

УДК 634.0.114

## **ОЦЕНКА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ ЗАЛЕЖИ НА СОПРЯЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ РЕЛЬЕФА В КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ**

*О.А. Сорокина, д.б.н., А.Н. Данилов, Красноярский ГАУ*

*Изучены показатели плодородия постагрогенной темно-серой почвы в трех точках катены (подножие, середина и вершина склона) на залежи Красноярской лесостепи. Установлена максимальная аккумулятивная функция почвы вышележающей середины склона, затем его подножия. В почве верхней части склона отчетливо проявляются трансэлювиальные процессы. Почва залежи по всему склону характеризуется достаточно высоким плодородием, слабым пространственным варьированием свойств.*

*Ключевые слова: точка катены, залежь, склон, плодородие, профиль почвы, гумус, реакция среды, элементы питания, пространственное варьирование.*

Проблема изучения залежей является комплексной, что определяет необходимость мониторинга залежных земель, особенно в современных реальных условиях сельскохозяйственного производства [3]. Только учитывая агроэкологические и экономические аспекты этой проблемы, можно говорить о целесообразности повторного использования постагрогенных почв в различных направлениях. Для разработки агротехники восстановления пашни из-под залежи и ее дальнейшего рационального использования, требуется детальная оценка плодородия почв, формирующихся в конкретных условиях рельефа [4]. Естественная эволюция почв, перешедших в залежное состояние после выведения из режима пашни, определяется комплексной сменой растительности в зависимости от экспозиции склона, местоположения в рельефе и связана только с природными факторами почвообразования.

Большинство проведенных исследований в Сибири и в Красноярском крае касаются трансформации плодородия черноземных почв залежей [1, 5, 6]. Научных работ, посвященных изменению показателей плодородия постагрогенных серых почв залежей, недостаточно [7, 8].

Цель наших исследований – оценить показатели эффективного и потенциального плодородия постагрогенной темно-серой почвы в трех точках катены на залежи.

**Методика.** Исследования проводили на территории Манского района, которая относится к Красноярскому лесостепному округу. Помимо общих свойств и признаков, характерных для всего типа, серые почвы Красноярской лесостепи имеют ряд особенностей: довольно богаты гумусом, сильно выщелочены, слабо оподзолены, им свойственны процессы оглеения, связанные с длительным сохранением мерзлоты. В целом эти почвы отличаются достаточно высоким естественным плодородием.

В экологическом отношении растительный покров массива залежи представлен пырейно-разнотравным сообществом, в составе которого преобладают мезофиты, характерные для луговых фитоценозов, что свидетельствует об их богатстве и разнообразии.

В 2013–2015 гг. проводили исследования по геоморфологическому профилю массива залежи на склоне восточной экспозиции крутизной 1,5–2,0°, где заложили почвенную катену. В катене выделили три точки, расположенные на элементах рельефа, геохимически сопряженных между собой: вершина, вышележающая середина и подножие склона. При антропогенных воздействиях различные звенья ландшафтных катен по-разному реагируют на эти нагрузки.

В образцах почв из генетических горизонтов почвенных разрезов определяли: содержание гумуса по методу Тюрина [ГОСТ 26213-91]; актуальную ( $pH_{H_2O}$ ) и обменную ( $pH_{KCl}$ ) кислотность ионометрически, гидролитическую кислотность (Нг) по Каппену, сумму обменных оснований (S) по Каппену-Гильковицу, рассчитали степень насыщенности основаниями (V). Для оценки трансформации показателей эффективного плодородия почв залежей использовали метод агрохимического обследования. В трех точках катены, приуроченных к указанным элементам рельефа, были отобраны смешанные (представительные) образцы из слоя 0–10 и 10–20 см в пятикратной повторности. Определяли поглощенный аммоний (N-NH<sub>4</sub>) с реактивом Несслера, подвижный фосфор (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и обменный калий (K<sub>2</sub>O) по Кирсанову [ГОСТ 26207-91].

Учет запасов надземной биомассы травяного покрова залежи в трех точках катены проводили в пятикратной повторности на площадках 1 м<sup>2</sup>. Отбор агрохимических образцов почвы и растений был приурочен к фазе максимального развития травостоя – цветению трав.

Рассчитали коэффициент пространственного варьирования свойств почв и запасов фитомассы (Cv), что крайне необходимо при оценке антропогенной трансформации почв для разработки дифференцированных агротехнологий применительно к разным элементам рельефа. Указанные статистические параметры рассчитали с использованием программы Microsoft Excel.

**Результаты и их обсуждение.** Строение профилей почв во всех точках катены идентичное: A<sub>6гп</sub>-A<sub>1</sub>A<sub>2</sub> (A<sub>1</sub>)-A<sub>1</sub>B-Bg-BCg-Cg. Различия проявляются по степени оподзоленности и оглеения. Почва на вершине склона – темно-серая постагрогенная оподзоленная глееватая, в середине склона – темно-серая постагрогенная слабооподзоленная глееватая, у подножия склона – темно-серая постагрогенная слабооподзоленная оглеенная. Все почвы тяжелосуглинистые, развитые на коричнево-бурой глине. Отчетливо выделяется бывший пахотный слой (A<sub>6гп</sub>), свидетельствующий о сельскохозяйственном использовании почв. Признаки оподзоливания наиболее выражены в почве на вершине склона. Характерно наличие процессов оглеения, особенно в зоне иллювиования и материнской породе (Bg-BCg-Cg). Самая высокая степень гумусированности почв отмечается в средней и нижней точках катены, а оглеение наиболее сильно проявляется у подножия склона.

В формировании экологической устойчивости естественных и антропогенных биоценозов, их функционировании и направлении использования глобальная роль принадлежит гумусу. Он является интегральным показателем плодородия, объединяющим в себе ряд свойств почв [2]. Содержание гумуса в верхней части профиля почвы разреза №1, расположенного у подножия склона, высокое с отчетливым снижением по профилю (табл.1). Это довольно типичный регрессионно-аккумулятивный профиль, свойственный серым почвам, указывающий на хорошо выраженную биогенную аккумуляцию органического вещества в самом верхнем слое почв.

**1. Характеристика постагрогенной темно-серой почвы залежи**

| Горизонт почвы | Глубина, см | Гумус, % | pH               |     | м-моль/100г почвы |   | V, % |
|----------------|-------------|----------|------------------|-----|-------------------|---|------|
|                |             |          | H <sub>2</sub> O | KCl | Hг                | S |      |
|                |             |          |                  |     |                   |   |      |

| Разрез №1 в нижней точке катены  |           |      |     |     |      |      |      |
|----------------------------------|-----------|------|-----|-----|------|------|------|
| A <sub>бп</sub>                  | 0-20      | 9,1  | 6,1 | 4,9 | 4,3  | 35,4 | 89,2 |
| A <sub>1</sub>                   | 20-27     | 6,5  | 6,0 | 4,7 | 4,3  | 30,6 | 87,7 |
| A <sub>1</sub> B                 | 27-47     | 3,8  | 5,8 | 4,3 | 4,0  | 26,2 | 86,7 |
| B <sub>g</sub>                   | 47-67     | 2,4  | 5,9 | 4,3 | 2,8  | 26,2 | 90,3 |
| BC <sub>g</sub>                  | 67-75     | 2,3  | 6,2 | 4,5 | 2,1  | 27,0 | 92,8 |
| C <sub>g</sub>                   | 75 и ниже | 2,1  | 6,5 | 4,7 | 1,6  | 28,8 | 94,7 |
| Разрез №2 в средней точке катены |           |      |     |     |      |      |      |
| A <sub>бп</sub>                  | 0-19      | 10,8 | 5,9 | 4,9 | 4,8  | 36,6 | 88,4 |
| A <sub>1</sub>                   | 19-41     | 5,2  | 5,9 | 4,9 | 4,6  | 32,8 | 87,7 |
| A <sub>1</sub> B                 | 41-58     | 2,8  | 6,2 | 4,7 | 2,5  | 26,4 | 91,3 |
| B <sub>g</sub>                   | 58-71     | 2,5  | 6,3 | 4,6 | 2,1  | 27,8 | 93,0 |
| BC <sub>g</sub>                  | 71-82     | 2,2  | 6,3 | 4,6 | 2,0  | 26,8 | 93,1 |
| C <sub>g</sub>                   | 82 и ниже | 1,8  | 6,4 | 4,7 | 1,75 | 28,2 | 94,3 |
| Разрез №3 в верхней точке катены |           |      |     |     |      |      |      |
| A <sub>бп</sub>                  | 0-20      | 8,3  | 5,6 | 4,5 | 6,4  | 30,0 | 82,4 |
| A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>    | 20-32     | 3,1  | 5,7 | 4,3 | 4,8  | 17,8 | 78,8 |
| A <sub>1</sub> B                 | 32-42     | 1,8  | 5,7 | 4,4 | 3,9  | 14,8 | 79,1 |
| B <sub>g</sub>                   | 42-66     | 1,7  | 5,9 | 4,2 | 2,9  | 19,4 | 87,0 |
| BC <sub>g</sub>                  | 66-78     | 1,6  | 6,1 | 4,3 | 2,5  | 25,0 | 90,9 |
| C <sub>g</sub>                   | 78 и ниже | 1,6  | 6,2 | 4,5 | 2,3  | 26,0 | 91,8 |

Реакция почвы в этой точке катены (разрез №1) среднекислая. Профильное распределение величин актуальной и обменной кислотности свидетельствует о слабом проявлении элювиальности. Максимальная гидролитическая кислотность и сумма обменных оснований установлены в верхней части профиля почвы с одновременным снижением степени насыщенности основаниями, что также указывает на проявление процессов оподзоливания. Большой разрыв между величинами актуальной и обменной кислотности (при довольно низком значении рН<sub>KCl</sub>) служит подтверждением ослабления оподзоливания.

Содержание гумуса в бывшем пахотном слое (A<sub>бп</sub>) выложенной срединной точки катены (разрез №2) очень высокое с резким снижением степени гумусированности книзу (см. табл. 1). Характерна более выраженная дифференциация профиля по величине актуальной и гидролитической кислотности, а также степени насыщенности основаниями, свидетельствующая о проявлении в этой почве элювиальных процессов с одновременной биогенной аккумуляцией.

Содержание гумуса, сумма обменных оснований и степень насыщенности почвы основаниями в верхней точке катены несколько ниже, чем в других. В то же время гумусовый профиль самый короткий, также регрессионно-аккумулятивный. Почва разреза №3 отличается более кислой реакцией среды по всему профилю. Величина гидролитической кислотности в верхнем слое почвы возрастает здесь до 6,4, резко уменьшаясь с глубиной. Это свидетельствует о более выраженных процессах оподзоливания и ослаблении биогенной аккумуляции.

Показатели эффективного плодородия характеризуют пригодность почвы для возделывания сельскохозяйственных культур, определяя режим и условия питания растений, процессы превращения удобрений в почве.

Анализ данных таблицы 2 показывает, что обеспеченность почвы аммонийным азотом (N-NH<sub>4</sub>) в средней точке катены также самая высокая. В нижней точке катены (у подножия склона) обеспеченность этой формой азота снижается до средней и низкой. Точка катены на вершине склона отличается минимальным содержанием поглощенного аммония, особенно в слое почвы 0-10 см, что свидетельствует здесь об элювиальных процессах. Нитратного азота в изученных почвах содержится очень мало (следы) за счет повышенной плотности сложения. Обеспеченность подвижным фосфором (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) очень низкая, а обменным калием (K<sub>2</sub>O) средняя или повышенная во всех точках катены. Установлена самая отчетливая биогенная аккумуляция фосфора и калия в верхнем слое почвы срединной катены.

## 2. Пространственное варьирование (Cv) показателей эффективного плодородия постагрогенной темно-серой почвы (M<sub>ср.</sub> из 5 определений)

| Часть склона | Глубина, см | N-NH <sub>4</sub>              |       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  |      | K <sub>2</sub> O               |       |
|--------------|-------------|--------------------------------|-------|--------------------------------|------|--------------------------------|-------|
|              |             | M <sub>ср.</sub> , мг/кг почвы | Cv, % | M <sub>ср.</sub> , мг/кг почвы | Cv   | M <sub>ср.</sub> , мг/кг почвы | Cv, % |
| Подножие     | 0-10        | 10,7                           | 32,2  | 61,4                           | 12,4 | 170,6                          | 10,4  |
|              | 10-20       | 6,5                            | 39,5  | 53,6                           | 12,5 | 130,5                          | 4,2   |
| Срединна     | 0-10        | 25,2                           | 45,4  | 74,9                           | 9,9  | 184,3                          | 16,2  |
|              | 10-20       | 11,4                           | 37,8  | 74,7                           | 18,2 | 128,3                          | 16,9  |
| Вершина      | 0-10        | 8,0                            | 56,1  | 62,3                           | 6,5  | 163,3                          | 8,5   |
|              | 10-20       | 8,8                            | 48,9  | 55,8                           | 10,7 | 131,7                          | 15,3  |

Наиболее изменчивым показателем эффективного плодородия является содержание аммонийного азота. Это связано с неравномерностью пространственной минерализации, миграции и аккумуляции органического вещества на залежи, характеризующейся куртинностью напочвенного покрова и неоднородным сложением почвы, особенно в точке катены на вершине склона. Степень варьирования содержания подвижного фосфора и обменного калия не выходит за пределы 10-20 %, что говорит об их незначительной вариабельности.

В работах, посвященных изучению залежей в Сибири, очень ограничена информация по количественной оценке продуктивности фитомассы, которая является мерой экологической устойчивости любого биоценоза. В объектах исследования на залежи запасы воздушно-сухой надземной травянистой фитомассы достаточно высокие (табл. 3). В верхней точке катены продуктивность свежей фитомассы трав максимальная за счет сохранения в травостое крупнотравных видов и сорного компонента. В нижней точке катены общие запасы фитомассы несколько меньше, чем в верхней. Минимальная величина биомассы трав зафиксирована в срединной выложенной точке катены, что объясняется здесь избыточным увлажнением почвы и связанным с этим недостатком воздуха для корневой системы растений. Полевая влажность почвы в этот период вегетации в слое 10-20 см составляла более 40%. В то же время в составе травостоя этой точки катены значительно увеличилась доля мятликовых и бобовых трав, характеризующихся более развитой и глубоко идущей корневой системой, способствующей биогенной аккумуляции органического вещества.

В целом пространственное варьирование запасов фитомассы слабое, что отличает постагрогенные массивы залежей от целинных естественных или кормовых лугово-степных фитоценозов, в которых наблюдается, как правило, более высокая пространственная вариабельность травянистого напочвенного покрова. Установлено, что запасы фитомассы в средней и верхней частях катены варьируют в пространстве значительно, чем в нижней части у подножия склона за счет более выраженной куртинности напочвенного растительного покрова.

## 3. Запасы воздушно-сухой фитомассы (ср. из 5 опр.) и их пространственное варьирование (Cv)

| Часть склона | Запасы, т/га | Cv, % | Варьирование |
|--------------|--------------|-------|--------------|
| Подножие     | 6,54         | 11,54 | Слабое       |
| Срединна     | 5,12         | 23,14 | Среднее      |
| Вершина      | 8,64         | 24,77 | Среднее      |

**Закключение.** По продуктивности травянистой фитомассы изученные залежи не отличаются от естественных биоценозов лесостепной зоны. Они обладают достаточной продуктивностью для использования их в качестве сенокосов и пастбищ.

Максимальной аккумулятивной функцией отличается почва выложенной срединной точки катены на залежи, затем нижней точки у подножия склона. В почве верхней точки катены более отчетливо проявляются трансэлювиальные процессы. По комплексу агрохимических показателей постагрогенная темно-серая почва залежи Красноярской лесостепи характеризуется достаточно высоким плодородием. При повторном вовлечении ее в сельскохозяйственное использование, применяя современные агротехнические приемы обработки почвы и удобрения, правильно размещая сельскохозяйственные культуры по элементам рельефа, можно гарантировать получение высокой и ровной урожайности в пространстве.

*Литература*

1. Булгаков, Д.С. Проблемы использования в Красноярском крае земель, выбывших из сельскохозяйственного оборота, и пути их решения /Д.С. Булгаков, В.В. Чупрова, А.А. Шпедт //Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота. Материалы Всерос. научн. конф.- М.,- 2008. – С.271-274.
2. Добровольский, Г.В. О месте почвы и почвенной биоты в биосфере //Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере.- М.: Наука, 2003. – С. 5-12.
3. Иванов, Д.А. Почвенно-агроэкологическое исследование процессов трансформации агроэкосистем при различном использовании. //Д.А. Иванов, Н.Г. Ковалев. //Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота. Материалы Всерос. научн. конф.- М.,- 2008.- С.299-303.
4. Кирюшин, В.И. Экологическая устойчивость агроландшафтов и почв: определения и классификация. – В кн.: Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям. Тезисы докл. Всерос. конф.- М., 2002. – С. 6-7.
5. Ковалева, Ю.П. Продукционно-деструкционные процессы в залежных экосистемах Койбальской степи Минусинской котловины: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Красноярск, 2007. – 17 с.
6. Коробова, Л.Н. Динамика восстановления микоценозов залежных черноземных почв Западной Сибири / Л.Н. Коробова, Т.Т. Кузнецова // Непрерывное экологическое образование и экологические проблемы: сб. статей. – Красноярск, – 2004. – Т. 2. – С. 292-298.
7. Сорокина О.А. Изучение серых лесных почв залежей в Красноярском крае / О.А. Сорокина, В.В. Токачук, Н.В. Фомина // Агрохимический вестник.- №3.- 2010. – С. 4-8.
8. Шпедт, А.А. Оценка скорости изменения гумусного состояния дерново-подзолистых и серых лесных почв в условиях залежи /А.А. Шпедт //Управление почвенным плодородием и питанием культурных растений, экологические аспекты природопользования. – Омск: ЛИТЕРА. – С. 172-177.

## **EVALUATION OF FALLOW SOIL FERTILITY ON ADJACENT RELIEF ELEMENTS IN THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE**

*O.A. Sorokina, A.N. Danilov, Krasnoyarsk State Agrarian University, pr. Mira 90, Krasnoyarsk, 660049 Russia*

*Fertility indicators of postagrogenic dark gray soils at three sites of catena (bottom, middle, and top of slope) on the fallow land of the Krasnoyarsk forest-steppe were studied. The maximum accumulative function of the soil was revealed on the flattened central part of the slope, the soil at the foot of the slope being the next. Transeuvial processes are clearly traced in the soil on the top of catena. The fallow soil is characterized by a relatively high fertility and a slight spatial variation of properties all over the slope.*

*Keywords: catena point, fallow, slope, fertility, soil profile, humus, environment reaction, nutrients, spatial variation.*