

УДК 631.417:631.445.26(470.332)

СЕЗОННАЯ И МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. Ф. ГАНЖАРА, В. Г. ХОХЛОВ
(Кафедра почвоведения)

В настоящее время большое внимание уделяется исследованию многолетней динамики содержания органических веществ в почвах [3,5—8,11], что важно для расчетов баланса гумуса. Однако для наиболее полного познания генезиса почв, современных почвенных процессов и условий питания растений важно располагать данными о сезонной динамике органических веществ в почве, но этому вопросу посвящены лишь единичные работы [1, 2, 4, 9]. В них отмечается, что максимум гумуса содержится весной и осенью, летом его количество несколько снижается.

Нами изучалась сезонная и многолетняя динамика содержания органических веществ в пахотных дерново-подзолистых почвах Смоленской области при внесении различных доз органических удобрений.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в длительном полевом опыте, заложенном на Смоленской областной опытной станции старшим научным сотрудником В. А. Пудовой в 1970 г.

Почвы опытного участка дерново-среднеподзолистые легкосуглинистые окультуренные на моренном суглинке. Мощность пахотного горизонта 23 см. С момента закладки до 1977 г. прошла полная ротация севооборота: I — бобово-злаковая смесь; II — озимая пшеница + травы; III — клевер 1-го года пользования; IV — клевер 2-го года пользования; V — озимая пшеница; VI — лен; VII — картофель; VIII — ячмень, IX — овес.

Схема опыта предусматривала исследование действия различных доз органических, минеральных удобрений и известкования на урожайность сельскохозяйственных культур.

Нами были взяты образцы почв 8 вариантов опыта: А — внесено за ротацию органических удобрений 130 т/га, минеральных — 2100 кг/га (действующего вещества); Б — органических — 90 т/га, минеральных — 1334 кг/га; В — органических — 60 т/га и минеральных 917 кг/га; Г — органических 60 т/га и минеральных 2640 кг/га. Каждый вариант был повторен на известкованном (1 норма по $N_{\text{гидр}}$) и не известкованном фонах. Повторность 4-кратная, причем для того, чтобы устранить влияние пространственной вариации «второго порядка» (междуделянчатой), деланки располагали в разных местах опытного поля. Образцы отбирали из пахотного горизонта на всю глубину слоя в 3 срока: май, июль, ноябрь в течение двух лет (1976 и 1977) на полях с ячменем и овсом. С каждой деланки брали по 2 образца, причем для ос-

лабления влияния пространственной вариации «первого порядка» (внутриделяночной) их получали, смешивая 10 индивидуальных.

Изучали многолетнюю динамику содержания гумуса в дерново-подзолистых почвах Гагаринского, Вяземского, Смоленского, Ершичского, Починковского и Монастыршинского районов. Образцы для анализов отбирали в 10-кратной повторности из гумусовых и пахотных горизонтов по всей глубине слоя на участках размером 50×50 м, характеризующих наиболее типичные почвенные контуры.

В образцах определяли углерод по Тюрину в модификации Симакова, объемную массу — по общепринятой методике, повторность -- 5-кратная.

Для изучения этого вопроса сравнивали также данные о содержании гумуса в почвах 4 хозяйств области в настоящее время с данными о его количестве в почвах тех же участков, полученными при крупномасштабном обследовании почв Смоленской экспедицией Тимирязевской академии в 1960 г.

Результаты стационарного опыта обрабатывали методом вариационной статистики на ЭВМ «Минск-32» в электронно-вычислительном центре Тимирязевской академии по разработанным программам совместно с сотрудником этого центра В. П. Чернышевым. Поскольку опыт многофакторный, для более точного определения достоверности остаточную общую дисперсию разлагали на частные остаточные для следующих факторов: срока взятия образцов, внесения органических удобрений и известкования почв.

При расчетах баланса гумусовых веществ обычно учитывают пожнивные растительные остатки путем взятия монолитов почв и отмывки корней на ситах. Однако значительная часть полуразложившихся растительных остатков проходит вместе с мелкоземом через отверстия сит. Эта часть растительных остатков также не учитывается и при определении содержания гумуса в почвах. Методика подготовки образцов почв для определения гумуса предусматривает отделение мелких корешков путем тщательного отбора вначале пинцетом, а затем наэлектризованной стеклянной или эбонитовой палочкой. Таким образом, в расчет не входит весьма существенная в количественном отношении часть органических веществ, служащих непосредственным источником гумуса.

Мы определяли содержание этой части органических веществ по следующей методике. Из навески почвы (10 г), просеянной через сито с отверстиями 1 мм, тщательно отбирали корешки так же, как при подготовке образца для определения гумуса, затем их взвешивали и устанавливали гигроскопическую влажность. После этого корешки помещали в фарфоровые стаканчики и прокаливали при температуре 400°, чтобы определить количество минеральных примесей. Потерю при прокаливании рассчитывали в процентах к массе почв с учетом гигроскопической влажности. Определенная по изложенной выше методике часть органических веществ, по-видимому, ближе всего к группе «грубого гумуса», хотя, безусловно, в состав последней входит и тонкий гумус, пропитавший мельчайшие частицы мелкозема, которые притягиваются к эбонитовой палочке при отборе корешков из исходной навески почвы.

Следует отметить, что в процессе прокаливания при 400° теряются не только органические, но и другие вещества (влага, соли), которые разрушаются и улетучиваются при данной температуре. Поэтому для контроля мы выборочно определяли углерод органических веществ в почве без отбора и с отбором корешков по методу Тюрина в модификации Симакова. Полученная разность между содержанием углерода в образцах без отбора корешков и с корешками характеризует запасы углерода «грубого гумуса». Для сопоставимости данных, полученных обоими методами, перерассчитали количество грубого гумуса на количество углерода грубого гумуса, используя при этом коэффициент 2, т. е.

условно принимая, что в составе грубого гумуса 50% углерода. Таким образом, различия в данных, полученных разными методами, определяются как известными недостатками применяемых методик, так и в какой-то степени условностью коэффициента, использованного для пересчета. Содержание грубого гумуса определяли в 4-кратной повторности.

Результаты исследований

Из табл. 1 видно, что с увеличением дозы навоза содержание гумуса возрастало и в большинстве случаев различия были достоверны при всех сроках определения. В 1976 г. величина НСР составила 0,146%, в 1977 г. — 0,145% углерода гумусовых веществ, или соответственно 4,37 и 4,34 т углерода гумуса в пахотном слое на 1 га. В вариантах с одинаковыми дозами органических удобрений, но с разными дозами минеральных различия в содержании гумуса были недостоверны. Известкование не оказало значительного влияния на содержание гумуса в почвах, различия между вариантами также были недостоверны.

Т а б л и ц а 1

Влияние доз органических удобрений на содержание углерода гумуса в пахотном горизонте в полевом опыте с разными дозами органических удобрений

| Вариант | 1976 г. | | | 1977 г. | | |
|-------------------|-----------------------|------|------|---------|------|------|
| | сроки взятия образцов | | | | | |
| | 1-й | 2-й | 3-й | 1-й | 2-й | 3-й |
| А | 1,86 | 1,83 | 1,73 | 1,56 | 1,59 | 1,75 |
| Б | 1,76 | 1,64 | 1,66 | 1,50 | 1,52 | 1,54 |
| В | 1,64 | 1,52 | 1,55 | 1,42 | 1,46 | 1,47 |
| Г | 1,63 | 1,55 | 1,52 | 1,36 | 1,46 | 1,44 |
| НСР ₀₅ | 0,14 | | | 0,145 | | |

Различия в дозах навоза за ротацию севооборота составили 30—70 т/га, или в пересчете на углерод 3,7—8 т/га, а прибавки гумуса — 1,5—8,9 т/га. Коэффициент гумификации навоза оказался довольно высоким — в среднем 65—70%, а в отдельные сроки определения он даже превысил 100%. Это говорит о том, что источником накопления гумуса явился не только навоз, но и пожнивные растительные остатки.

Запасы углерода «грубого гумуса» в пахотном горизонте почв различных вариантов (табл. 2) колебались в пределах от 5,24 до 14,63 т/га и, как правило, были больше при высоких дозах органических удобрений. Исходя из этих данных можно предположить, что «грубому гумусу» принадлежит значительная роль в обеспечении растений элементами питания.

Сезонная динамика запасов гумуса (табл. 3) в пахотном горизонте более четко выражена в 1976 г., а в 1977 г. она проявлялась только при внесении наиболее высокой дозы органических удобрений (вариант А). В 1976 г. содержание углерода от весны к осени постепенно снижалось. И только в варианте В оно после снижения к лету повышалось к осени. В 1977 г., наоборот, содержание гумуса от весны к осени возрастало, но в целом оно было ниже во всех вариантах и во все сроки взятия, чем в 1976 г. По-видимому, это связано с тем, что в 1975 г. выращивали картофель, дающий очень мало растительных остатков, и в 1976 г. количество минерализующегося гумуса превышало количество образующегося гумуса. В 1976 г. масса пожнивных остатков возросла (выращивали ячмень), и поэтому в 1977 г. содержание гумуса несколько увеличилось.

Максимальные изменения запасов углерода гумуса в течение одного года составили 6,3 т/га, в течение двух лет — 11,3 т/га, или соответ-

Запасы углерода гумуса и «грубого гумуса» (т/га)
в пахотном горизонте почв длительного опыта

| Вариант | Углерод гумуса, т/га | Углерод «грубого гумуса» | | | |
|--------------------------|----------------------|--------------------------|-------|--------------|---------|
| | | метод отбора | | метод Тюрина | |
| | | 1976 | 1977 | 1976 | 1977 |
| 1-й срок взятия образцов | | | | | |
| А | 55,81 | 7,22 | 8,96 | 11,08 | 5,47 |
| Б | 52,77 | 12,06 | 13,66 | Не опр. | Не опр. |
| В | 49,04 | 6,74 | 9,16 | » » | » » |
| Г | 48,74 | 5,47 | 7,98 | | |
| 2-й срок | | | | | |
| А | 54,72 | 13,75 | 9,46 | 7,68 | 5,38 |
| Б | 49,19 | 11,60 | 14,63 | Не опр. | Не опр. |
| В | 45,60 | 8,59 | 11,02 | » » | » » |
| Г | 46,35 | 6,29 | 9,11 | » » | » » |
| 3-й срок | | | | | |
| А | 51,58 | 17,79 | 9,57 | 6,19 | Не опр. |
| Б | 49,63 | 8,80 | 10,89 | Не опр. | » » |
| В | 49,34 | 7,59 | 9,37 | » » | » » |
| Г | 45,45 | 5,24 | 10,12 | » » | » » |

ственно 11,4 и 20,4% от максимальных и 13,5 и 24,2% от минимальных запасов углерода гумуса в пахотном горизонте за это время. Такое количество гумуса может образоваться на протяжении одного-двух лет прежде всего за счет ближайшего резерва — полуразложившихся растительных остатков (грубого гумуса) прошлых лет, а частично за счет пожнивных остатков прошлого года.

Снижение содержания гумуса в почвах 1976 г. и повышение в 1977 г. позволяет предположить, что запасы гумуса в исследуемых почвах достигли предельной величины. Иными словами, наступило относительное равновесие, при котором запасы гумуса остаются относительно постоянными [6]. Это согласуется с общепринятыми представлениями о том, что накопление гумуса или его

убыль происходят наиболее интенсивно в первые годы после резкого изменения условий гумусообразования [3], затем его количество стабилизируется. По нашему мнению, содержание и запасы гумуса в почвах стабилизируются в течение 5—8 лет. Примерно такие же сроки стабилизации содержания гумуса после распашки целинных почв приводятся в литературе [3]. Следует отметить, что в пахотных почвах основными условиями, определяющими содержание и запасы гумуса, являются количество ежегодно поступающих в почву органических веществ и состав возделываемых сельскохозяйственных культур. Поскольку эти условия можно учитывать и контролировать, представляется возможным

Таблица 3

Содержание углерода гумуса (%) в почвах полевого опыта в разные сроки взятия образцов на известкованном (в числителе) и известкованном (в знаменателе) фонах

| Вариант | 1976 г. | | | 1977 г. | | |
|-------------------|-------------------|------|------|---------|------|------|
| | сроки взятия проб | | | | | |
| | 1-й | 2-й | 3-й | 1-й | 2-й | 3-й |
| А | 1,87 | 1,90 | 1,81 | 1,59 | 1,62 | 1,76 |
| | 1,74 | 1,65 | 1,64 | 1,53 | 1,56 | 1,73 |
| Б | 1,74 | 1,65 | 1,64 | 1,48 | 1,57 | 1,51 |
| | 1,79 | 1,64 | 1,68 | 1,52 | 1,46 | 1,57 |
| В | 1,67 | 1,53 | 1,71 | 1,46 | 1,48 | 1,48 |
| | 1,61 | 1,54 | 1,59 | 1,37 | 1,44 | 1,45 |
| Г | 1,64 | 1,57 | 1,54 | 1,39 | 1,49 | 1,39 |
| | 1,62 | 1,53 | 1,50 | 1,33 | 1,44 | 1,48 |
| НСР ₀₅ | 0,056 | | | 0,151 | | |

выявить для большинства почв уровни стабилизации содержания и запасов гумуса при определенных условиях использования почв (дозы органических удобрений, состав культур севооборота). Условия использования большей части пахотных почв Смоленской области за последние 20 лет мало изменились. Повышенные дозы органических удобрений во многих хозяйствах вносят преимущественно под овощные культуры и картофель, а под другие культуры — на участках, расположен-

Т а б л и ц а 4

Изменение содержания углерода в суглинистых дерново-подзолистых почвах некоторых хозяйств Смоленской области за 16 лет (1960—1976 гг.)

| Год | Количество взятых образцов | Среднее содержание углерода, % (M) | Разница в содержании углерода (M ₁ —M ₂) | Критерий Стьюдента при P=0,95 | |
|--|----------------------------|------------------------------------|---|-------------------------------|-----------|
| | | | | фактический | табличный |
| Колхоз им. Пушкина Гагаринского района | | | | | |
| 1960 | 13 | 1,14 | +0,32 | 4,8 | 2,0 |
| 1976 | 20 | 1,46 | | | |
| Совхоз «Пречистое» Гагаринского района | | | | | |
| 1960 | 25 | 1,13 | +0,17 | 2,6 | 2,0 |
| 1976 | 20 | 0,96 | | | |
| Совхоз «Андрейково» Вяземского района | | | | | |
| 1960 | 7 | 1,47 | +0,01 | 0,2 | 2,0 |
| 1976 | 60 | 1,46 | | | |
| Колхоз «Красный доброволец» Смоленского района | | | | | |
| 1960 | 14 | 1,29 | +0,20 | 1,7 | 2,0 |
| 1976 | 50 | 1,09 | | | |

ных у населенных пунктов и животноводческих ферм. Поэтому есть основание полагать, что на основных пахотных площадях содержание и запасы гумуса стабилизировались. Результаты изучения изменений в содержании гумуса в почвах 4 хозяйств за 16-летний период представлены в табл. 4.

Т а б л и ц а 5

Содержание и запасы углерода гумуса в суглинистых дерново-подзолистых почвах

| Вид использования почв | Количество образцов | Среднее содержание углерода в A _{пах} , % | Колебания в содержании углерода в A _{пах} , % | Средние запасы углерода в слое 50 см, т/га | Колебания запасов углерода в слое 50 см, т/га |
|--|---------------------|--|--|--|---|
| Целина (лес) | 40 | 1,75* | 1,06—2,50 | 75,6 | 68,1—90,2 |
| Пашня: | | | | | |
| без органических удобрений | 90 | 0,95 | 0,85—1,17 | 65,3 | 38,2—86,7 |
| 10—15 т органических удобрений на 1 га | 80 | 1,20 | 0,96—1,38 | 79,5 | 65,1—84,1 |
| 20—30 т органических удобрений на 1 га | 70 | 1,59 | 0,88—2,45 | 108,5 | 89,7—125,4 |

* Содержание гумуса в A₁.

Содержание гумуса в почвах существенно изменилось только в колхозе им. Пушкина Гагаринского района. В этом хозяйстве ежегодно на 1 га пашни вносится больше органических удобрений, чем в среднем по области. Отсутствие существенных изменений в содержании гумуса в

почвах остальных хозяйств свидетельствует об относительном постоянстве условий гумусообразования.

Нами сделана попытка выявить примерные уровни стабилизации содержания и запасов гумуса для пахотных дерново-подзолистых суглинистых почв Смоленской области. С этой целью были подобраны участки пашни неудобряемой и с разными дозами органических удобрений (10—15 и 20—30 т/га ежегодно в течение последних 10—15 лет), а также целинные участки (лес).

В пахотных почвах без органических удобрений уровни стабилизации содержания и запасов углерода гумуса были ниже, чем в почвах под лесом. При ежегодном внесении органических удобрений в дозе 10—15 т/га в пахотных почвах содержалось меньше углерода, чем в почвах под лесом, а его запасы были примерно одинаковые. При внесении 20—30 т органических удобрений на 1 га содержание углерода в почвах пашни было близким к его содержанию в почвах под лесом, а запасы даже выше. Такие уровни стабилизации соответствуют количеству поступающих в почву свежих органических веществ. Количество поступающего опада в почвах под лесом составляет примерно 6—8 т/га, в почвы пашни без органических удобрений поступает 3—4 т сухого вещества пожнивных остатков, при внесении навоза в дозе 10—15 т/га — 6—7, в дозе 20—30 т/га — 8—12 т/га. Представленные данные подтверждают вывод ряда исследователей [8, 11] о необходимости увеличения ежегодных доз органических удобрений на дерново-подзолистых почвах до 10—15 т/га.

Выводы

1. Максимальные сезонные изменения запасов углерода гумуса в пахотном горизонте дерново-подзолистых суглинистых почв Смоленской области составили 6,3 т/га, в течение двух лет — 11,3 т/га, или соответственно 11,4 и 20,4% максимальных запасов углерода гумуса почвы.

2. Источником новообразованного гумуса в пахотных почвах наряду с пожнивными остатками и органическими удобрениями является «грубый гумус» (гумифицированные в различной степени растительные остатки за ряд лет), запасы углерода которого в пахотном горизонте этих почв достигали 5,24—14,63 т/га.

3. Выявлены следующие примерные уровни относительной стабилизации содержания углерода гумуса в гумусовом горизонте суглинистых дерново-подзолистых почв: в целинных под лесом — 1,06—2,50%; в освоенных — 0,85—1,17; при ежегодном внесении органических удобрений в дозах 10—15 и 20—30 т/га — соответственно 0,96—1,38 и 0,88—2,45%; уровни стабилизации запасов углерода гумуса в слое 50 см — соответственно 68,1—90,2; 38,2—86,7; 65,1—84,1 и 89,7—125,4 т/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамова М. М. Сезонная изменчивость некоторых химических свойств лесной подзолистой почвы. Тр. почв. ин-та им. В. В. Докучаева, 1947, т. 25, с. 228—273. — 2. Барановская А. В. Об изменении состава гумуса дерново-подзолистой супесчаной почвы в годичном цикле. «Почвоведение», 1961, № 2, с. 79—85. — 3. Ганжара Н. Ф. О гумусообразовании в почвах черноземного типа. «Почвоведение», 1974, № 7, с. 39—44. — 4. Герцык В. В. Сезонная динамика гумуса в мощных черноземах. Тр. Центрально-Черноземного гос. заповедника им. В. В. Алехина, 1959, вып. V,

с. 315—332. — 5. Кауричев И. С., Ганжара Н. Ф. Скорость и направленность процессов превращения органических веществ в дерново-подзолистых почвах. «Докл. ТСХА», 1971, вып. 162, с. 5—9. — 6. Кононова М. М. Процессы превращения органических веществ и их связь с плодородием почвы. «Почвоведение», 1968, № 8, с. 17—26. — 7. Лаврентьев В. В. Органическое вещество целинных и освоенных почв. М., «Наука», 1972. — 8. Лыков А. М. Органическое вещество и плодородие дерново-подзолистых почв в условиях интенсивного земледелия. Автореф. докт.

дис. М., 1976. — 9. Никитин Б. А. Опыт изучения сезонной динамики гумуса. Тр. Горьков. с.-х. ин-та, 1972, № 49, с. 114—121. — 10. Тюрин И. В. Органическое вещество почв и его роль в

плодородии. М., «Наука», 1965. — 11. Шенявский А. Л. Оценка плодородия почвы методом гумусового баланса. ВНИИСЭИСХ, 1973.

Статья поступила 16 мая 1978 г.

SUMMARY

It has been established in the field trials on soddy-podzolic loams of Smolensk region that maximum seasonal difference in the supply of humic carbon in the arable layer make 6.3 t/ha, and for two years — 11.3 t/ha, or 11.4 and 20.4% respectively of maximum supply of carbon of the soil humus in these years. In addition to stubble and manure, "coarse humus" which contains in the arable layer up to 5.24—14.63 t/ha makes another source of newly formed humus in arable soils. Approximate levels of stabilization of content and supply of humic carbon in the soils under different rates of organic fertilizers have been determined.