

3. Безкопыльный, И. Н. Некоторые методические подходы к изучению воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения в зоне территориально-производственного комплекса / И. Н. Безкопыльный // Гигиеническая санитария. – 1984. – № 11. – С. 24-27.
4. Metals and the environment // Swedish Environ. Protect. Agency. 1993, Report 4245. – 185 p.
5. Сравнительная оценка загрязнения тяжелыми металлами снежного покрова предприятиями черной металлургии / Д. Н. Курбаков, В. К. Кузнецов, Е. В. Сидорова // Экология и промышленность России. – 2022. – Т. 26. – № 8. – С. 59-65.
6. Методических рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. М. : Кодекс, 1995. – 28 с.
7. Методических рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. М. : Кодекс, 1995. – 28 с.
8. Берлянд, М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы / Берлянд М. Е. Л. : Гидрометеиздат. – 272 с.
9. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. М. : АО "Кодекс", 2021. – 1025 с.

УДК 631.483:631.472.6

ОЦЕНКА ВКЛАДА ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД В ТЕРРУАРЫ КРЫМСКОГО ВИНОГРАДАРСТВА⁸

Лисецкий Ф. Н.¹, Зеленская Е. Я.², Полетаев А. О.³

Белгородский государственный национальный
исследовательский университет», г. Белгород

E-mail: fnliset@mail.ru¹, zelenskaya@bsuedu.ru², poletaev@bsuedu.ru³

Аннотация. Для двух контрастных районов виноградарства в степной зоне проведен сравнительный анализ геохимии почв и материнских пород, отличающихся литологическим составом. Установлены особенности профильного распределения 9 ключевых химических элементов, определяющих качество продукции виноградарства, на всю глубину корнеобитаемого слоя.

Ключевые слова: ампелопедология, степная зона, биогеохимия почв, плантаж, профиль почв

ASSESSING THE CONTRIBUTION OF MATERNITY ROCKS TO THE TERROIRS OF CRIMEAN VITICULTURE

Lisetskii F. N., Zelenskaya E. Ya., Poletaev A. O.

Belgorod State National Research University, Belgorod

E-mail: fnliset@mail.ru¹, zelenskaya@bsuedu.ru², poletaev@bsuedu.ru³

Annotation. A comparative analysis of the geochemistry of soils and parent rocks with different lithological compositions was conducted for two viticultural regions in the steppe zone. The distribution patterns of nine chemical elements that influence the quality of viticultural products were determined throughout the entire root zone.

Key words: ampelopedology, steppe zone, soil biogeochemistry, plantation ploughing, soil profile

Введение. Необыкновенно разнообразные ландшафты Крымского п-ова обладают перспективами формирования широкого спектра терруаров для получения вин с яркой индивидуальностью. Современный опыт оценки и параметризации условий среды для целей виноградарства [1, 2] показывает, что

⁸ Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-27-00421, <https://rscf.ru/project/25-27-00421/>

наряду с геоморфологическими и климатическими условиями местности большое значение имеет учет почвенно-генетических и почвенно-экологических особенностей. Результаты крупномасштабных обследований почв в Крыму показали, что площади почвообразующих пород на плотных карбонатных породах и их элювии занимают 26,6 % площади (без учета горной части). К ним можно прибавить еще 2,5 % площади с ареалами элювия коренных пород на крымском субсредиземноморье. В целинных почвах помимо гор. С часто выделяется плотная материнская порода с продуктами выветривания (гор. Р). По результатам бонитировки почв черноземы на элювии известняков делятся на относительно плодородные (51-70 баллов) с долей площади 33,6 % и на менее плодородные (11-30 баллов) на 26,8 % площади, тогда как доля дерново-карбонатных почв (1-20 баллов) составляет 77,3 %. В целом, около 1/3 Крымского п-ова это арена, где почвы формируются не только на продуктах выветривания плотных пород, но и часто на неглубоко залегающих плитах коренных пород, которые в условиях агроландшафтов еще с античной эпохи [3] трансформировались человеком в агрогетерогенные (инверсионные) текстурно-карбонатные агрозёмы и в турбозёмы. По другим подходам к таксономии выделяют плантажированный вариант при глубине обработки почв ≥ 60 см. Ранее, опираясь на результаты ампелоэкологических исследований [4], отмечена не только общая роль материнских пород, во многом определяющих рост и урожай винограда, но и доказано различное влияние на качество урожая рыхлых пород, обеспечивающих инфильтрацию воды и проникновение корней на большую глубину, и твердых связных осадочных пород. При параметризации почв и терруара недостаточно опираться только на данные для пахотных горизонтов, а надо учитывать свойства нижележащих, что для эффективного виноградарства имеет решающее значение [5].

Цель работы заключалась в анализе биогеохимических особенностей наиболее контрастных материнских пород (лессовидных суглинков и элювия карбонатных пород) и сформированных на них почв, используемых в крымском виноградарстве на территории степной зоны.

Материалы и методы. Выбор объектов исследования предполагал возможность сравнительного анализа наиболее контрастных материнских пород у почв, используемых в крымском виноградарстве степной зоны, опираясь на авторскую базу данных [6]. Почвенные эталоны (дерновые карбонатные средне-суглинистые щебнистые почвы на элювии известняков (карболитозёмы; *Rendzic Leptosols (Skeletal) (WRB)*) и чернозем южный слабогумусированный легкоглинистый) выбраны в границах Западного и Восточного возвышенно-степных виноградо-винодельческих районов соответственно. Особенности уникальной постагрогенной плантажированной почвы вблизи античного Калос Лимена рассмотрены в сравнении с целинным карболитозёмом. Метод РСФА с использованием волнодисперсионного спектрометра применяли для определения металлов и оксидов в порошковых пробах почв и пород. Тепловые карты построены в *Python* в интегрированной среде *Anaconda* с использованием библиотек *Seaborn* и *Matplotlib*. Перед визуализацией геохимические данные были стандартизованы методом *Z-score* для обеспечения сопоставимости переменных.

Результаты и обсуждение. За время голоценового педогенеза (~11700 лет) в профиле почв с непромывным режимом происходил вынос (по вертикальному и латеральному градиентам) неустойчивых к выветриванию карбонатных минералов. Как показали результаты вегетационных опытов, извлекаемые из профиля слои почв ниже зоны ризосферы при невысоком уровне потенциального плодородия обладали несоразмерно высоким уровнем эффективного плодородия, определяемого по величине урожая, благодаря высокой микробиологической активности и извлечению биофильных элементов (Fe, Co, Cu, Mn, Mg, Zn) из минеральной основы в новых гидротермических условиях педогенеза. Изученная нами толща почво-грунтов общей мощностью 6,5 м включает полный профиль целинного чернозема южного среднесуглинистого (гор. А – 42 см, А+АВ – 52 см) и его материнскую породу (лессовидный суглинок) (рис. 1). Элементы биоаккумуляции в гумусовом горизонте относительно нижележащего гор. В формируют ассоциацию: Sr (1,5) > As (1,4) > Mn (1,3) > P (1,2) > Cu, Pb, Mg (1,1), а элементы, у которых проявляется миграционная подвижность, можно представить в виде убывающего ряда: Ni, Rb, Ti, Si, Cr, Zn (0,9) > Nb, Zr (0,8) > Co (0,6). В условиях засушливого климата (годовая сумма осадков 430 мм при среднегодовой температуре +11 °С) многие химические элементы, такие как Ti, Fe, Al, Ca, K, Na, V, Ba, не отличаются геохимической подвижностью.

Глубокие горизонты почв, как правило, обедненные эссенциальными элементами, тем не менее выступают значимым источником некоторых рассеянных элементов, которые благодаря транслокации могут влиять на качество продукции виноделия. Ранее было показано, что не только само виноградное растение и его ягоды [7], но и отдельные сорта винограда [8], обладают биогеохимической избирательностью в системе «растения – почвы». Так, белые вина (по сравнению с красными и розовыми) характеризуются более высокими уровнями Co, K, Ti, тогда как красные вина содержали более высокие концентрации Ba, Cr, Cu, Mn, Sr и Zn [8]. В число ключевых показателей качества виноградарской продукции входит интенсивность окраски грозди, что для виноделия необычайно важно. Так, выявленная для Предгорного Крыма высокая (более чем в 2 раза по сравнению с другими частями региона) концентрация в ягодах винограда Rb (67 мг/кг) – микроэлемента, который придает вину рубиновый окрас [7], обуславливает своеобразие этого терруара. Используя указанные данные и особенности профильного распределения макро- и микроэлементов в почвах и породах Крыма [6], были определены, помимо карбонатов кальция, ключевые микроэлементы для дальнейшего анализа: As, Ba, Cr, Co, Mn, Rb, Sr, Zn. Анализ эпюр распределения химических элементов по профилю (рис. 1) показал, что карбонаты и ассоциативно связанный с кальцием стронций, имеют ясно выраженную зону аккумуляции на глубине 125-250 см. Такие элементы, как Ba, Cr, Co, As, при некоторых различиях формируют эпюры, которые приближены к типу элювиально-иллювиальному, по распределению Rb и Zn – к аккумулятивно-элювиально-иллювиальному, а наиболее многосложный тип эпюры у изменения содержания Mn. В гумусовом горизонте южного чернозема ключевые микроэлементы формируют по содержанию ранжированный убывающий ряд: Mn > Ba > Sr > Cr > Rb > Zn > Co > As. Для почвообразующей породы в указанном выше ранжированном ряду порядок по

среднему содержанию микроэлементов на глубинах от 1 до 6 м почти неизменный, за исключением перемены мест у кобальта и мышьяка. Однако, по соотношению концентраций в почве (S) относительно материнской породы (P), особенности геохимической стратиграфии почвенно-грунтовой толщи отражает следующий ряд: As (1,13) > Ba (1,10) > Mn (1,02) > Rb (1,00) > Ca (0,98) > Zn (0,94) > Cr (0,84) > Co (0,82) > Sr (0,78).

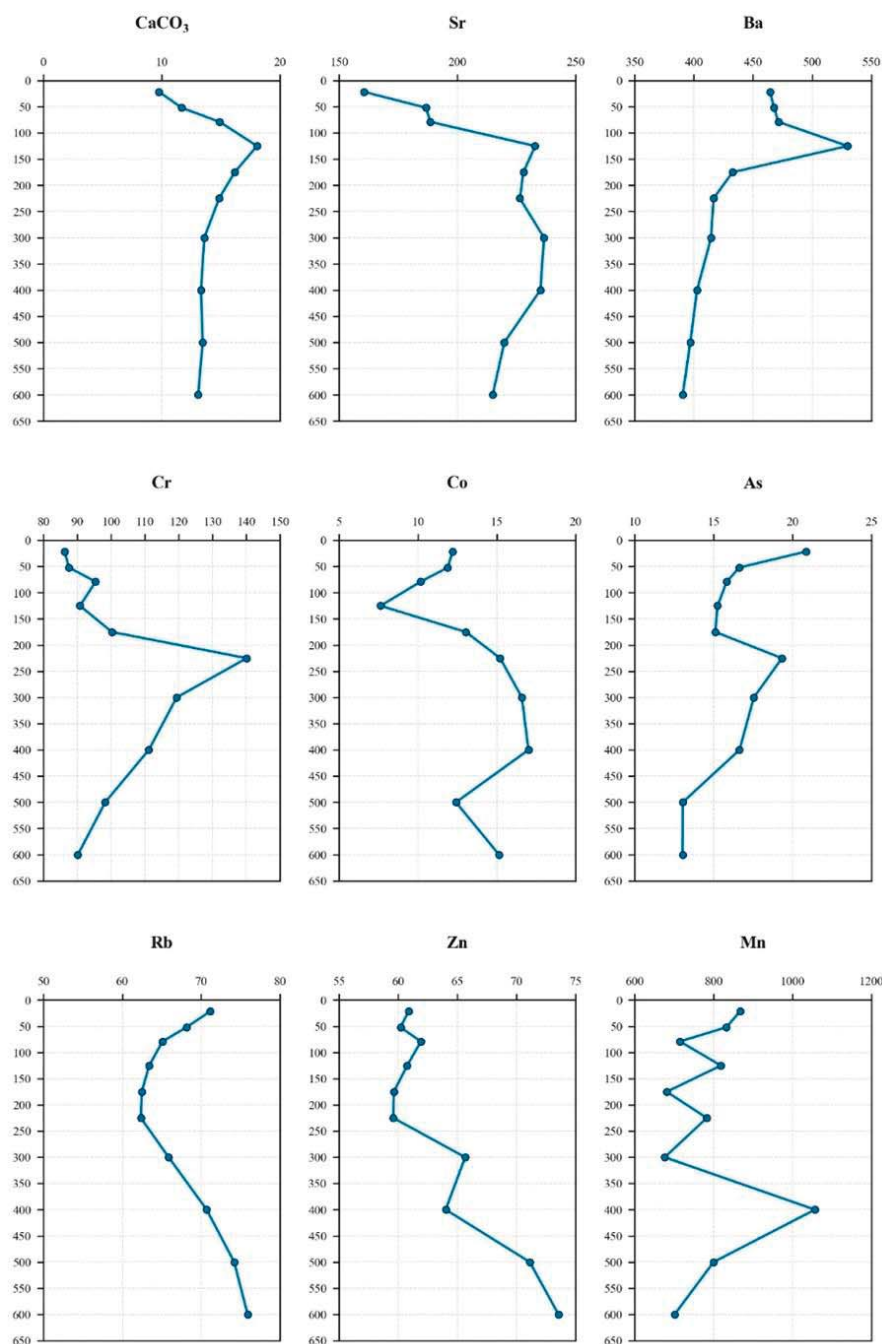


Рисунок 1 – Эпюры распределения химических элементов по профилю чернозема южного и его материнской породе (лессовидного суглинка)

Согласно тепловой карте, совмещенной с результатами кластеризации (рис. 2), первый кластер по содержанию семи микроэлементов объединяет весь почвенный профиль (А – В – С) до глубины 2 м, где преобладают стандартизированные значения (по Z-Score) на два стандартных отклонения ниже среднего.

Толща лессовидных суглинков на глубине 2-6,5 м формирует отдельный кластер, где слои от 2 до 4,5 м отличаются большей представленностью значений от 1,1 до 2,5 стандартных отклонений выше среднего. Матрица коэффициентов корреляции Спирмена (r) по этим данным позволила установить ассоциации элементов по синергизму-антагонизму. Положительная связь с $r = +0,54-0,76$ выявлена по связям Cr–Sr, Co–Sr, Cr–Co, а отрицательная связь с $r = -0,56-0,77$ для пар: Ba–Co, Rb–Cr, Ba–Rb.

В гумусовом горизонте целинной дерново-карбонатной почвы ключевые микроэлементы по своему содержанию формируют ранжированный убывающий ряд: Mn > Ba > Sr > Cr > Zn > Rb > Co > As. Этот же ряд характеризует и постагрогенную плантажированную почву, но при равенстве содержания кобальта и мышьяка. Карболитозем целинный по соотношению S/P характеризует следующий ряд биоаккумуляции-выноса: Ba (1,31) > Mn (1,24) > Co (1,23) > Rb (1,16) > Zn, Sr (1,05) > As (0,99) > Cr (0,95) > Ca (0,91). Аналог этой почвы, но после периода функционирования садово-виноградной плантации (с плантажными рядами стен шириной 1,5 м и глубиной траншеи порядка 65 см) и периода залежи (с рубежа IV-III вв. до н.э. [9]), можно охарактеризовать по геохимической стратиграфии (S/P) следующим рядом: Co (3,02) > Rb (1,71) > Mn, As (1,26) > Ba (1,25) > Cr (1,19) > Zn (1,08) > Ca (0,62) > Sr (0,59), который по биогеохимической ассоциации значительно отличается от предыдущего своей предысторией (созданием плантажа). Почвы на элювии карбонатных пород имеют корнеобитаемый слой, преобладающий по насыщению (по длине и массе) до уровня плиты, но всасывающие корни могут проникать на определенную глубину за счёт трещиноватости плотных пород.

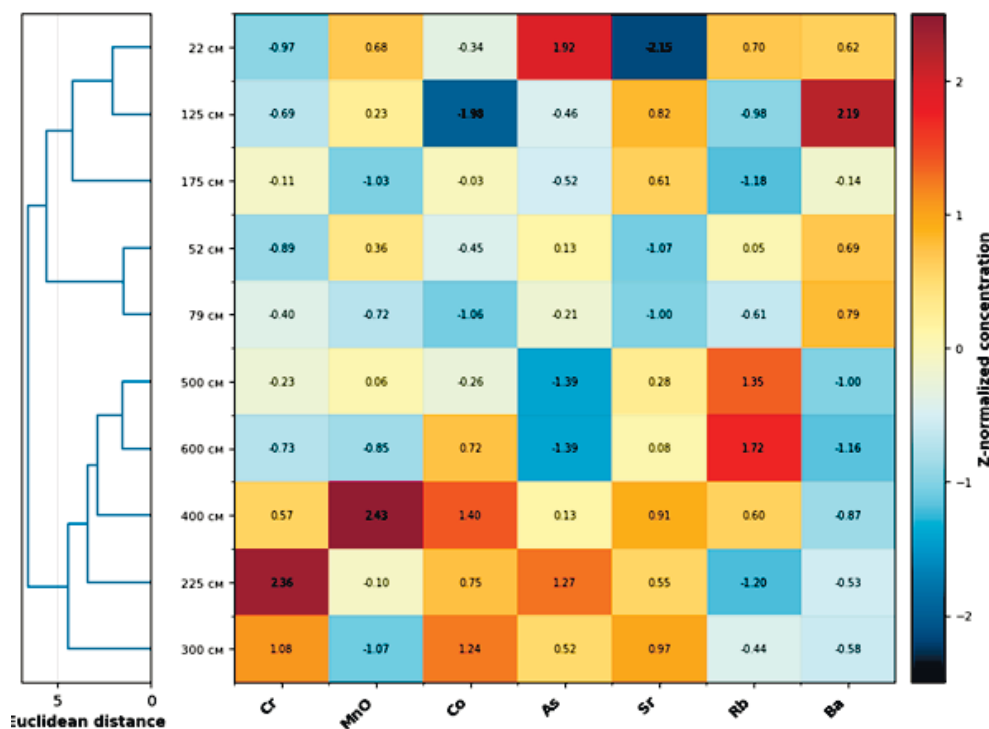


Рисунок 2 – Тепловая карта и результаты кластерного анализа толщи почво-грунтов мощностью 6 м

Заключение. Целинные почвы, сформированные на лессовидном суглинке и на карбонатном элювии, а также плантажированный карболитозем по содержанию микроэлементов, значимых для целей ампелопедологии (Mn, Ba, Sr, Cr, Rb, Zn, Co, As), характеризуются схожими ранжированными рядами концентраций. Однако эти объекты при использовании соотношений концентраций элементов в почве и материнской породе показывают различия состава в рядах биоаккумуляции-выноса. Карболитозем отличается от чернозёма на суглинке накоплением Co, Rb и обеднением по As, тогда как отличие чернозёма проявляется в более интенсивной потере Zn, Co, Sr.

Вертикальные нисходящие потоки вещества и энергии отражают на графиках распределения максимумы и минимумы, которые диагностируют результаты процессов выноса и аккумуляции химических элементов и соединений. В условиях крымской степи под виноградниками в толще почво-грунтов до 2 м формируется активный корнеобитаемый слой с несколькими максимумами корней: от 1 до 1,5 м для общей их массы и от 1,6 м для всасывающих корней. Здесь на лёссовидных суглинках в наибольшей концентрации находятся карбонаты (с максимумом от 1 до 1,5 м), стронций и барий. Еще один максимум обычно находится на глубинах 2,6(3)-3,5(4) м. Здесь виноград может получить доступ к повышенному содержанию хрома, а в нижних слоях кобальта и мышьяка. На лёссовидных суглинках корневая система винограда, как у сорта Каберне Совиньон, достигает 6 м. Поэтому из наиболее глубоких слоев (от 3,5-4,5 м) может быть доступ к повышенному содержанию рубидия, марганца и цинка.

Библиографический список

1. Biochemical markers for enological potentiality in a grapevine aromatic variety under different soil types / D. De Santis, M. T. Frangipane, E. Brunori, P. Cirigliano, R. Biasi // *American Journal of Enology and Viticulture*, 2017. – Vol. 68. – № 1. – P. 100-111.
2. **Бабушкин, К. С.** Терруары Крыма: вопрос определения границ / К. С. Бабушкин // *Социально-экономическая география: теория, методология и практика преподавания : материалы Всероссийской научно-практической конференции*. – Москва, 2025. – С. 23-29.
3. **Лисецкий, Ф. Н.** Агрогенная трансформация почв сухостепной зоны под влиянием античного и современного этапов землепользования / Ф. Н. Лисецкий // *Почвоведение*, 2008. – № 8. – С. 913-927.
4. **Негруль, А. М.** Подбор земель и сортов для виноградников / А. М. Негруль, А. К. Крылатов. Москва : Колос, 1964. – 219 с.
5. **Аверьянов, А. А.** Параметризация и интегральная оценка терруара участков винодельческого хозяйства на Таманском полуострове / А. А. Аверьянов, Н. В. Агаджанова, Е. Д. Андросова // *Грунтоведение*, 2021. – № 2. – С. 22-30.
6. **Лисецкий, Ф. Н.** Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2019620653 РФ. Физико-химические показатели хронорядов почв Крыма : № 2019620544 : заявл. 11.04.2019 : опубл. 19.04.2019 / Ф. Н. Лисецкий, Ж. А. Буряк, Е. Я. Зеленская ; заявитель «Белгородский государственный национальный исследовательский университет».
7. **Лопина, Е. М.** Геохимические особенности транслокации элементов в системе "почва-растение" по результатам изучения географических районов виноградарства Крыма / Е. М. Лопина, Е. Я. Зеленская // *Региональные геосистемы*. – 2021. – Т. 45. – №. 3. – С. 431-440.

8. **Gačnik, M. B.** Predicting wine quality under changing climate: an integrated approach combining machine learning, statistical analysis, and systems thinking / M. B. Gačnik, A. Škraba, K. Pažek, Č. Rozman // Beverages, 2025. – Vol. 11. – № 4. – P. 116.
9. **Лисецкий, Ф. Н.** Диагностика реликтов древнеземледельческих нагрузок по геохимической трансформации старозалежных почв / Ф. Н. Лисецкий // Международный научно-исследовательский журнал. – 2018. – № 4(70). – С. 62-69.

УДК 631.417:631.86

ГУМУСОВОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО В ПРОЦЕССЕ ДЛИТЕЛЬНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Логвинов И. В.,¹ Ступаков А. Г.²

¹ФГБНУ Белгородский федеральный аграрный научный центр
Российской академии наук, Белгород

²ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный университет
им. В. Я. Горина, п. Майский

E-mail: *Laboratoria.Plodorodya@yandex.ru*¹, *alex.stupackow@yandex.ru*²

Аннотация. Результаты исследований выявили решающую роль севооборота в накоплении органического вещества в почве. В зернотравянопропашном севообороте содержание гумуса увеличивалось на 0,09-0,27 % без внесения удобрений. В зернопаропропашном севообороте в структуре которого содержится 60 % пропашных культур и 20 % чёрного пара, для компенсации потерь гумуса требовалось внесение 16 т/га севооборотной площади.

Ключевые слова: гумус, чернозем типичный, плодородие, севообороты, обработка почвы, навоз, минеральные удобрения.

THE HUMUS STATE OF CHERNOZEM TYPICAL IN THE PROCESS OF LONG-TERM AGRICULTURAL USAGE

Logvinov I. V.,¹ Stupakov A. G.²

¹Belgorod Federal Agrarian Research Center of the Russian Academy
of Sciences, Belgorod

²Belgorod State Agrarian University named after V. Y. Gorin, Maysky Village

E-mail: *Laboratoria.Plodorodya@yandex.ru*¹, *alex.stupackow@yandex.ru*²

Annotation. The research results revealed the decisive role of crop rotation in the accumulation of organic matter in the soil. In the grain-grass-tilled crop rotation, the humus content increased by 0.09-0.27 % without the use of fertilizers. In a grain-fallow-row crop rotation with 60 % row crops and 20 % black fallow, 16 t/ha of crop rotation area was required to compensate for humus losses.

Key words: humus, typical chernozem, fertility, crop rotations, soil cultivation, manure, and mineral fertilizers.

Гумусовое состояние почв – совокупность морфологических признаков, общих запасов, свойств органического вещества и процессов его образования, трансформации и миграции в почвенном профиле.