднозначно отразился на валовом содержании в черноземе важнейших биофильных элементов. Содержание СаО находится в пределах 1,09-1,17%, MgO – 1,30-1,34%, а K₂O – 1,89-1,83. Содержание этих элементов за период нахождения чернозема типичного в состоянии залежи практически не изменилось. В тоже время под влиянием залежи в черноземе типичном возросло содержание SO₃ с 0,28 до 0,32%, а P₂O₅ с 0,19 до 0,24%, что, по-видимому, обусловлено аккумуляцией этих элементов в органическом веществе почвы. При этом аккумуляция P₂O₅ в черноземе протекает более интенсивно по сравнению с SO₃. Об этом можно судить по величине отношения P₂O₅/ SO₃ изменившейся с 0,68 в черноземе бессменного пара до 0,75 в черноземе залежи.

Содержание микроэлементов в черноземе бессменного пара и залежи приведено в таблице 4.

Таблица 4. Влияние перевода бессменного пара в залежь на содержание микроэлементов в черноземе типичном Курской области, мг/кг

Вариант	Mn	Cr	Rb	Zn	Y	Ga	Pb
пар	6115	55	90	58	36	24	15
залежь	6656	123	94	66	36	25	21

Среди микроэлементов в черноземе типичном преобладает Mn, содержание которого в черноземе пара составило 6115 мг/кг почвы, а в черноземе залежи возросло до 6656 мг/кг почвы. Содержание Cr изменилось с 55 мг/кг почвы в черноземе бессменного пара до 123 мг/кг почвы в залежном черноземе. Слабо выраженная тенденция к увеличению содержания в залежном черноземе обнаруживается у Rb, Zn и Pb тогда как количество Y и Ga осталось без изменения.

Выводы

1. В результате перевода бессменного пара в залежь повысился уровень гумусированности чернозема типичного, о чем можно судить по увеличению содержания органи-

ческих углерода, водорода и азота количество которых в почве залежи возросло на 1,05, 0,25 и 0,06% соответственно.

2. Изменение биологического круговорота веществ способствовало аккумуляции в верхней части профиля чернозема и ряда минеральных элементов, из которых наиболее активно аккумулируются Cr, P₂O₅, Pb, SO₃ и Zn в меньшей мере – Mn, Ca Mg

Список использованных источников

1. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2016 г. М.: Росреестр, 2017. 220 с.
2. Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О. Запасы органического углерода в почвах Российской Федерации: современные оценки в связи с изменением системы землепользования. Доклады Академии наук. 2009. Т. 426. № 1. С. 132-134
3. Русанов А.М., Тесля А.В. Изменение основных свойств степных черноземов как результат их постагрогенной трансформации //Вестник ОГУ. 2012. № 6 (142). С. 98-101
4. Титлянова А.А., Самбуу А.Д. Сукцессии в травяных экосистемах. – Новосибирск:Изд-во СО РАН, 2016 – 191 с.
5. Мамонтов В.Г., Артемьева З.С., Лазарев В.И., Родионова Л.П., Крылов В.А., Ахмедзянова Р.Р. Сравнительная характеристика свойств целинного, пахотного и залежного чернозема типичного Курской области // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2020. Вып. 101. С. 182-201.
6. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, бывших из активного сельскохозяйственного оборота / Под редакцией акад. Г. А. Романенко.М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008 —64 с.
7. Матвеева Е.Ю. Залежь как прием восстановления стабильности агроэкосистем //Аграрный вестник Урала. 2009. № 4. С. 61-63
8. Филимонова Д.А., Миллер Г.Ф., Соловьев С.В., Безбородова А.Н. Сравнение почвенных характеристик молодых и средневозрастных залежей эрозионно-опасных территорий юга Западной Сибири // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 10-1. – С. 23-27
9. О.А. Сорокина О.А., В.В. Токачук В.В. А.Н. Рыбакова А.Н. Постагрогенная трансформация серых лесных почв залежей. Красноярск. 2016. –239с.
10. Булышева А.М., Хохлова О.С., Бакунович Н.О., Русаков А.В. Мякшина Т. Н. Рюмин А.Г. Изменение карбонатного состояния черноземов Приазовья при переходе их из пашни в залежь // Почвоведение, 2020. № 8. С. 1025-1038
11. Мясникова М.А., Казеев К.Ш., Ермолаева О.Ю., Черникова М.П., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Козунь Ю.С. Биологические свойства разновозрастных постагро-

генных черноземов Ростовской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 18, №2(2), 2016. С. 452-456

12. Van den Bygaart A.J., Bremer, E., B.G. McConkey, B.H. Ellert, H.H. Janzen, D.A. Angers, M.R. Carter, C.F. Drury, C.F., G.P. Lafond and R.H. McKenzie. Impact of sampling depth on differences in soil carbon stocks in long-term Agroecosystem experiments // Soil Science Society America Journal. 2011. 75 (1). P.226-234.

13. Чижикова Н.П., Сапожников П.М., Иванов Д.Ю. Влияние удобрений и пара на тонкодисперсную часть черноземов // Почвоведение. - 1992. - № 12. - С. 93-105.

14. Мамонтов В.Г., Панов Н.П. Деградация почв и ее классификация // Актуальные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии. М.: МСХА. 2004. - С. 52-56

15. Карпачевский Л.О. Экологическое почвоведение. М.: ГЕОС. 2005. 336 с.

16. Антропогенная эволюция черноземов // Под ред. Щербакова А.П. и Васенева И.И. Воронеж.: 2000. 412 с.

17. Крупенников Чернозем. Возникновение, совершенство, трагедия деградации, пути охраны и возрождения. Кишинев.: Pontos. 2008. 288 с.

18. Фокин А.Д., Торшин С.П. Растения в жизни почв и наземных экосистем. Рига.: LAP. 2020. 192 с.

Цитирование:

Мамонтов В.Г., Рогова О.Б., Панова П.Ю., Беляева С.А. Изменение химического состава чернозема типичного Курской области при переводе бессменного пара в залежь // АгроЭкоИнфо. – 2021, №1. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2021/1/st_103.pdf

Индекс DOI:

<https://doi.org/10.51419/20211103>