



УДК 631.445.4:631.82:631.582(571.61)

Г.А. Гребенюк,
С.Г. Харина

ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛУГОВОЙ ЧЕРНОЗЕМОВИДНОЙ ПОЧВЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ МНОГОЛЕТНЕГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТЕ В УСЛОВИЯХ ПРИАМУРЬЯ

Ключевые слова: луговая черноземовидная почва, удобрения, агроэкосистема, севооборот, система обработки почвы, многолетние опыты, антропогенная нагрузка.

Введение

В течение более 50 лет в агроэкосистемах Приамурья широко используются минеральные удобрения, проводятся различные агротехнические мероприятия. Почва является элементом ландшафта, и изучения только пахотного слоя не достаточно для оценки ее экологического состояния.

Основной целью и задачами наших исследований было оценить изменение экологического состояния луговой черноземовидной почвы в результате многолетнего применения минеральных, органических удобрений и различных агротехнических факторов в севообороте, выявить зависимость изменения агрохимических свойств почвы от применяемых агротехнических факторов, изучить возможность миграции и накопления основных биогенных элементов по почвенному профилю до глубины 100 см, исследовать воздействие технологий на целлюлозоразлагающую активность почвы. Все это позволило более достоверно оценить степень антропогенной нагрузки на луговую черноземовидную почву в условиях Приамурья.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в 2002-2005 гг. в длительном стационарном многофакторном опыте, заложенном в

1986 г. в восьмипольном севообороте с многолетними травами на луговой черноземовидной почве южной зоны Амурской области в ОПХ ВНИИ сои с. Садовое Тамбовского района в лаборатории химической мелиорации почв.

Схема севооборота: зерновые с подсевом многолетних трав, многолетние травы 1-го года использования, многолетние травы 2-го года использования, соя, зерновые, соя, зерновые, соя.

В опыте предусматривалось изучение влияния на экологическое состояние почв длительного применения удобрений в севообороте, внесение измельченной соломы комбайном при уборке и запахивании плугом, глубокое рыхления почвы под сою стойками СибИМЭСХа на глубину 35-45 см 2 раза за ротацию севооборота, применение двух систем основной обработки почвы: систематической ежегодной вспашки с оборотом пласта под сою и пшеницу, в сочетании с бесплужной обработкой под пшеницу (комбинированная обработка).

Стационарный опыт заложен в 4-кратной повторности, площадь делянки 200 м², учетная площадь 50-55 м². Рельеф участка выровненный, почвы луговые черноземовидные тяжело суглинистые. В опытах высеваются: многолетние травы – кострец, соя – Октябрь 70, пшеница – Дальневосточная 10. Удобрения вносили локально зерновой сеялкой под травы N₆₀P₆₀, сою – двойной суперфосфат в дозе P₆₀, пшеницу – N₆₀P₃₀ (аммиачная селитра + двойной суперфосфат). В 1999 г. был внесен сапропель в количестве 40 т/га в четвертом варианте.

Схема исследуемых вариантов в стационарном опыте по изучению систем возделывания сои и зерновых культур в севообороте с многолетними травами (2002-2005 гг.)

| № варианта | Основная обработка почвы |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Отвальная обработка под сою и пшеницу на глубину 22-24 см (контроль) |
| 2 | Отвальная обработка под сою и пшеницу, NP, заплата соломы, глубокое рыхление на глубину 40-45 см |
| 3 | Отвальная обработка под сою, бесплужная обработка под пшеницу, NP, заплата соломы |
| 4 | Отвальная обработка под сою, бесплужная обработка под пшеницу, заплата соломы, последствие 40 т/га сапропеля |

Наблюдения велись в четырех вариантах опыта, 3-кратной повторности (табл. 1). На момент начала наших исследований в 2002 г. на первом поле третьей ротации высевалась пшеница Дальневосточная 10 с подсевом многолетних трав, в 2003 г. – многолетние травы первого года (второе поле третьей ротации севооборота), 2004 г. – многолетние травы второго года, 2005 г. – соя сорт Октябрь 70.

Почвенные образцы отбирали буром с диаметром стакана 5 см на глубину до 1 м, послойно по 20 см, по диагонали делянок. В образцах определяли содержание подвижного фосфора и обменного калия методом Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-89), содержание гумуса – по методу И.В. Тюрина в модификации Никитина [1], кислотность – потенциметрически (ГОСТ 26483-90), обменный аммоний (ГОСТ 26489-90), нитратный азот (ГОСТ 26951-91) – в агрохимической лаборатории кафедры земледелия, почвоведения и агрохимии, определение целлюлозоразлагающей способ-

ности почв – по методу Е.Н. Мишустина, И.С. Восторова и А.Н. Петровой [2].

Результаты и их обсуждение

Водная кислотность по всем вариантам на первом поле севооборота третьей ротации в слое 0-20 см составила 6,36-6,45. Вглубь по почвенному профилю в слоях до 100 см показатель изменялся от 6,37 до 6,56.

Обменная кислотность почвы в слое 0-20 см слабокислая по 3 вариантам, причем в контроле без применения удобрений наибольший показатель рН 5,23 (рис. 1).

При глубоком рыхлении по сравнению с контролем и другими вариантами обменная кислотность осталась слабокислой до глубины 1 м, тогда как в почве остальных вариантов она стала кислой. Комбинированная обработка и внесение сапропеля в пахотном слое приблизили реакцию среды близкой к нейтральной 5,54, но с более интенсивным переходом ее в слое 1 м до 4,88 единиц рН.

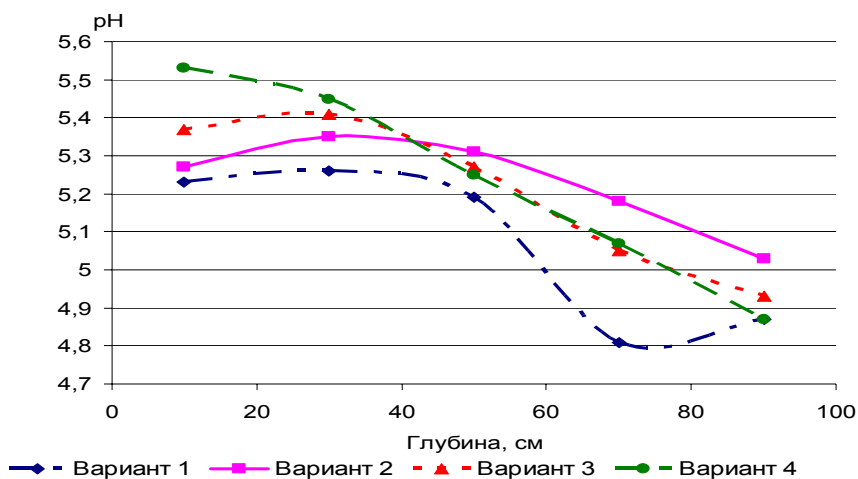


Рис. 1. Обменная кислотность почвы в слоях 0-100 см (среднее за 2002, 2003, 2005 гг.)

Таким образом, пахотный слой и ниже-лежащие слои почвы не претерпевают особых изменений по водной и обменной кислотности в почвах опыта с длительным севооборотом. Следовательно, многолетнее использование различных обработок почвы и внесение удобрений в севообороте не воздействуют антропогенно на кислотность луговой черноземовидной почвы, т.е. не происходит ее основательного подкисления.

Фосфор является важным элементом питания для всех сельскохозяйственных культур, его называют стратегическим элементом земледелия. В почвах он находится во втором после азота минимуме [3, 4].

В варианте с отвальной обработкой и глубоким рыхлением происходила более интенсивная миграция подвижных форм фосфора в подпахотный слой 20-40 см – 30 мг/кг, до глубины 100 см по слоям выявлено 17-21 мг/кг P₂O₅ (табл. 2).

В третьем варианте отмечено увеличение содержания подвижных форм фосфора в пахотном слое до 39 мг/кг. В слоях от 40 до 100 см по всем вариантам выявлено 13-22 мг/кг P₂O₅. При примене-

нии сапропеля в слое 0-20 см накапливалось наиболее высокое его количество – 48 мг/кг, в слое 20-40 см – 27 мг/кг, от 40 до 100 см было на уровне контроля 11-14 мг/кг. Следовательно, при использовании органических удобрений фосфор накапливается, лучше связывается почвой и меньше вымывается в подпахотные слои, а на фоне применения минеральных удобрений отмечается его повышение до глубины 100 см.

Азот – важнейший питательный элемент для растений. Важно учитывать запасы минерального азота в слое почвы 0-100 см, так как он при определенных условиях может быть доступен растениям [4]. Наибольший уровень минерального азота наблюдался в варианте с внесением сапропеля в слое 0-20 см – 13,38 мг/кг; 20-40 см – 13,06; 40-60 см – 11,38; 60-80 см – 9,57; 80-100 см – 9,47 мг/кг, а наименьший в слое 0-20 см при глубоком рыхлении и внесении минеральных удобрений – 11,15 мг/кг. Это обусловлено внесением органического удобрения в 4-м варианте и одновременно отмечен процесс обогащения почвы азотом до глубины 100 см (рис. 2).

Таблица 2

Содержание подвижного фосфора в почве в слоях 0-100 см, мг/кг (среднее 2002, 2003, 2005 гг.)

| № | Варианты | Слой почвы, см | | | | |
|---|--------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------|-------|--------|
| | | 0-20 | 20-40 | 40-60 | 60-80 | 80-100 |
| 1 | Отвальная обработка (контроль) | 23 | 16 | 11 | 11 | 13 |
| 2 | Отвальная обработка, NP, заплата соломы, глубокое рыхление | 39 | 30 | 17 | 17 | 21 |
| 3 | Комбинированная обработка, NP, заплата соломы | 39 | 22 | 13 | 14 | 22 |
| 4 | Комбинированная обработка, заплата соломы, сапропель 40 т/га | 48 | 27 | 12 | 11 | 14 |

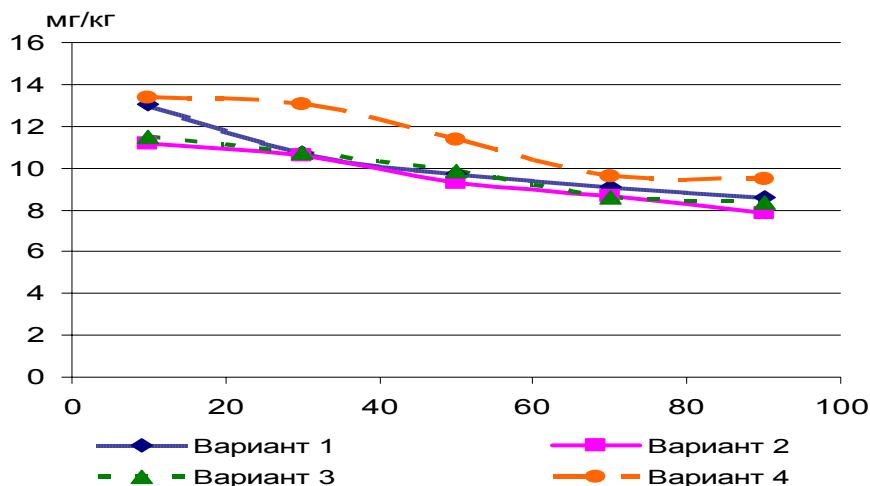


Рис. 2. Содержание минерального азота в почве в слоях 0-100 см, мг/кг (среднее 2002, 2003, 2005 гг.)

Применение калия в регионе серьезно отстает от применения азота и фосфора, хотя в течение вегетации растения поглощают его больше, чем другие элементы. По нашим данным, в почве опыта происходит уменьшение содержания K_2O с увеличением глубины при всех способах обработки, включая контроль. Средние показатели обменного калия во всех вариантах незначительно отличаются между собой и соответствуют высокой степени обеспеченности K_2O , изменение степени обеспеченности K_2O с высокой (170-250 мг/кг) в повышенную (120-170 мг/кг) во всех вариантах происходит в слое 40-60 см, а в контроле – в слое 20-40 см (табл. 3).

Глубокое рыхление способствовало лучшему развитию корневой системы сельскохозяйственных растений и повышению выноса калия из почвы, а комбинированная обработка привела к увеличению K_2O в пахотном слое.

Почвы опытного участка имеют среднее потенциальное плодородие, комплекс агротехнических мероприятий по окультуриванию почв, проведенных в эти годы, способствовал повышению содержания гумуса, в контрольном варианте в слое 0-20 см – 5,40%, нижележащем слое – 4,39, в слое 40-80 см его количество на-

ходится на одном уровне – 2,08-2,06% и в слое 100 см – 1,58% (табл. 4).

В вариантах с внесением удобрений и запашкой соломы содержание гумуса в пахотном слое выше 5,82-5,97%. При глубоком рыхлении в слое 0-20 см было 5,88%, в слое 20-40 см идет резкое снижение его количества на 2,31%, далее наблюдается его постепенная убыль до 1,60% в слое 80-100 см. При использовании агротехнических приемов и внесении органических остатков и сапропеля в севообороте создаются наиболее оптимальные условия для гумусообразования и сохранения плодородия почвы.

Таким образом, после двух ротаций восьмипольного севооборота приемы основной обработки почвы были практически равноценны по влиянию на содержание гумуса. Применение многолетних трав в структуре севооборота способствовало стабилизации и поддержанию бездефицитного баланса гумуса, что являлось одним из самых доступных способов обогащения почвы органическим веществом, улучшая ее свойства, поддерживало на должном экологическом уровне окружающую среду.

Одним из важных показателей агроэкологического состояния и уровня эффективного плодородия почвы является ее микробиологическая активность [6].

Таблица 3

Содержание обменного калия в почве, мг/кг (среднее 2002, 2003, 2005 гг.)

| № | Вариант | Слой почвы, см | | | | |
|---|--------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------|-------|--------|
| | | 0-20 | 20-40 | 40-60 | 60-80 | 80-100 |
| 1 | Отвальная обработка (контроль) | 178 | 167 | 162 | 158 | 148 |
| 2 | Отвальная обработка, NP, запашка соломы, глубокое рыхление | 184 | 173 | 157 | 156 | 144 |
| 3 | Комбинированная обработка, NP, запашка соломы | 190 | 174 | 160 | 154 | 152 |
| 4 | Комбинированная обработка, запашка соломы, сапропель 40 т/га | 187 | 177 | 164 | 153 | 143 |

Таблица 4

Содержание гумуса в почве, % (среднее 2003, 2005 гг.)

| Вариант | Слой почвы, см | | | | |
|--------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------|-------|--------|
| | 0-20 | 20-40 | 40-60 | 60-80 | 80-100 |
| Отвальная обработка (контроль) | 5,40 | 4,39 | 2,08 | 2,06 | 1,58 |
| Отвальная обработка, NP, запашка соломы, глубокое рыхление | 5,88 | 3,57 | 2,12 | 1,62 | 1,60 |
| Комбинированная обработка, NP, запашка соломы | 5,97 | 3,99 | 2,39 | 1,89 | 0,97 |
| Комбинированная обработка, запашка соломы, сапропель 40 т/га | 5,82 | 4,94 | 2,83 | 1,22 | 1,24 |

Изучая микробиологическую активность почв (далее МБА), мы отметили в контроле увеличение МБА с увеличением длительности экспозиции, при этом каждый из показателей (за 15 и 20 дней) приняты за 100% для изучения уровня изменения МБА в зависимости от времени при различных способах обработки почв: в 2003 г. в слое 0-10 см за 15 дней 12,05 г – 100%, за 20 дней 20,07 г – 100%. В варианте с глубоким рыхлением, а также при комбинированной обработке почвы и внесении сапропеля 40 т/га МБА с увеличением времени экспозиции целлюлозы уменьшалась на 15 и 4% соответственно. В третьем варианте такой зависимости не было (табл. 5).

Повышение МБА относительно контроля отмечалось при отвальной обработке и глубоком рыхлении на 28% и при внесении сапропеля на 24% в слое 0-10 см в 2003 г., в 2004 г. незначительное повышение на 3-13%, но по отношению к 2003 г. ее снижение в слое 0-10 см. В слое 10-20 см наблюдалось снижение МБА в 2003 г. по всем вариантам как относительно контрольного варианта, так и 2004 г.

При экспозиции 20 дней в слое 0-10 см в 2003 г. отмечалось снижение МБА в варианте с глубоким рыхлением на 15% и при внесении сапропеля – на 4% относительно контроля, а при комбинированной обработке и запашке соломы сравнялась с контролем. В слое 10-20 см наблюдали

снижение микробиологической активности во втором и четвертом вариантах на 4 и 31% соответственно. В третьем варианте увеличилась на 19%. В 2004 г. отмечали увеличение микробиологической активности на 1-7% относительно контроля.

Таким образом, при анализе изменений целлюлозоразлагающей способности почв в зависимости от длительности экспозиции и глубины закладки целлюлозы отмечено увеличение МБА в слое 0-10 см по отношению к контролю при различных способах обработки почв на 1-28%, объясняемый благоприятными условиями для почвенной биоты в верхнем горизонте, а также интенсивность разложения целлюлозы в 2004 г. была больше 2003 г., но в процентном соотношении разница обработок уже не прослеживается. Здесь, по-видимому, сказались влияние переувлажнения почвы в 2003 г. и более высокий коэффициент аэрации пахотных почв в 2004 г., в меньшей степени – применение удобрений.

Заключение

Проведенные нами исследования позволяют сделать вывод, что значительных изменений экологического состояния луговой черноземовидной почвы в результате многолетнего применения оптимальных доз минеральных удобрений и различных агротехнических факторов в севообороте в условиях Приамурья по всем показателям не выявлено.

Таблица 5

Влияние длительного применения удобрений на целлюлозоразлагающую способность почвы

| № | Варианты | 2003 г. | 2004 г. | 2003 г. | 2004 г. |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|--------------|------------|
| | | убыль целлюлозы, г | | % к контролю | |
| Экспозиция 15 дней, слой 0-10 см 20 | | | | | |
| 1 | Отвальная обработка (контроль) | 12,05 20,7 | 34,77 45,11 | 100 100 | 100 100 |
| 2 | Отвальная обработка, N ₆₀ , запашка соломы, глубокое рыхление | 15,4 17,5 | 35,7 45,6 | 128 85 | 103 101 |
| 3 | Комбинированная обработка N ₆₀ , запашка соломы | 11,5 20,7 | 37,8 47 | 95 100 | 109 104 |
| 4 | Комбинированная обработка, запашка соломы, сапропель 40 т/га | 15 19,9 | 39,4 48,4 | 124 96 | 113 107 |
| Экспозиция 15 дней, слой 10-20 см 20 | | | | | |
| 1 | Отвальная обработка (контроль) | 17,2 19,5 | 31,3 40,8 | 100 100 | 100 100 |
| 2 | Отвальная обработка, N ₆₀ , запашка соломы, глубокое рыхление | 11 18,7 | 34,7 42,4 | 64 96 | 111 104 |
| 3 | Комбинированная обработка N ₆₀ , запашка соломы | 13,1 23,3 | 35,2 41,4 | 76 119 | 112 101 |
| 4 | Комбинированная обработка, запашка соломы, сапропель 40 т/га | 13 13,4 | 36,3 42,4 | 76 69 | 116 104 |

Библиографический список

1. Агрехимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М.: Моск. ун-т, 1980. – 224 с.
3. Минеев В.Г., Лебедева Л.А. Юстус Либих и современная агрохимия // Агрохимия и качество растениеводческой продукции. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – С. 3-13.
4. Убугунов Л.Л., Меркушева М.Г., Будаев Б.Х. Влияние фосфорных удобрений на динамику содержания подвижного

фосфора в орошаемой каштановой почве западного Забайкалья, продуктивность, качество и сохранность картофеля // Агрохимия. – 2004. – № 2. – С. 40-51.

5. Никитишен В.И. Особенности круговорота азота в условиях интенсивного применения удобрений на серых лесных почвах // Генезис, плодородие и мелиорация почв. – Пущино: ОНТИНЦБ и АН СССР, 1980. – С. 174-188.

6. Тихомирова Л.Д. Биологический метод определения плодородия почвы // Сиб. вестник с.-х. науки. – 1972. – № 5. – С. 15-18.



УДК 58.056:635.1/.7(571.15)

**Е.Г. Пивоварова,
А.О. Люцигер,
Т.А. Кузнецова,
Е.В. Кононцева**

**ТЕНДЕНЦИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ
НА ОРОШАЕМЫЕ АГРОЦЕНОЗЫ ТОМАТА, ОГУРЦА И КАПУСТЫ**

***Ключевые слова:** изменение климата, среднемесячные температуры, урожайность, картофель, морковь.*

Введение

В последнее время появился ряд работ, посвященных изучению климатических изменений на территории Западной Сибири и Алтайского края, зачастую противоречивых, что объясняется использованием различных методов оценки [1-3]. Ранее нами были определены тенденции изменения среднесуточных годовых температур, математически доказано увеличение продолжительности безморозного периода на 2 декады [3]. Однако для продуктивности сельскохозяйственных культур имеет значение не только, и не столько изменение обобщенных годовых показателей, сколько распределение температур и осадков в течение года (вегетационного периода). В работе Н.Ф. Харламовой впервые дан анализ тенденций изменения температуры воздуха и осадков внутри сезонов года [4]. Приведенные результаты подтверждают региональную тенденцию изменений климата в форме глобального потепления с замедлением скорости роста температуры за счет повышения суровости зим. Целью данного

исследования являлась оценка воздействия метеорологических параметров на урожайность овощных культур (томата, огурца, капусты) и тенденций изменения их продуктивности в условиях меняющегося климата Алтайского Приобья за период 1961-2010 гг. Овощеводство и картофелеводство, как подсобные отрасли сельского хозяйства призваны обеспечивать потребности населения края в этих продуктах. Созданием, производством и реализацией высокопродуктивных сортов картофеля и овощей занимается Западно-Сибирская овощекартофельная селекционная опытная станция. Развитое производство овощей позволяет поставлять за пределы края более 100 тыс. т картофеля, 10-15 тыс. т овощной продукции. Поскольку биологические особенности культур предъявляют различные требования к теплу и влаге в течение вегетации, определенный интерес представляет изменение среднемесячных температур и сумм осадков по месяцам за последние 50 лет. В засушливых условиях, характерных для степных зон Алтайского края, погода и климат оказывают существенное влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур. Частично это решается путем регулирования водного режима с помо-