

УДК 631.4

ГУМУСНОЕ И АЗОТНОЕ СОСТОЯНИЕ ЦЕЛИННЫХ ПАХОТНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ

© 2013 г. И. Е. Королёва, И. И. Лебедева,
А. М. Гребенников

*Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии,
119017, Москва, Пыжевский пер., 7*

На количественном уровне по основным показателям охарактеризовано плодородие целинных черноземов в зонально-подзональном аспекте. Прослежены изменения азотного и гумусового состояния при начальной стадии освоения. По запасам гумуса и азота черноземы лесостепи и степи имеют существенные различия: наибольшие запасы гумуса и азота сосредоточены в миграционно-мицелиарных (типичных) черноземах, наименьшие – в текстурно-карбонатных (южных). Намечен прогноз агроэволюции черноземов при усилении антропогенного воздействия.

Ключевые слова: агроэволюция черноземов, состав гумуса, формы азота.

При сельскохозяйственном освоении целинных и залежных черноземов запасы гумуса и азота (основных составляющих плодородия) в их верхних горизонтах заметно уменьшаются. Это связано как с исчезновением естественного покрова многолетней травянистой растительности, ежегодно обогащающей почву органическим веществом, так и с выносом большого количества биофильных элементов урожаем культур. Снижение запасов гумуса и азота происходит до определенного уровня, величина которого зависит от почвенно-климатических условий зоны, длительности и продолжительности антропогенного воздействия на почву.

Природное плодородие черноземов обусловлено аккумуляцией деятельностью естественной растительности и микроорганизмов, способствующих концентрированию зольных элементов и азота в виде органических остатков, гумуса и минеральных веществ за длительное время почвообразования.

Иллюстрацией к сказанному служит комплексное изучение эволюции черноземных почв по питательному режиму в Центральном

Таблица 1. Роль травостоя в балансе азота на типичных черноземах

Участок степи	Глубина взятия образца, см	Вес воз- душно- сухих корней, т/га	Содержание общего азота, %				корни
			травостой				
			бобовые	злаки	разнотравье	среднее	
Стрелецкая степь: некосимая	0–30	18.5	2.37	1.58	1.53	1.61	1.24
	30–50	1.6	–	–	–	–	1.26
косимая	0–30	16.3	2.24	1.36	1.61	1.62	1.25
	30–50	1.3	–	–	–	–	1.15
Попереченская степь	0–30	14.1	2.51	1.24	1.74	1.39	1.13
	30–50	1.6	–	–	–	–	–

Черноземном заповеднике им. В.В. Алехина Стрелецкой степи (Курская обл.) и в Попереченской степи (Пензенская обл.). Полученные данные (Болотина, 1965) дают представление о роли травостоя в азотном режиме степных черноземов (табл. 1).

На некосимой степи азот, остающийся с растительным отмирающим покровом («степной войлок») в количестве 26–35 кг/га, составляет 0.20–0.27% общего азота почвы в слое 0–30 см.

Поступление азота в целинные черноземы с надземной и корневой массой растительности на некосимой степи составляет 69–85 кг/га в год. Биологическая масса, образующаяся в природных экосистемах, потребляется, перераспределяется и разрушается внутри этих экосистем. Влияние минерального состава растений на почвообразовательный процесс и формирование почвенного плодородия сильно меняется в зависимости от характера растительного покрова и водного режима местности.

Травянистые агроценозы на типичном черноземе характеризуются отношением надземной части фитомассы к массе корней, как 1 : 9; 1 : 12 (Ковда, 1956).

Интенсивный биологический круговорот минеральных веществ под покровом травянистой растительности способствует максимальному накоплению элементов минерального и азотного питания в горизонтах высокогумусовых луговых и черноземных почв.

Таблица 2. Запасы гумуса и азота в черноземах ЦЧП, т/га (Шконде и др., 1974)

Подтип чернозема	Запасы гумуса			Запасы азота		
	слой, см					
	0–20	0–100	0–160	0–20	0–100	0–160
Оподзоленный	120–160	410–450	430–480	6–8	16–20	18–24
Выщелоченный	130–175	480–620	450–670	7–10	18–27	22–32
Типичный	160–210	650–780	720–860	8–12	23–30	26–35
Обыкновенный	130–150	490–560	550–630	7–8	17–24	21–28
Южный	90–120	310–400	350–440	5–6	11–14	13–17

Накопление в почве гумусовых веществ и азота является важнейшим показателем почвообразовательного процесса и плодородия почв (Фрид и др., 2010), причем между содержанием гумуса и азота существует тесная корреляция. Это связано с тем, что весь почвенный азот (за исключением природно-фиксированного и незначительного поступления с атмосферными осадками) является результатом биологической аккумуляции: около 90% азота почвы находится в органической форме, генетически связанной с гумусом (Королева, 1972; Гамзиков, 1981).

По запасам гумуса и азота черноземы лесостепи и степи имеют существенные различия (табл. 2). Наибольшие запасы гумуса сосредоточены в миграционно-мицелярных (типичных) черноземах, минимальные – в текстурно-карбонатных (южных).

Минерализация гумуса и азота в зональных подтипах чернозема отличается интенсивностью, обусловленной различными гидрологическим и температурным режимами, и прослеживается в общих географических закономерностях. При распашке и длительном сельскохозяйственном использовании целинных и залежных черноземов наблюдается заметное уменьшение содержания гумуса и азота, а также их запасов как в пахотном горизонте, так и в слое 0–50 см (Адерихин и др., 1971).

В агрочерноземах минерализация гумуса и органического азота интенсивно происходит в первые годы освоения, после чего процесс замедляется и стабилизируется на уровне, зависящем от величины антропогенного воздействия. Установлено, что в агрочерноземах наряду с уменьшением общего содержания гумуса, наблюдается абсолютное уменьшение (от веса почвы) всех групп

гумусовых веществ (гуминовых и фульвокислот, негидролизуемого остатка). Однако относительное содержание отдельных групп гумусовых веществ в составе гумуса агрочерноземов изменяется незначительно и остается характерным для данного типа почв (Кононова, Бельчикова, 1961; Лаврентьев, 1966; Пономарева, Николаева, 1965).

По данным Болотиной (1950), при распашке черноземов Стрелецкой степи достоверные изменения в содержании гумуса были отмечены для верхней толщи мощностью 40 см, различия по этому показателю для более глубоких почвенных слоев были незначительными.

Азотный фонд зональных подтипов черноземов имеет свои особенности. При длительной распашке и окультуривании черноземов происходит мобилизация устойчивых запасов азота гумуса и фиксированного аммония глинистых минералов. Важнейшим показателем этого процесса является увеличение в корнеобитаемом слое запасов минерального и легкогидролизуемого азота.

В табл. 3 приведены общее содержание и формы азота в подтипах черноземов разного культурного состояния. Сравнительная оценка подвижности азота в пахотном и целинном выщелоченном черноземе Орловской опытной станции (разр. 24 и 26) показала, что в пахотной почве в 3 раза увеличилось содержание минерального азота (с 0.1 до 0.3 т/га) по всему метровому профилю за счет некоторого уменьшения количества трудногидролизуемой (с 5 до 4 т/га) и негидролизуемой фракций (с 21 до 17 т/га).

Значительный интерес представляют данные по формам азота в типичных черноземах, наиболее богатых гумусом и общим азотом. Уникальным объектом для изучения форм азота является типичный тяжелосуглинистый чернозем Центрально-Черноземного степного заповедника. Здесь целинная почва некосимой степи (разр. 36) сравнивалась с почвой смежного участка 75-летней пашни (разр. 37). Вследствие слабой окультуренности (возделывание зерновых без внесения удобрений) рассматриваемого чернозема за сравнительно короткий срок сельскохозяйственного использования содержание и запас минерального азота в метровом слое целины и пашни практически не изменились (0.26 и 0.24 т/га). Запас легкогидролизуемого азота в почве пашни был

больше на 0.3 т/га, чем под целиной (увеличивался с 1.5 до 1.8 т/га). Количество трудно- и легкогидролизующего азота проявляло слабовыраженную тенденцию уменьшения в пахотной почве.

Южные черноземы характеризуются сравнительно низкими запасами гумуса и азота из-за высокой минерализации органического вещества и менее выраженной его аккумуляции в профиле почвы. В целинном (разр. 10) и пахотном (разр. 9) южном глинистом черноземе Богучаровского района Воронежской области отмечалось очень низкое содержание минерального и

Таблица 3. Общее содержание и формы азота в черноземах ЦЧП (Шконде и др., 1974)

Глубина, см	Общий азот, %	Форма азота							
		минеральный		легкогидролизующий		трудногидролизующий		негидролизующий	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Разр. 26. Выщелоченный тяжелосуглинистый чернозем, Орловская опытная станция, косиная залежь									
0–20	0.37	14	0.4	305	8	639	17	2782	78
0–100	–	–	(0.1)*	–	(2.1)	–	(5.0)	–	(21.6)
Разр. 24. Там же, старопашка									
0–20	0.34	66	2.0	245	7	453	13	2637	78
0–100	–	–	(0.3)	–	(1.8)	–	(4.1)	–	(17.1)
Разр. 36. Типичный тяжелосуглинистый чернозем Центрально-Черноземный заповедник, некосиная степь, Курская область									
0–20	0.37	39	1.1	307	8	735	19	2546	72
0–100	–	–	(0.26)	–	(1.5)	–	(4.1)	–	(16.4)
Разр. 37. Там же, пашня									
0–20	0.29	32	1.2	258	9	543	19	2011	71
0–100	–	–	(0.24)	–	(1.8)	–	(3.7)	–	(14.9)
Разр. 10. Южный глинистый чернозем, Воронежская область, Богучарский район, целина									
0–20	0.33	24	0.7	180	5	597	18	2511	76
0–100	–	–	(0.09)	–	(1.0)	–	(4.2)	–	(17.4)
Разр. 9. Там же, пашня									
0–20	0.29	24	0.9	177	6	735	26	1991	68
0–100	–	–	(0.15)	–	(1.1)	–	(4.1)	–	(16.1)

Примечание. 1 – мг/кг почвы; 2 – % от общего азота.

* В скобках дано содержание фракций азота в слое 0–100 см, т/га.

легкогидролизующего азота при высоком уровне трудногидролизующей фракции. В то же время при сельскохозяйственном использовании южного чернозема запас минерального азота в метровом слое увеличился в 1.5 раза (с 0.09 до 0.15 т/га). При этом запас негидролизующего азота уменьшился (с 17.4 до 16.1 т/га), что особенно было заметно в верхнем слое (0–20 см).

Следовательно, азотный фонд зональных подтипов чернозема имеет свои особенности. При длительной распашке и окультуривании черноземов происходит мобилизация устойчивых запасов азота гумуса и фиксированного аммония глинистых минералов.

Для изучения форм азота и их динамики в черноземах разного культурного состояния необходимо учитывать минеральный азот, который составляет от 1 до 8–9% от общего его содержания, и представлен нитратами, обменным и необменным аммонием. В целинных черноземах содержание минерального азота меньше, чем в пахотных. По профилю запасы минерального азота постепенно уменьшаются, а его доля по отношению к содержанию общего азота возрастает, особенно в оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземах. В обыкновенных и южных черноземах фракция минерального азота менее подвижна по почвенному профилю. В подпочве почти весь минеральный азот представлен фиксированным аммонием.

Запасы необменного (фиксированного) аммония в метровом слое черноземов колеблются от 1.2 до 2.8 т/га. Аммонийная форма имеет большое значение для круговорота азота в земледелии. Запасы обменного аммония в метровом слое черноземов могут достигать 0.1–0.4 т/га. В пределах метрового слоя содержание легкогидролизующего и минерального азота остается довольно устойчивым, особенно в целинных черноземах.

Содержание нитратного азота может составить 1% и больше от общего количества. Содержание трудногидролизующего азота (в основном диаминокислот) тесно связано с количеством общего азота в черноземах. Оно составляет обычно 12–28% от общего азота и возрастает до метровой глубины. В состав фракции трудногидролизующего азота входит часть фиксированного аммония, который прежде входил в состав органических компонентов гумуса. В черноземах количество наиболее стойкой фракции негидро-

лизуемого азота достигает 64–81% от общего. Эта категория сохраняет относительную устойчивость. Несмотря на огромные валовые запасы азота в черноземах, обычно 2/3–3/4 его количества, представлено весьма стойкими органическими соединениями в составе гумуса (гумины, битумы, меланины) и фиксированным аммонием (до 8–11% от общего азота).

Для изучения содержания форм азота и их динамики в черноземах разного культурного состояния от целинного до вовлеченного в интенсивное земледелие необходимо проводить раздельный учет нитратного и аммонийного азота в почве, а также разделить последнего на обменные и необменные формы. Определение этих форм азота будет более информативным для выявления (прослеживания) агроэволюции черноземов.

Важным аспектом исследования агроэволюции черноземов является изучение запасов и динамики лабильного органического вещества, источником которого могут быть корневые и пожнив-ные остатки, а также сидераты (Гребенников, 2012).

ВЫВОДЫ

Анализ собственных экспериментальных и литературных данных о современном состоянии черноземов в физико-географическом аспекте (в рамках типа – подтипа) позволяет сделать следующие выводы:

1. Азотный фонд зональных подтипов черноземов имеет свои особенности и характеризуется большой устойчивостью во времени и пространстве. При длительной распашке и окультуривании черноземов происходит мобилизация устойчивых запасов азота гумуса и фиксированного аммония глинистых минералов.

2. При длительной распашке черноземов содержание отдельных категорий почвенного азота и соотношение между ними изменяется очень медленно по отношению к исходной целинной почве.

3. Оценку валовых запасов гумуса и форм азота, а также сезонной динамики показателей плодородия (особенно мобильных форм гумуса и азота) следует рассматривать как обязательное условие при изучении степени агрогенной трансформации черноземов. Пахотный слой адаптируется к условиям, режимам и процес-

сам агроэкосистем. Он фактически трансформируется в новый самостоятельный горизонт, не имеющий по своим процессам и свойствам аналогов в естественных почвах и может рассматриваться как результат нового этапа агроэволюции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Адерихин П.Г., Щербаков А.П., Щеглов Д.И.* Влияние сельскохозяйственного освоения и окультуривания почв ЦЧО на содержание подвижного азота в их профиле // Биологические науки. № 6. 1971. С. 115–118.
2. *Болотина Н.И.* Режим питательных веществ в целинных мощных черноземах // Почвоведение. № 7. 1965. С. 61–71.
3. *Гамзиков Г.П.* Азот в земледелии Западной Сибири. М.: Наука, 1981. 239 с.
4. *Гребенников А.* Воспроизводство почвенного плодородия. Сидерация черноземов смешанными агрообществами // Palmarium academic publishing. Saarbrucken, 2012. 396 с.
5. *Ковда В.А.* Минеральный состав растений и почвообразование // Почвоведение. № 1. 1956. С. 6–38.
6. *Королева И.Е.* Запасы и формы азотных соединений в целинных и пахотных черноземах Европейской части СССР. Автореф. дис. ... к. с.-х. н. 1972. 43 с.
7. *Королева И.Е.* Определение азота органических соединений почвы // агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. С. 95–96.
8. *Кононова М.М., Бельчикова Н.П.* Ускоренные методы определения состава гумуса минеральных почв // Органическое вещество почвы. М: Наука, 1963. С 228–234.
9. *Лаврентьев В.В.* Изменение содержания и состава гумуса и азота в черноземных почвах Европейской части СССР при их сельскохозяйственном использовании // Агрохимия. № 5. 1966. С.14–25.
10. *Пономарева В.В., Николаева Т.А.* Содержание и состав гумуса в черноземах Стрелецкой степи под различными угодьями // Тр. Центрально-Черноземного заповедника. Вып. 8. 1965. С. 209–235.

11. *Тюрин И.В.* Состав и свойства гумуса черноземов стрелецкой степи // Тр. Центрально-Черноземного заповедника. Вып. 2. 1948. С. 79–102.
12. *Фрид А.С., Кузнецова И.В., Королева И.Е., Бондарев А.Г., Козут Б.М., Уткаева В.Ф., Азовцева Н.А.* Зонально-провинциальные нормативы изменения агрохимических, физико-химических и физических показателей основных пахотных почв Европейской территории России при антропогенных воздействиях. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2010. 176 с.
13. *Шконде Э.И., Королева И.Е., Щербиков А.П.* Запасы и формы азота в черноземах восточно-европейской фации // Агрохимия. № 10. 1974. С. 28–35.

HUMUS AND NITROGEN STATE VIRGIN AND CULTIVATED CHERNOZEMS

I. E. Koroleva, I. I. Lebedeva, A. M. Grebennikov

At the quantitative level on the basic parameters described in the fertility of the virgin chernozems in zonal-subzonal aspect. The article traces the changes in nitrogen and humus condition at an early stage of development. In terms of reserves of humus and nitrogen chernozems forest steppe and steppe have significant differences: the largest reserves of humus and nitrogen are concentrated in the migration-micellar (typical) chernozems, the lowest - in the texture-carbonate (southern). Scheduled prognosis agroevolution chernozems in the amplification of human impact.

Key words: agroevolution of chernozems, composition of humus, nitrogen forms.