

Пути решения проблемы сохранения и восстановления плодородия почв

И. П. Айдаров, академик РАН, доктор технических наук, профессор

*ФГБОУ ВО «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ - МСХА
ИМЕНИ К.А.ТИМИРЯЗЕВА»,*

г. Москва, Россия

Рассмотрены пути решения проблемы сохранения и восстановления плодородия степных почв за счет применения адаптивных систем земледелия.

The ways of solving the problem of preservation and restoration of steppe soils fertility by using an adaptive farming system.

Распашки и сельскохозяйственное использование почв нарушили практически все природные биохимические процессы и изменили направленность биологического круговорота с положительного на отрицательный [1]. Таблица 1.

Таблица 1

Изменение биологического круговорота в черноземных почвах

Показатели	В природных условиях	В современных условиях
Ежегодный прирост биомассы, т/га	12,7	14,2
Ежегодный возврат биомассы в почву, т/га	11,5	5,2
Отчуждение биомассы, т/га	1,2	9,0
Запасы биомассы в подстилке, т/га	12,5	0
Ежегодное потребление химических элементов, кг/га	650	890
Ежегодный возврат химических элементов, кг/га	600	430
Отчуждение химических элементов, кг/га	50	460
Запасы химических элементов в подстилке, кг/га	260	0

Последствия нарушения природных почвообразовательных процессов сказались на изменении запасов органического вещества и элементов минерального питания и сработке запасов гумуса в почвах. Сработка запасов гумуса в пахотных почвах страны характеризуется следующими цифрами (т/га

в год): 1967-1971 – 0,72; 1981-1985 – 0,50; 1986-1990 – 0,51; 1995-2000 -0,68; 2001-2013 – 0,81 [2].

Задача восстановления запасов гумуса в почвах в настоящее время осложняется стремлением увеличить производство зерна и соответственно широким применением зерно-пропашных и зерно-паропропашных севооборотов. В связи с этим, возникает сложная проблема, как увеличить производство зерна с одной стороны, сохранить и восстановить плодородие почв – с другой. Известно, что применение минеральных удобрений не обеспечивает восстановления запасов гумуса в почвах, а внесение необходимых доз органических удобрений (навоза) в обозримой перспективе нереально, ввиду резкого сокращения поголовья скота в стране [3].

В этих условиях решить проблему сохранения и восстановления плодородия и продуктивности почв можно только за счет изменения структуры применяемых севооборотов и внедрения адаптивных систем земледелия, которые предусматривают применение в существующих севооборотах покровных культур и минимальной обработки почв. [4,5].

Основные преимущества адаптивных систем земледелия:

- максимальное увеличение покрытия почв в течение всего года. Почва никогда не должна оставаться открытой, чистые пары полностью исключаются;
 - эффективное использование биоклиматического потенциала.
- Обоснование числа и, главным образом, состава покровных культур производится с учетом экологических требований почв, основных культур, борьбы с вредителями и сорняками и полного использования всего диапазона гидротермических условий;
- накопление органического вещества и элементов питания в почве;
 - исключение опасности развития процессов эрозии и дефляции почв в результате формирования подстилки на поверхности почв.

Имеются и другие, менее известные, но не менее важные для продовольственной и экологической безопасности страны, преимущества адаптивных систем земледелия. Увеличение биоразнообразия растительности

способствует росту численности птиц, млекопитающих, насекомых и других живых организмов, а, следовательно, повышению экологической значимости обрабатываемых земель. Это очень важное обстоятельство, поскольку с увеличением экологической значимости снижается степень нагрузки на экосистемы.

Достоинства адаптивных систем хорошо известны и включают реальную возможность сохранения и восстановления плодородия почв, увеличение производства основных культур на 20-25 %, снижение затрат и др. [4].

Использование адаптивных систем земледелия, включающих применение покровных культур и технологии No-Till, позволяют учесть основные требования устойчивого развития сельского хозяйства и сельских территорий. Это первая попытка решения такого рода задач, естественно она требует доработки с учетом особенностей природно-хозяйственных условий, но даже в существующем виде адаптивные системы могут быть использованы в стране для обоснования мероприятий в государственных программах, связанных с сохранением и восстановлением плодородия почв.

В качестве примера рассмотрим целесообразность применения адаптивных систем на землях степной зоны, используемых под зерновые и другие севообороты. Исходные данные для расчетов: рассматривается зернопаропропашной севооборот, включающий 6 видов с/х культур. Посевы зерновых культур в севообороте составляют 60 %. Существующая эффективность использования биоклиматического потенциала – 23 %, продуктивность севооборота – 14,2 т/га, возврат биомассы в почву – 5,2 т/га (таблица 1). Внедрение адаптивной системы земледелия предусматривает включение в состав севооборота 15 видов покровных культур, соответствующих рассматриваемым почвенно-климатическим условиям [6, 7]. Для оценки продуктивности покровных культур и объема возврата биомассы в почву, в зависимости от числа видов покровных культур, использованы работы [8]. Биомасса покровных культур в рассматриваемых условиях составляет 19-

20 т/га в год, объем возврата биомассы, за вычетом отчуждения урожая основной культуры, - 13 т/га.

Наибольшую сложность представляет расчет динамики запасов гумуса в почвах. Для расчета содержания гумуса в почвах обычно используют уравнение баланса, учитывающее накопление и потери гумуса. Само уравнение баланса не позволяет оценить динамику запасов гумуса и не учитывает того, что интенсивность изменения запаса гумуса постепенно затухает во времени. В связи с этим, для оценки динамики запасов гумуса в почвах следует использовать эмпирическое выражение, учитывающее исходные запасы гумуса в почве, ежегодный возврат биомассы, коэффициенты гумификации и минерализации органического вещества, время и абиотические потери гумуса в результате эрозии, дефляции и др:

$$G_t = G_0 \exp [(BK_z - G_t K_m \gamma) \bar{t}] \quad (1)$$

где G_0 и G_t - исходное ($\bar{t} = 0$) и конечное содержание гумуса (т/га); B - ежегодный возврат органического вещества в почву, т/га в год); K_g - коэффициент гумификации сухого органического вещества; K_m - коэффициент минерализации гумуса; $\bar{t}$ - относительное время, $\bar{t} = \frac{t}{\Psi}$; t - время, годы; Ψ - время стабилизации запасов гумуса, учитывающее особенности влаги и тепло обеспеченности и неравномерность производства и трансформации органического вещества, годы. Значение Ψ для черноземных почв составляет 250 лет [9]; γ - коэффициент, учитывающий абиотические потери гумуса. При отсутствии эрозии и дефляции почв $\gamma = 1$, при средней и сильной степени эродированности $\gamma = 1,15$ и $1,30$ соответственно [2].

В природных условиях при $BK_z = G_0 K_m$, количество гумуса практически не изменяется. При нарушении природного равновесия в результате распашки и нарушения закона возврата, как правило, $BK_z < G_0 K_m$, что приводит к сокращению запаса гумуса и снижению плодородия почв, поскольку все водно-физические и физико-химические свойства зависят от содержания гумуса.

Значения коэффициентов гумификации и минерализации необходимо определять с учетом свойств и структуры использования зональных почв. К

сожалению, подробные данные по этим коэффициентам в литературе отсутствуют, поэтому для расчетов можно использовать осредненные значения, полученные нами на основании обобщения имеющихся литературных данных и численных экспериментов. Коэффициенты гумификации органического вещества (K_c) и минерализации гумуса (K_m) приняты равными 0,16 и 0,0037 соответственно; $\gamma = 1$ [10, 11].

Расчеты изменения запасов гумуса в почвах выполнены для нескольких вариантов: зерно-паропропашной севооборот с чистым паром; зерно-пропашной севооборот без чистого пара; адаптивная система земледелия с отчуждением 30 и 15 % биомассы покровных культур; адаптивная система без отчуждения биомассы покровных культур. Результаты расчетов приведены на рисунке.

Полученные данные дают основание утверждать, что применение адаптивных систем земледелия позволяет не только сохранить, но и в значительной степени улучшить плодородие почв. Наиболее эффективным является применение в севооборотах не менее 15 видов покровных культур без отчуждения их биомассы. Даже незначительное отчуждение биомассы покровных культур (≤ 15 %) существенно снижает эффективность адаптивных систем земледелия. Отчуждение 30 % биомассы покровных культур, хотя и снижает интенсивность сработки запасов гумуса, но не предотвращает ее. Вместе с тем, следует отметить, что процессы восстановления запасов гумуса в почвах протекают очень медленно. В рассматриваемых условиях при объеме возврата биомассы в почву 13 т/га в год восстановление природных запасов гумуса может занять не менее 80-100 лет.

Формирование подстилки на поверхности почвы из биомассы покровных культур практически снимает проблемы эрозии и дефляции. Расчеты интенсивности эрозии показывают, что при допустимом смыве почв ≤ 3 т/га в год и уклонах поверхности $\leq 0,05$ дополнительных противоэрозионных мероприятий не требуется.

ВЫВОДЫ

Применение адаптивных систем земледелия дает возможность восстановить баланс органического вещества и химических элементов в почвах, сформировать подстилку и обеспечить сохранение и восстановление плодородия почв. Адаптивная система земледелия позволяет превратить сельское хозяйство в эффективное природоохранное мероприятие и существенно увеличить производство зерна в стране, а также улучшить экологическую и продовольственную обстановку в стране. Вместе с тем, выполненные исследования показали, что при разработке Программ сохранения и восстановления плодородия почв нельзя директивно задавать сроки достижения ожидаемых результатов без учета динамики природных процессов, как это делается в настоящее время. Сроки достижения ожидаемых результатов должны быть обоснованы на основании составления долгосрочных прогнозов динамики природных процессов.