

УДК 631.445.24:631.417.2(470.12)

ГУМУСОВЫЙ БАЛАНС ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А. М. ЛЫКОВ, Ю. Г. ДУБОВ, Л. М. ДОРОГОВЦЕВА
(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

В условиях Вологодской области земледелие ведется на дерново-подзолистых почвах легкого и среднего механического состава. После мартовского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС, взявшего курс на интенсификацию земледелия, в сельском хозяйстве области произошли большие изменения. В несколько раз возросли дозы минеральных удобрений, завершается второй тур известкования кислых почв, осушено закрытым дренажем более 10 % почв, почти в 2 раза увеличилась урожайность сельскохозяйственных культур.

Однако дальнейшему повышению продуктивности земледелия препятствует наличие больших площадей малокультуренных почв. В настоящее время более чем у половины пахотных земель рН колеблется в пределах 4,5—5,5 и около половины почв (46 %) бедны подвижным фосфором. Следует, однако, отметить, что обменным калием почвы области обеспечены лучше.

Одним из факторов, сдерживающих получение устойчивых урожаев в хозяйствах области, являются неудовлетворительные агрофизические свойства суглинистых почв. Эти почвы имеют высокую плотность, быстро самоуплотняются, слабо крошатся при обработке и легко теряют влагу при кратковременных засухах.

Отрицательное влияние на производительность пахотных земель области оказывает снижение запасов органического вещества в почве. В этой связи особую актуальность приобретают методы контроля за содержанием органического вещества в пахотных почвах. Идеально вопрос решается с помощью определения фактического содержания гумуса. Однако это затрудняется из-за отсутствия показателей, характеризующих органический фонд почв в системе агрохимической службы.

Контроль за содержанием органического вещества в почве можно осуществлять и с помощью балансовых методов расчета.

В целях прогнозирования и регулирования баланса органического вещества в пахотных дерново-подзолистых почвах разрабатываются расчетные методики определения гумусового баланса в севооборотах. Широкое использование их для программированного регулирования гумусового баланса в системе агрохимической службы СССР обеспечит значительное повышение эффективности минеральных удобрений в ближайшей перспективе.

В настоящее время предлагается несколько методов прогноза гумусового баланса интенсивно используемых почв [1—9].

Ф. И. Левин [3] при расчете гумусового баланса для почв Нечерноземной зоны определял потери гумуса по количеству азота, потребляемого растениями из почвы, используя при этом результаты исследований ряда авторов (И. В. Тюрина, Рюбензама, К. Рауэ и др.) и принимая, что 60 % потребляемого азота растения используют за счет минерализации гумуса. Поскольку в гумусе содержится 5 % азота, потери гумуса соответствуют 20-кратному количеству потребляемого азота.

В приходной части баланса он учитывал сырую массу органических удобрений и сухое вещество растительных остатков с помощью коэффициентов их гумификации — соответственно 0,1 и 0,15.

Е. Вельте [9], считая, что для поддержания оптимального содержания гумуса в почве ежегодное поступление органического вещества за счет навоза, корневых и пожнивных остатков должно соответствовать их минерализации, предложил при расчете гумусового баланса использовать формулу, в которую он ввел коэффициент разложения гумуса, равный для средневропейских условий 0,02—0,08. Однако этот метод не совсем точен, так как учитывает количество органических остатков и не имеет дифференцированных коэффициентов минерализации.

К. Рауэ и Г. Шонмайер [6] предлагают рассчитывать гумусовый баланс на основе гумусовых единиц, согласно которым вынос 50 кг азота на 1 га соответствует потере 1 т гумуса. При таком расчете учитывается внесенный и поступивший в почву органически связанный азот; 1 гумусовая единица приравнивается к 1 т гумуса. Значения гумусовых единиц дифференцируются в зависимости от культуры и содержания гумуса в почве.

Нами для расчетов был использован метод, предложенный кафедрой земледелия и методики опытного дела Тимирязевской академии для дерново-подзолистых почв [2]. В основу его положены статьи прихода — расхода органически связанного углерода при интенсивном использовании пашни в севообороте. При этом учитываются вынос азота с урожаем, механический состав почвы и виды возделываемых культур.

На практике прямое определение количества поступившего в почву органического вещества за счет корневых и пожнивных остатков, являющееся статьей гумусового баланса, связано с некоторыми трудностями. Поэтому в данном методе используют уравнения линейной регрессии для опре-

Баланс гумуса (по углероду) дерново-подзолистых почв в плодосмене I (кг/га)

| Фон удобрения | Вынос азота с биологическим урожаем | Поступление азота | | | Расход гумуса для покрытия дефицита | Новообразованный гумус | Нетто расход—приход |
|------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------|-------|-------------------------------------|------------------------|---------------------|
| | | удобрений | растительных остатков | всего | | | |
| Оз. рожь | | | | | | | |
| 1 | 45,2 | — | 5,9 | 5,9 | 393,0 | 263,0 | —130,0 |
| 3 | 70,9 | 59,0 | 6,7 | 65,7 | 46,0 | 1612,5 | 1566,0 |
| Клевер 2-го года пользования | | | | | | | |
| 1 | 66,2 | — | 44,1 | 44,1 | — | 441,0 | 441,0 |
| 3 | 78,3 | 15,0 | 45,8 | 60,8 | — | 458,0 | 458,0 |
| Ячмень | | | | | | | |
| 1 | 48,4 | — | 5,4 | 5,4 | 430,0 | 184,8 | —245,2 |
| 3 | 63,4 | 28,0 | 6,7 | 34,7 | 287,0 | 210,7 | —76,3 |
| Картофель | | | | | | | |
| 1 | 86,9 | — | 5,6 | 5,6 | 813,0 | 35,7 | —777,3 |
| 3 | 130,0 | 85,0 | 7,4 | 92,4 | 376,0 | 1548,0 | 1172,0 |

деления с достаточной точностью количества поступающих в почву растительных остатков культур севооборотов. Коэффициенты гумификации органического вещества растительных остатков и навоза рассчитываются по углероду. Для упрощения расчетов предлагаются единые коэффициенты гумификации.

Условия проведения опыта

Указанный расчетный метод прогноза гумусового баланса был апробирован нами в стационарных полевых опытах кафедры земледелия Вологодского молочного института, в которых по общепринятой методике в 4-кратной повторности изучались следующие севообороты: 7-польный плодосмен (условно плодосмен I): зерновых — 42,8 %, клевера — 28,6, картофеля — 14,2 % (исследования 1967—1976 гг.); 8-польный плодосмен (плодосмен II): зерновых — 50 %, клевера — 25, картофеля — 12,5 %; зернотравяной севооборот: зерновых — 67 %, клевера — 33 % (исследования 1973—1980 гг.). В каждом севообороте были разные фоны удобрения: плодосмен I — без удобрений (фон 1); 6 т навоза +20N20P30K — в среднем на 1 га севооборотной площади (фон 2); 12,5 т навоза +40N40P60K (фон 3); 12,5 т навоза +60N60P90K; плодосмен II — 10,0 т навоза +50N60P60K (фон 1); 15,0 т навоза +70N90P90K (фон 2); зернотравяной севооборот — 6,5 т навоза +40N60P50K (фон 1); 10 т навоза +70N90P80K (фон 2).

Почва дерново-подзолистая среднекультуренная, по механическому составу легкий суглинок. Площадь делянки 100—240 м². Агротехника — рекомендуемая для зоны.

Результаты исследований

Проведенные нами расчеты потерь гумуса в зависимости от возделываемых культур даны в табл. 1.

При возделывании однолетних растений в севообороте без удобрений на дерново-подзолистой почве запасы органического вещества постепенно сокращаются. Под зерновыми культурами сплошного сева (озимая рожь и ячмень) накопление органического вещества в почве ежегодно уменьшается. Так, под озимой рожью дефицит углерода составил 130 кг/га, под ячменем — 245,2. Картофель при возделывании требует интенсивной системы обработки почвы как до посадки, так и при уходе. Это вызывает усиленное разложение органического вещества почвы: потери углерода составляют 777 кг на 1 га, что в 3 и 5 раз больше, чем соответственно под яровыми зерновыми и озимыми.

Клевер в севообороте как без применения удобрений, так и на фоне 40N40P60K обеспечивает положительный баланс углерода, который составляет 440—460 кг/га. Он компенсирует расход органического вещества под двумя яровыми зерновыми культурами.

При внесении удобрений расход органического вещества в почву существенно меняется. Под яровыми зерновыми на фоне 170—270 кг питательных веществ и 12,5 т органических удобрений на 1 га отрицательный баланс гумуса сохраняется, однако расход органического вещества при этом в 3 раза меньше, чем без удобрений.

В пропашном поле севооборота при внесении 12 т органических удобрений на 1 га, или 60 т непосредственно под культуру, накопление гумуса преобладает над разложением. В этом случае полностью компенсируются потери и обеспечивается поступление 1—1,2 т углерода на 1 га. Аналогичный эффект получен при внесении 60 т торфонавозного компоста на 1 га под озимую рожь. Если без удобрений потери углерода составили 130 кг, то с их применением накапливалось до 1,5 углерода на 1 га.

Систематическое внесение органических и минеральных удобрений в условиях полевых севооборотов разных типов существен-

Т а б л и ц а 2

Баланс гумуса (по углероду) по 0—20 см
слою почвы в севооборотах (кг/га)

| Фон удоб- рения | Приход—расход углерода | |
|--------------------------|------------------------|---------------------|
| | всего за ротацию | в среднем за год |
| Плодосмен I | | |
| 1 | —740,0 | —123,4 |
| 2 | 1218,7 | 203,0 |
| 4 | 3403,4 | 567,2 |
| 4 | 3572,4 | 595,4 |
| Плодосмен II | | |
| 1 | 2535,7 | 316,9 |
| 2 | 4725,0 | 590,6 |
| Зернотравяной севооборот | | |
| 1 | 1907,4 | 317,9 |
| 2 | 2979,5 | 496,6 |

ным образом сказывается на количественном превращении органического вещества почвы. При этом решающее влияние на его запасы оказывают унавоживание, применение различного рода компостов, торфа и других органических удобрений.

Высокую эффективность навоза как регулятора режима гумуса в почве подтверждает расчет гумусового баланса в изучаемых севооборотах (табл. 2). Он показал, что одни многолетние травы в плодосменном севообороте без применения органических удобрений не создают положительного баланса гумуса. Ежегодный расход углерода составлял 120 кг, а за ротацию 7-польного севооборота — 840 кг на 1 га.

В севообороте, включающем занятой пар, два поля клевера, пропашное поле и три поля зерновых культур, под клевером гумус накапливается, а под всеми остальными

культурами расход его намного превосходит поступление.

При однократном внесении органических удобрений за ротацию севооборота (40 т/га) на фоне минеральных удобрений не только создается бездефицитный баланс органического вещества, но и происходит небольшое его накопление.

Удвоение доз органических и минеральных удобрений и внесение навоза в два поля севооборота (пар и пропашные) способствуют значительному ускорению процесса накопления гумуса. Если при одинарной дозе удобрений содержание углерода в среднем под культурой севооборота возрастало на 200 кг, то при двойной, а по минеральным удобрениям и при тройной — на 560—590 кг на 1 га.

Определенное влияние на баланс гумуса оказывают возделываемые в севообороте культуры, т. е. вид севооборота. Так, при одинаковых дозах органических удобрений в зернотравяном севообороте накапливается больше гумуса, чем в плодосменном, при этом разница составляет 180 кг углерода на 1 га в год. Это объясняется наличием в плодосменных севооборотах пропашных культур, которые увеличивают расход гумуса.

В условиях севера Нечерноземной зоны улучшение «гумусового хозяйства» пахотных земель связано с периодичным (один-два раза за ротацию севооборота) внесением в почву органических удобрений.

Минимальные дозы органических удобрений, требующиеся для создания положительного баланса в почве гумуса, могут значительно колебаться в зависимости от вида севооборота. Они возрастают в следующем порядке: зернотравяной, плодосменный, зернопаровой. Больше их требуется в зернопаровом и плодосменном севообороте и меньше — в зернотравяном.

Об изменении содержания в почве гумуса в ходе ротации плодосменных и зернотравяных севооборотов можно судить по данным табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Динамика органического вещества почвы в слое 0—20 см в полевых севооборотах

| Фон удобре- ния | Содержание углерода, % | | Запас углерода, т/га | | Накопление (расход) угле- рода, т/га | |
|--------------------------|------------------------|-------|----------------------|-------|---|---------------------|
| | период ротации | | | | за ротацию | в среднем за год |
| | начало | конец | начало | конец | | |
| Плодосмен I | | | | | | |
| 1 | 1,00 | 0,96 | 26,00 | 24,96 | —1,04 | —0,173 |
| 2 | 0,90 | 0,96 | 23,40 | 24,96 | 1,56 | 0,260 |
| 3 | 0,99 | 1,10 | 25,74 | 28,60 | 2,86 | 0,477 |
| 4 | 0,99 | 1,12 | 25,74 | 29,12 | 3,38 | 0,563 |
| Плодосмен II | | | | | | |
| 1 | 1,12 | 1,26 | 29,12 | 32,76 | 3,64 | 0,455 |
| 2 | 1,04 | 1,22 | 27,04 | 31,72 | 4,68 | 0,585 |
| Зернотравяной севооборот | | | | | | |
| 1 | 1,23 | 1,31 | 31,98 | 34,06 | 2,08 | 0,297 |
| 2 | 1,01 | 1,15 | 26,26 | 29,90 | 3,64 | 0,520 |

Фактические и расчетные данные гумусового баланса почвы (по углероду) в полевых севооборотах

| Фон удобрения | Приход—расход, кг/га | | | |
|---------------|--------------------------|-----------|------------------|-----------|
| | за ротацию | | в среднем за год | |
| | фактическое | расчетное | фактическое | расчетное |
| | Плодосмен I | | | |
| 1 | —1040 | —470,0 | —173 | —123,4 |
| 2 | +1560 | 1218,0 | 260 | 203,0 |
| 3 | +2860 | 3403,4 | 477 | 567,2 |
| 4 | +3380 | 3572,4 | 563 | 595,4 |
| | Плодосмен II | | | |
| 1 | +3640 | 2535,7 | 455 | 317,0 |
| 2 | +4680 | 4725,0 | 585 | 590,6 |
| | Зерноотравной севооборот | | | |
| 1 | +2080 | 1907,4 | 297 | 317,9 |
| 2 | +3640 | 2979,5 | 520 | 496,6 |

Возделывание культур в 7-польном плодосменном севообороте без удобрений ведет к снижению содержания в почве гумуса в среднем за ротацию примерно на 170 кг/га. Однако на фоне одинарной (6 т органических и 70 кг минеральных на 1 га пашни ежегодно), двойной, а по минеральным удобрениям и на фоне тройной дозы накопление его увеличивалось соответственно на 1,5; 2,8 и 3,4 т/га за одну ротацию. В результате дальнейшего увеличения доз удобрений (органических 15 т и минеральных 250 кг д. в. на 1 га пашни) за ротацию накопилось 4,7 т гумуса, или ежегодно 585 кг в среднем на 1 га пашни севооборота.

По нашим расчетам, каждая дополнительно внесенная тонна навоза дает около 50 кг углерода.

По накоплению гумуса зерноотравной севооборот имеет некоторое преимущество перед плодосменным. При одинаковых дозах органических удобрений за ротацию в нем накапливается на 8—10 % гумуса больше.

В изучаемых севооборотах сравнение результатов определения гумусового баланса почвы, полученных расчетным методом, с фактическим содержанием гумуса показало достаточно высокую их сходимость (табл. 4). Расхождения по слою 0—20 см в конце ротации плодосменных севооборотов не превышали 150 кг углерода на 1 га. В зерноотравной севообороте отклонения расчетных значений от фактических составили 5—7 %.

В целях производственной проверки прогноза гумусового баланса в условиях Вологодской области нами проведен расчет его на примере 7-польного зерноотравного севооборота колхоза «Родина», согласно которому внесение торфонавозных компостов в дозе 18,5 т на 1 га пашни должно обеспечить накопление гумуса. За ротацию полевого севооборота содержание гумуса в почве должно увеличиться на 4,3 т на 1 га,

что в среднем за год составит 600 кг (по углероду).

Определение запасов гумуса в этих севооборотах в начале и конце ротации подтвердили результаты расчетов. Так, при внесении указанных доз органических удобрений в колхозе «Родина» за 7 лет (1973—1979) содержание углерода возросло на 11 %.

Расчет гумусового баланса по методике кафедры земледелия и методики опытного дела в настоящее время используется Вологодским отделением «Севзапгипрозема» для обоснования структуры посевных площадей и доз органических удобрений на перспективу при разработке районных схем землеустройства и проектов внутрихозяйственного землеустройства колхозов и совхозов области.

Как показали наши исследования, минимальной дозой органических удобрений, обеспечивающей за одну ротацию полевого зерноотравного и плодосменного севооборота в условиях Вологодской области расширенное воспроизводство органического вещества почвы, является 10 т на 1 га пашни.

Заключение

В интенсивном земледелии Вологодской области важнейшей приходной статьёй баланса гумуса дерново-подзолистых почв являются органические удобрения. Накопление гумуса в плодосменных и зерноотравных севооборотах зависит от доз органических удобрений. При внесении 6; 10 и 15 т органических удобрений на 1 га содержание гумуса в почве возрастает в среднем соответственно на 260; 455—520 и 585 кг на 1 га за сезон.

Возделывание однолетних культур в полевых севооборотах без применения удобрений связано со значительным расходом гумуса из пахотного слоя почвы. Наиболее сильно истощаются его запасы под пропашными культурами в результате повышено-

го выноса элементов питания из пахотного слоя, незначительного количества растительных остатков и усиленной обработки почвы. В этом случае остается в 3—5 раз меньше углерода, чем под зерновыми сплошного сева.

Расход органического вещества под двумя зерновыми культурами в полевых сево-

оборотах компенсируется при двухгодичном возделывании клевера.

Для поддержания положительного баланса гумуса в зернотравяном севообороте при прочих равных условиях требуется на 8—10 % органических удобрений меньше, чем в плодосменном.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулаковская Т. Н. Прогнозируемый уровень плодородия почв Белоруссии.— В кн.: Проблемы индустриализации с.-х. производства. Минск, 1973, с. 153—165. — 2. Лыков А. М. К методике расчетного определения гумусового баланса почвы в интенсивном земледелии. — Изв. ТСХА, 1979, вып. 6, с. 14—20. — 3. Левин Ф. И. Гумусовый баланс в областях Нечерноземной зоны и пути увеличения гумуса в почве. — В кн.: Вопросы рационального использования почв Нечерноземной зоны РСФСР. М.: Изд-во МГУ, 1978, с. 59. — 4. Петер-

бургский А. В. Круговорот и баланс питательных веществ в земледелии. М.: Наука, 1979. — 5. Шенявский А. Л. Оценка плодородия почвы методом гумусового баланса. М.: ВНИИТЭИСХ, 1973. — 6. Raue K., Schönmeier H. — Wiss. Z. Karl-Marx-Univ. Leipzig, Math. — Naturwiss., R., 1966, S. 1—5. — 7. Raue K. — Albrecht-Thaer — Arch. 1965, 9, S. 349—364. 8. Sebillotte M. — Figaro agricole, 1967, t. 187, № 49, p. 52—53. — 9. Welte E. — Bodenkultur, 1963, Bd 14, S. 57—111.

Статья поступила 8 июня 1981 г.

SUMMARY

In intensive agriculture of Vologodsky region organic fertilizers make up the major receipt item in the humus balance of soddy-podzolic soils. Under application of 6, 10 and 15 tons of organic fertilizers per 1 ha the amount of humus in the soil of field crop and grain-grass rotations increases on the average by 260, 450—520 and 585 kg per 1 ha respectively during one season.

Cultivation of annual crops in field crop rotations without fertilizers is connected with considerable consumption of humus from the arable soil layer, especially under clean-cultivated crops. Consumption of organic matter under two grain crops is compensated by cultivation of clover for two years.

To maintain positive balance of humus, in grain-grass crop rotation less organic fertilizers (8—10 %) is required than in field crop rotation, all other things being equal.