



НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 631.44 (477.83)

АГРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МИНЕРАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ РЕНДЗИН ЗАПАДНОГО РЕГИОНА УКРАИНЫ

А.А. Кирильчук

Львовский национальный университет имени Ивана Франко,
Украина, 79000, г. Львов,
ул. П. Дорошенко, 41

E-mail: kyrylandrij@gmail.com

Представлены результаты изучения особенностей трансформации химического состава минерального профиля рендзин Западного региона Украины, которые на протяжении длительного периода (> 50 лет) использовались в условиях интенсивного земледелия. Проведен сравнительный анализ величин молярных отношений, показателей фактора выщелачивания, содержания конституционной воды и величин коэффициента изменения силикатной части почвы с использованием данных нескольких этапов почвенных исследований. Выявлены тенденции развития современных процессов дифференциации химического состава минерального профиля исследуемых рендзин.

Ключевые слова: валовой химический состав, внутрипочвенное выветривания, фактор выщелачивания, коэффициент изменения силикатной части почвы, профильная дифференциация, конституционная вода.

Введение

Украина занимает ведущее место среди стран Центрально-Восточной Европы, на территории, которых распространены рендзины (Rendzic Leptosols, WRB, 2007). Согласно статистическим данным рендзины и черноземы карбонатные на элювии плотных карбонатных пород занимают площадь более 1.2 млн. га, что составляет 2.2 % от площади пахотных земель Украины. В пределах Западного региона Украины рендзины и черноземы карбонатные на элювии плотных карбонатных пород занимают площадь 162.2 тыс. га, или 13.5 % площади соответствующих почв Украины.

Рендзины Западного региона Украины – это интразональные биолитогенные почвы приуроченные к выходам на поверхность элювиальных, а так же элювиально-делювиальных продуктов выветривания мела, мелового мергеля, мергеля, опоки, хемогенных и литогамниевых известняков. Развиваются под смешанными и широколиственными лесами с хорошо развитым травяным покровом в условиях периодически промывного и промывного типов водного режима при хорошем внутрипочвенном дренаже. Сочетание различных элементарных почвенных процессов в условиях достаточного увлажнения способствовало формированию недифференцированного (или слабодифференцированного) профиля с обогащенным коллоидами и полутонкими оксидами гумусово-аккумулятивным горизонтом и постепенным уменьшением их вниз по профилю, за исключением кальция, количество которого увеличивается в том же направлении. Такое перераспределение полутонких оксидов и кальция характерно для почвообразовательного процесса под древесной растительностью, который проходит в направлении к оподзоливанию [1].

Наиболее распространенным подтипом рендзин в Западном регионе Украины являются рендзины типичные (карбо-литоземы). Значительно меньшие площади занимают рендзины выщелоченные (карбо-литоземы глинисто-иллювиальные) [2].

В целом рендзины исследуемой территории характеризуются: значительным количеством гумуса и карбонатов в верхнем гумусово-аккумулятивном горизонте, слабощелочной и (или) щелочной реакцией почвенной среды, благоприятными для роста и развития сельскохозяйственных культур агрофизическими и агрохимическими свойствами, достаточно высоким валовым содержанием главных элементов корневого питания растений (N, P, K), поэтому отличаются высоким потенциальным плодородием. В пределах исследуемой территории рендзины считаются одними из наиболее освоенных почв и потенциальные ресурсы расширения площадей в качестве пахотных угодий практически отсутствуют [2, 3].



Наиболее полно морфогенетические свойства и, в частности, особенности химического состава минерального профиля рендзин Западного региона Украины описаны в работах И. Н. Гоголева, Г. А. Андрущенко, А. А. Кирильчука, С. П. Позняка, О. В. Гаськевич и др. [1–5]. Что же касается характера и направления развития современных почвенных процессов агрогенной трансформации химического состава минерального профиля рендзин в условиях длительного сельскохозяйственного использования, преимущественно в качестве пахотных земель, то этот вопрос изучен еще недостаточно.

Привлечение рендзин в аграрное производство и длительное их использование в качестве пахотных земель приводит к агродеградации, которая проявляется в существенном снижении количества гумуса (дегумификации), значительном нарушении баланса питательных веществ (истощении), интенсификации внутрипочвенного выветривания и декарбонатизации (химической деградации), заметном ухудшении водно-воздушного режима, переуплотнении и дезагрегации (физической деградации), эрозионном смыве верхних гумусовых горизонтов (профильной деградации), усложнении структуры почвенного покрова за счет пространственно неравномерного развития названных процессов (географической деградации) [2, 6, 7].

Целью настоящего исследования является установление характера и направления развития современных процессов агрогенной трансформации химического состава минерального профиля рендзин Западного региона Украины. Для этого проведен сравнительный анализ величин молярных отношений, показателей фактора выщелачивания (β), содержания конституционной воды и величин коэффициента изменения силикатной части почвы, вычисленных по данным разных периодов исследований.

Объекты и методы исследования

Значительное простирается территории Западного региона Украины с севера на юг и с запада на восток способствовало формированию хорошо выраженных особенностей природных условий и их пространственной дифференциации. По усовершенствованной схеме физико-географического районирования указанная территория расположена в пределах следующих азональных региональных ландшафтных единиц: Полесского края, Западно-Украинского края и Украинских Карпат [8]. Исследования проводились в пределах Полесского и Западно-Украинского краев. Климат отмеченной территории характеризуется как умеренно континентальный с продолжительным жарким летом, короткой мягкой зимой и достаточным увлажнением. Среднегодовое количество атмосферных осадков – 600–700 мм. Гидротермический коэффициент (ГТК) составляет 1.43–1.74. В настоящее время естественный растительный покров (смешанные и широколиственные леса с хорошо развитым травяным покровом), под которым сформировались исследуемые почвы, почти целиком преобразован деятельностью человека. В структуре сельскохозяйственных угодий преобладают пахотные земли. Распаханность – 79,5 %.

Почвенно-географические исследования рендзин проводились на территории Вороняцкого природного района Западно-Подольской возвышенной области Западно-Украинского края и Радеховско-Бродовского природного района области Малого Полесья Полесского края в пределах Белокаменского и Радеховского государственных сортоиспытательных участков (ГСУ) на которых были заложены группы разрезов (модальные участки №1 и №2, соответственно). При выборе этих объектов, мы учитывали, что исследуемая территория характеризуется наибольшими ареалами сплошного распространения рендзин типичных, которые сформировались на элювиальной коре выветривания мелового мергеля с незначительной примесью флювиогляциального песчаного материала, а упомянутые выше ГСУ находятся в пределах этих ареалов и занимают репрезентативные в почвенном отношении части ареалов. Кроме того, модальные участки №1 и №2, состоящие не менее чем из пяти разрезов, заложены на территории, где в 1949–1951 годах были проведены крупномасштабные почвенные обследования И. Н. Гоголевым, что дало возможность сравнить результаты наших исследований с первичными и последующими исследованиями, проведенными Львовским институтом землеустройства УААН (1965–1966 и 1985–1986 гг.).

Разрезы на модальных участках № 1 и № 2 закладывали до глубины 65–70 см, открывая только верхнюю наиболее выветренную часть почвообразующей породы, представленной элювием мелового мергеля. В почвенных разрезах послойно (через 10 см), сплошной колонкой и по отдельным генетическим горизонтам отбирали образцы почвы для лабораторно-аналитических исследований.

Аналитические работы проводили по стандартным методикам, CO_2 карбонатов – на кальциметре по методу Гейслера-Максимюк, гумус – по методу Тюрина в модификации Никитина, валовой химический состав – по общепринятой стандартной методике.

Результаты и их обсуждение

Поскольку минеральная часть почвы характеризуется значительной консервативностью, то на основании результатов валового химического анализа можно утверждать о тенден-



ции развития элементарных почвообразующих процессов, которые происходят в профиле почвы, причем как реликтовых, так и современных [9–11].

Для анализа данных валового химического состава почвы используют различные перерасчеты и коэффициенты, которые в большей или меньшей степени позволяют оценить генетические процессы, непосредственно связанные с абсолютным и относительным изменением химического состава минеральной части почв в аспекте их генезиса и антропогенного воздействия.

Одной из главных задач генетического изучения минеральной части твердой фазы почвы является установление изменений ее химического состава под влиянием элементарных почвообразующих процессов, поэтому сопоставление полученных данных, выраженных в процентах от веса сухой почвы, не дает истинного представления об изменениях минеральной части почвы, поскольку на количестве каждого оксида отражается величина содержания гумуса и химически связанной воды в каждом генетическом горизонте. Поэтому величины гумуса и химически связанной воды необходимо удалить. Это возможно в случае пересчета данных, выраженных в процентах от веса сухой почвы, в величины, выраженные в процентах от минеральной массы почвы, то есть в процентах от прокаленной почвы [11, 12].

Результаты изучения валового химического состава рендзин Вороняцкого природного района Западно-Подольской возвышенной области Западно-Украинского края и Радеховско-Бродовского природного района области Малого Полесья Полесского края выраженные в процентах от прокаленной почвы приведены в таблице 1.

Одной из особенностей карбонатных почв, в частности рендзин, является то, что не только накопление гумуса, но и перераспределение и аккумуляция относительно подвижных карбонатов кальция (в меньшей степени карбонатов магния) не позволяют оценить распределение в почвенном профиле минеральных компонентов, особенно полуторных оксидов. Именно поэтому, анализируя карбонатные почвы для более полного отражения изменений в химическом составе их минеральной части по сравнению с материнской породой, большинство исследователей предлагают использовать одновременный пересчет на прокаленную и бескарбонатную почву. Это дает возможность элиминировать влияние карбонатов и органического вещества на валовой химический состав почвы и в большинстве случаев установить его реальную профильную дифференциацию [10–12].

Наиболее подробную характеристику валового химического состава рендзин области Малого Полесья Полесского края и его профильного распределения приводит в своей монографии "Почвы западных областей Украины" Г. А. Андрущенко. Автор отмечает, что данные почвы в области Малого Полесья Полесского края по валовому химическому составу изменяются сверху вниз, так же, как и в области Волынского Полесья Полесского края: уменьшаются молекулярные отношения между кремнеземом и алюминием и между кремнеземом и железом и одновременно увеличиваются в том же направлении количества кальция. Такое перераспределение по профилю алюминия, железа, кальция характерно для почвообразующего процесса под древесной растительностью, который проходит в направлении к оподзоливанию. Г. А. Андрущенко предполагает, что одновременно с растворением и выносом из верхних горизонтов кальция-карбоната подлежат выносу также и элементы силикатного комплекса – железо и алюминий, большая же часть кремния остается на месте – в верхних горизонтах [1].

Таким образом, приведенные аргументы свидетельствуют о том, что на формирование и изменения валового химического состава рендзин и его профильного распределения имеют наибольшее влияние растворения и вынос карбонатов кальция из коры выветривания и почвы. Возможно, речь в данном случае идет о процессе растворения и выщелачивания карбонатов, следствием которого является декарбонизация и обеднение рендзин на основания в результате выхода последних из кристаллической решетки минералов или органических соединений, растворения и последующего вынесения их за пределы почвенного профиля.

Аргіогі, можно утверждать, что длительное использование исследуемых рендзин в условиях интенсивного земледелия приведет к интенсификации процессов внутрипочвенного выветривания, одним из последствий которого является процесс растворения и выщелачивания карбонатов.

Результаты валового химического анализа выраженные в процентах от веса прокаленной почвы, когда элиминировано влияние органического вещества на величины относительного содержания оксидов показывают, что особенностью валового химического состава рендзин территории исследования является повышенное содержание оксида кремния (SiO_2) практически в пределах всей мелкоземистой части генетического профиля этих почв. Существенное уменьшение относительного содержания SiO_2 в направлении материнской породы и, особенно в ее верхней части обусловлено увеличением в этом же направлении относительного (и абсолютного) содержания карбонатов кальция (см. табл. 6.1). Такое перераспределение оксида кремния и оксида кальция, в частности его карбонатной части в почвенном профиле исследуе-



рых рендзин двух природных районов, обусловлено, очевидно, развитием процесса растворения и выщелачивания карбонатов, когда потери карбонатов в гумусово-аккумулятивном и переходном горизонтах компенсируются относительным накоплением *in situ* оксида кремния.

Таблица 1

Валовой химический состав рендзин Западного региона Украины, % от веса прокаленной почвы*

№№ разрезов	Глубина отбора образцов, см	Гигроскопическая влага, %	Потери при прокаливании, %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	R ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃
Вороняцкий природный район Западно-Подольской возвышенной области Западно-Украинского края													
10-14	0-31	2.26	13.78	76.00	5.69	2.34	8.03	0.20	13.19	0.65	0.71	0.26	0.96
	32-45	1.59	19.67	64.78	4.82	2.28	7.10	0.16	25.33	0.51	0.66	0.31	0.76
	55-65	1.55	25.15	50.17	4.76	2.47	7.23	0.23	38.48	0.88	0.66	0.28	2.37
	70-75	0.86	37.10	15.74	5.14	2.04	7.18	0.21	73.22	0.89	0.75	0.33	1.70
Радеховско-Бродовский природный район области Малого Полесья Полесского края													
30-34	0-22	2.97	21.17	66.56	5.00	2.07	7.07	0.17	22.76	1.18	0.81	0.28	1.28
	23-33	2.81	21.49	65.93	4.58	2.03	6.61	0.14	24.82	0.98	0.69	0.28	0.27
	35-45	1.75	29.41	48.95	3.69	1.83	5.52	0.13	43.55	0.51	0.48	0.30	0.80
	50-60	1.34	31.87	28.31	3.81	1.37	5.18	0.12	64.24	0.60	0.43	0.21	1.15
	65-75	0.92	39.46	11.62	2.66	1.30	3.96	0.15	81.53	0.58	0.35	0.18	1.53

*Примечание. Приведены средние значения валового химического состава исследуемых рендзин, n=5.

Необходимо отметить, что верхние горизонты рендзин Радеховско-Бродовского природного района характеризуются заметной аккумуляцией таких элементов как Mg, K, Na, Ti, а также полуторных оксидов (R₂O₃), тогда как верхние горизонты рендзин Вороняцкого природного района, наоборот, обеднены на Mg, Na, K, S и Ti, но также имеют повышенное содержание полуторных оксидов (R₂O₃). Профильное распределение полуторных оксидов железа (Fe₂O₃) в почвах Вороняцкого природного района отличается слабо выраженной тенденцией к дифференциации, что проявляется в относительном накоплении Fe₂O₃ в пределах переходного горизонта этих почв (см. табл. 1). Одной из причин некоторых различий в профильном распределении элементов минеральной части рендзин двух природных районов является, очевидно, незначительная разница содержания оксида кальция (составляющей которого является кальций-карбонат) в пределах всего генетического профиля этих почв.

Для более полного отражения изменений в химическом составе и профильной дифференциации элементов минеральной части исследуемых почв проведен перерасчет результатов валового химического анализа одновременно на прокаленную и бескарбонатную почву (табл. 2).

Таблица 2

Валовой химический состав рендзин Западного региона Украины, % от веса прокаленной и бескарбонатной почвы*

№№ разрезов	Глубина отбора образцов, см	Гигроскопическая влага, %	Потери при прокаливании, %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	R ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Вороняцкий природный район Западно-Подольской возвышенной области Западно-Украинского края													
10-14	0-31	2.26	13.78	85.18	6.38	2.63	9.01	0.22	2.59	0.73	0.79	0.29	1.09
	32-45	1.59	19.67	86.72	6.46	3.05	9.51	0.22	0.42	0.68	0.88	0.42	1.01
	55-65	1.55	25.15	70.01	6.64	3.44	10.08	0.32	13.78	1.23	0.92	0.39	3.31
	70-75	0.86	37.10	49.80	16.25	6.44	22.69	0.65	15.29	2.82	2.36	1.06	5.38



Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Радеховско-Бродовский природный район области Малого Полесья Полесского края													
30-34	0-22	2.97	21.17	80.71	6.07	2.51	8.58	0.20	6.19	1.43	0.99	0.34	1.56
	23-33	2.81	21.49	82.02	5.70	2.53	8.23	0.17	6.60	1.22	0.85	0.35	0.33
	35-45	1.75	29.41	84.45	6.37	3.16	9.53	0.22	2.08	0.88	0.83	0.51	1.37
	50-60	1.34	31.87	63.17	8.50	3.05	11.55	0.26	19.98	1.18	0.95	0.50	2.56
	65-75	0.92	39.46	45.83	10.48	5.14	15.62	0.59	27.54	2.28	1.37	0.72	6.05

* Примечание. Приведены средние значения валового химического состава исследуемых рендзин, $n=5$.

Анализ данных валового химического состава рендзин территории исследования, выраженных в процентах от веса прокаленной и бескарбонатной почвы и его профильного распределения, показал, что в случае одновременного элиминирования влияния органического вещества и карбонатов на показатели относительного содержания компонентов минеральной части почвы указанные выше различия в профильном распределении оксидов химических элементов в рендзинах Вороняцкого и Радеховско-Бродовского природных районов не наблюдаются (см. табл. 2). Это указывает на однотипный характер проявления и единую направленность процесса растворения и выщелачивания карбонатов в агрогенно-преобразованных рендзинных почвах.

Характерной особенностью профильного распределения элементного состава минеральной части исследуемых почв является почти равномерное увеличение содержания сверху вниз полуторных оксидов алюминия и железа, а также щелочноземельных оснований. Наряду с этим наблюдается слабо выраженная тенденция к дифференциации профильного распределения оксида кремния (SiO_2). Это проявляется в относительном накоплении кремнезема на глубине 32 (35)–45 см, то есть в средней части профиля рендзин обоих природных районов при одновременной относительной потере с этой части профиля силикатных кальция, магния и частично щелочноземельных оснований (см. табл. 6.2). Обнаруженное перераспределение кремния, кальция, магния и частично щелочноземельных оснований в почвенном профиле исследуемых рендзин косвенно свидетельствует об интенсификации процессов внутрипочвенного выветривания в средней части профиля этих почв. Известно, что одним из последствий такого выветривания является процесс растворения и выщелачивания карбонатов.

Сходные результаты изучения профильной дифференциации валового химического состава рендзин приведены в статье Р. П. Каска. Автор отмечает, что в процессе выщелачивания карбонатов Ca^{2+} и Mg^{2+} одновременно с изменениями в минералогическом составе твердых частиц почвенной массы наблюдаются также изменения ее химического состава. Уменьшение содержания кальция и магния, а также щелочноземельных оснований является вполне закономерным. Наряду с этим увеличивается относительное содержание других элементов входящих в состав материнской карбонатной породы [13].

Таким образом, интенсивное развитие процесса растворения и выщелачивания карбонатов в средней части профиля рендзин Вороняцкого и Радеховско-Бродовского природных районов указывает на тенденцию углубления этого процесса в профиле агрогенно-преобразованных почв, что обусловлено, по-видимому, более благоприятными гидротермическими условиями в пределах этой части профиля.

Подтверждением выше отмеченного являются результаты полевых стационарных исследований Н. И. Полупана. Автор доказывает, что гидротермической условия освоенных почв, которые длительное время используются как пахотные земли, заметно отличаются от целинных. Выражается это в большей динамике температуры пахотных земель, которые летом лучше прогреваются (на 2–3°C), а зимой больше охлаждаются и промерзают на 30–50 см глубже [14].

Убедительные доказательства агрогенно обусловленной специфики формирования почвенного климата при длительном земледельческом использовании почв приведены в статье Ф. Н. Лисецкого. Автор пишет, что на пашне по сравнению с целиной выше водопроницаемость, больше глубина весеннего промачивания, континентальней тепловой режим и интенсивнее вертикальное растрескивание гумусового горизонта, что в совокупности создает предпосылки для глубокого промачивания почв. Указанные изменения климата почвы, способствуют также ускорению ряда ЭПП [7].

Исследованиями Э. И. Гагариной и Е. В. Абакумова установлено, что химическое выветривание карбонатных обломков исходной почвообразующей породы в профиле рендзин начинается с растворения, в ходе которого карбонаты переходят в бикарбонаты и выносятся из почвы при промывании ее осадками прежде всего в форме микрокристаллического карбонат-



ного цемента, затем доломита (кальцита) и, наконец, происходит удаление тонкодисперсного материала - гидроксидов железа и глинистой составляющей (процесс декарбонатизации). Кроме того, в зоне выщелачивания и на поверхности не выветренной части карбонатных обломков наблюдается некоторая аккумуляция глинисто-железистого тонкодисперсного материала буро-ржавой окраски в форме пленок, примазок или округлых новообразований, вещество которых находится в связанном состоянии под влиянием избытка карбонатов [15].

Известно, что оксиды и гидроксиды железа относятся к важнейшим минеральным пигментам, которые зачастую определяют окраску генетических горизонтов почв. Бурой окраски или буроватого оттенка почвам придают, сочетание разных оксидов железа, которые характеризуются разной степенью гидратации [12].

Макроморфологическими исследованиями установлено, что отчетливее буроватый и бурый оттенки проявляются в рендзинах Вороняцкого природного района, причем с заметной тенденцией к насыщению оттенка вниз по профилю к почвообразующей породе [2]. Это согласуется с общим увеличением относительного содержания F_2O_3 в этом же направлении в рендзинах указанного природного района (см. табл. 2).

Отмечая относительную неподвижность глинозема (Al_2O_3) при выветривании и почвообразовании, Герассович предложил проводить расчет степени выветрелости и дифференциации коры выветривания и почвы по отношению между подвижными компонентами и глиноземом и обосновал ряд индексов для характеристики коры выветривания и почвы [16].

Рассчитанные нами величины молярных отношений указывают на неоднородность химического состава минеральной части почвы и на некоторую дифференциацию профиля рендзин территории исследования. Так, молярные отношения SiO_2/Al_2O_3 , SiO_2/Fe_2O_3 , SiO_2/R_2O_3 свидетельствуют об относительной потере оксидов железа и алюминия в верхней и средней частях профиля (0–45 см), поскольку их величины в пределах этих частей наиболее широкие: 21.17–22.63 для SiO_2/Al_2O_3 и 74.18–127.00 для SiO_2/Fe_2O_3 . В переходном горизонте исследуемых почв на глубине 50 (55) 60 (65) см молярные отношения сужаются и их величины изменяются от 12.76 до 16.80 для SiO_2/Al_2O_3 от 52.44 до 54.55 для SiO_2/Fe_2O_3 . Наиболее обогащенной на полуторные оксиды алюминия и железа является верхняя часть неизменной почвообразующей породы, что косвенно указывает на минимальное в пределах этой части генетического профиля рендзин территории исследования проявление процессов внутрипочвенного выветривания. Кроме молярных отношений названных выше полуторных оксидов рассчитаны молярные отношения для щелочноземельных металлов: $K_2O + Na_2O/Al_2O_3$ и $CaO + MgO/Al_2O_3$ и на основании этих величин вычислен «фактор выщелачивания» (β), предложенный Йенни [17]. Полученные нами показатели указывают на выщелачивание Ca^{2+} и Mg^{2+} относительно Al_2O_3 в пределах всей мелкоземистой части почвенного профиля рендзин как Вороняцкого, так и Радеховско-Бродовского природных районов. Абсолютные величины показателей фактора выщелачивания (β) уменьшаются в направлении к поверхности почвы, что свидетельствует о более интенсивном развитии процессов внутрипочвенного выветривания в средней и верхней частях генетического профиля исследуемых почв.

Агрогенное преобразование рендзин исследуемой территории наряду с изменениями морфологического строения отразилось и на величине молярных отношений, и показателях фактора выщелачивания (β) в пределах всего генетического профиля этих почв.

Сравнительный анализ величин молярных отношений и показателей фактора выщелачивания (β), рассчитанных по данным разных периодов исследований, указывает на тенденцию усиления процесса выщелачивания в агрогенно-преобразованных рендзинах с большим сроком использования в условиях интенсивного земледелия. Это проявляется в расширении показателей молярных отношений фактически в пределах всей мелкоземистой части профиля исследуемых почв. Наиболее отчетливо такая тенденция наблюдается до глубины 50 (55) – 60 (65) см.

Сравнивая показатели фактора выщелачивания (β), мы установили, что наибольшее абсолютное различие между величинами этих показателей для Ca^{2+} и Mg^{2+} проявляется в средней части почвенного профиля исследуемых почв, где они изменяются от 0.35 до 0.39. Это еще раз подтверждает вывод о том, что в агрогенно-преобразованных рендзинах территории исследования наблюдается заметно выраженная тенденция к интенсификации процессов внутрипочвенного выветривания и, соответственно, процесса растворения и выщелачивания карбонатов в средней части генетического профиля этих почв.

Выявленные тенденции изменений валового химического состава агрогенно-преобразованных рендзин под влиянием интенсивного их использования преимущественно в качестве пахотных земель не отражают в полном объеме характера процессов дифференциации химического состава минерального профиля этих почв. Сущность гипергенных процессов и, в частности, выветривания минералов, заключается в протолитизе, т.е. проникновении ионов



водорода в кристаллические решетки первичных минералов. В результате этих процессов содержание конституционной воды в силикатной части профиля увеличивается. По исследованиям И.Н. Гоголева, ее количество в продуктах выветривания андезита увеличивается в 330–350 раз по сравнению с невыветренной породой [18].

Анализ опубликованных работ, в которых приведены данные валового химического состава рендзин, свидетельствует о том, что большинство исследователей не вычисляют и поэтому не приводят данные о содержании в этих почвах конституционной воды. Как отмечает А.А. Роде, определения химически связанной воды на основании валового химического анализа почв должно быть обязательным [19].

Содержание конституционной воды вычисляли как разницу между потерей при прокаливании и процентным содержанием гумуса и CO_2 карбонатов. После чего полученные результаты пересчитали в молярное количество. По отношению содержания конституционной воды в том или ином горизонте почвы к его содержанию в почвообразующей породе вычислили показатель изменения силикатной части (табл. 3).

Из приведенных в таблице 3 данных видно, что по результатам наших исследований содержание конституционной воды в минеральном профиле исследуемых почв является стабильным, за исключением верхней и особенно средней его части. Величины коэффициента изменения силикатной части в гумусово-аккумулятивном горизонте изменяются от 1.04 в рендзинах Радеховско-Бродовского природного района до 1.05 – Вороняцкого, тогда как в переходном горизонте они немного возрастают.

Несмотря на то, что в абсолютном отношении разница значений коэффициентов не большая, она свидетельствует о тенденции интенсификации процессов внутрисочвенного выветривания и, соответственно, процесса растворения и выщелачивания карбонатов в средней части профиля агрогенно-преобразованных рендзин обоих природных районов. Следствием этих процессов является поглощение ионов водорода, что и приводит к повышенному содержанию конституционной воды.

Исследованиями Т.С. Зверевой и С.П. Позняка установлено, что в верхней части профиля почв и, особенно, в пахотном горизонте в результате периодического увлажнения и высушивания происходят активные процессы кристаллизации, в частности оксидов железа и алюминия, связанные с высвобождением конституционной воды [9, 20]. Этим объясняется, что значение коэффициента изменения силикатной части в пахотном горизонте рендзин Радеховско-Бродовского природного района меньше единицы и составляет 0.98. В подпахотном и, особенно, переходном горизонте исследуемых почв, где гидротермические условия, включая условия увлажнения, являются более стабильными, наблюдается интенсивное развитие процессов современного внутрисочвенного выветривания. Вниз по профилю значения коэффициентов изменения силикатной части несколько уменьшаются и изменяются в пределах от 0.88 в рендзинах Радеховско-Бродовского природного района до 1.02 – Вороняцкого (табл. 3). Это свидетельствует о затухании процессов гидратации и гидролиза в нижней части профиля исследуемых почв.

Таблица 3

Содержание конституционной воды в рендзинах Западного региона Украины

Глубина, см	Гигроскопическая влага, %	Потери при прокаливании, %	Гумус, %	CO_2 карбонатов, %	Конституционная вода, %	Молярное количество H_2O	Коэффициент изменения силикатной части
Радеховско-Бродовский природный район области Малого Полесья Полесского края [1]							
0–20	-	21.40	6.60	7.24	7.56	420	0.70
20–28	-	27.40	5.93	12.90	8.57	476	0.79
35–45	-	36.80	1.60	27.08	8.12	451	0.75
70–80	-	42.05	0.26	30.93	10.86	603	1.00
Вороняцкий природный район Западно-Подольской возвышенной области Западно-Украинского края							
0–31	2.26	13.78	3.25	5.92	4.61	256	1.05
32–45	1.59	19.67	2.18	12.84	4.65	258	1.06
55–65	1.55	25.15	1.92	18.76	4.47	248	1.02
70–75	0.86	37.10	0.41	32.32	4.37	243	1.00
Радеховско-Бродовский природный район области Малого Полесья Полесского края							
0–22	2.97	21.17	4.80	11.81	4.56	253	0.98
23–33	2.81	21.49	4.28	12.06	5.15	286	1.11
35–45	1.75	29.41	2.82	21.31	5.28	293	1.13
50–60	1.34	31.87	1.70	26.08	4.09	227	0.88
65–75	0.92	39.46	0.36	34.46	4.64	258	1.00



Анализ приведенных данных показал, что в целом процессы внутрипочвенного выветривания в минеральном профиле рендзин территории исследования малоинтенсивные и проявляются только в верхней и, особенно, средней частях профиля этих почв.

Для оценки влияния агрогенного преобразования рендзин исследуемой территории на характер проявления современных процессов внутрипочвенного выветривания проведен сравнительный анализ показателей содержания конституционной воды и значений коэффициента изменения силикатной части по результатам двух периодов исследования этих почв. Для вычисления названных показателей, кроме наших данных использованы результаты исследований валового химического состава рендзин Радеховско-Бродовского природного района Малого Полесья, приведенных в монографии Г. А. Андрущенко "Почвы западных областей Украины" [1].

Сравнительный анализ показателей по данным разных периодов исследований указывает на выраженную тенденцию интенсификации процессов современного внутрипочвенного выветривания практически в пределах всего генетического профиля исследуемых почв. Особенно четко это проявляется в верхней и средней частях профиля почв с более длительным сроком земледельческого использования (см. табл. 3).

Повышенное содержание конституционной воды, которое наблюдается в пределах всего профиля рендзин Радеховско-Бродовского природного района по данным исследования в 1970 г., обусловлено значительным содержанием гумуса, а не интенсивным развитием процессов внутрипочвенного выветривания, поскольку коэффициенты изменения силикатной части в пределах всего профиля является меньше единицы (см. табл. 3).

Выводы

В процессе исследования выявлены особенности трансформации химического состава минерального профиля рендзин Западного региона Украины, которые более 50 лет использовались в условиях интенсивного земледелия:

- наибольшее влияние на изменение валового химического состава минерального профиля исследуемых рендзин имеет процесс растворения и выщелачивания карбонатов из коры выветривания и почвы, следствием которого является декарбонатизация (химическая деградация) и обеднение рендзин на основания;
- интенсивное развитие процесса растворения и выщелачивания карбонатов в средней части профиля рендзин исследуемых природных районов указывает на тенденцию углубления этого процесса в профиле агрогенно-преобразованных почв, что обусловлено, более благоприятными гидротермическими условиями в пределах этой части профиля;
- полученные показатели фактора выщелачивания (β) свидетельствуют о выщелачивании Ca^{2+} и Mg^{2+} относительно Al_2O_3 в пределах всей мелкоземистой части почвенного профиля рендзин как Радеховско-Бродовского, так и Вороняцкого природных районов;
- установлено, что абсолютные величины показателей фактора выщелачивания (β) уменьшаются в направлении к поверхности почвы, что свидетельствует о более интенсивном развитии процессов внутрипочвенного выветривания в средней и верхней частях генетического профиля исследуемых почв;
- сравнительный анализ величин молярных отношений и показателей фактора выщелачивания (β), свидетельствует о тенденции усиления процесса выщелачивания в агрогенно-преобразованных рендзинах с большим сроком земледельческого использования;
- минеральный профиль агрогенно-преобразованных рендзин характеризуется заметно выраженной элювиально-иллювиальной дифференциацией по CaO и тенденцией к дифференциации по полоторным оксидам и щелочноземельным элементам.

Список литературы

1. Андрущенко, Г.О. Ґрунти Західних областей УРСР / Г.О. Андрущенко. – Львів–Дубляни: Вид-во "Вільна Україна", 1970. – Ч.1. – 295 с.
2. Кирильчук, А.А. Дерново-карбонатні ґрунти (рендзини) Малого Полісся: Монографія / А.А. Кирильчук, С.П. Позняк. – Львів. Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 180 с.
3. Гоголев, И.Н. Рендзинные (перегнойно-карбонатные) почвы Западно-Украинского Полесья и их генезис / И.Н. Гоголев // Природные условия и природные ресурсы Полесья. - К.: Изд-во АН УССР, 1958. – С. 114–123.
4. Гаськевич, О.В. Структура ґрунтового покриву Гологоро-Кременецького горбогір'я / О.В. Гаськевич, С.П. Позняк. – Львів: Видав. Центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. – 208 с.
5. Гоголев, И.Н. К вопросу о генезисе темноцветных (рендзинных) почв под лесом / И.Н. Гоголев // Почвоведение. – 1952. – №3. – С. 241–250.



6. Вернандер, Н.Б. Почвы лесостепной зоны / Н.Б. Вернандер // Природа Украинской ССР. Почвы. – Киев, Наукова думка, 1986. – С. 82–92.
7. Лисецкий Ф.Н. Агрогенная трансформация почв сухостепной зоны под влиянием античного и современного этапов землепользования / Ф.Н. Лисецкий // Почвоведение. – 2008. – №8. – С. 1–16.
8. Маринич, О.М. Фізична географія України / О.М. Маринич, П.Г. Шищенко. – Київ, "Знання", КОО – 2003. – 480 с.
9. Зверева, Т.С. Формы глинистых образований и высокодисперсные минералы в дерново-карбонатных почвах / Т.С. Зверева // Почвоведение. – 1964. – №11. – С. 34–44.
10. Полузеров, Н.А. К методике количественной оценки процесса почвообразования на основе химического анализа / Н.А. Полузеров // Почвоведение. – 1970. – № 9. – С. 26–33.
11. Польшов, Б.Б. Валовой почвенный анализ и его толкование / Б.Б. Польшов // Почвоведение. – 1944. – №10. – С. 482–490.
12. Орлов, Д.С. Химия почв. / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. – 400 с.
13. Каск, Р.П. Дерново-карбонатные выщелоченные и оподзоленные почвы или буроземы / Р.П. Каск // Почвоведение. – 1976. – №7. – С. 17–27.
14. Полупан, Н.И. Эволюция почвенного покрова Украины под влиянием природных условий и антропогенных воздействий / Н.И. Полупан // Материалы VIII Всесоюзного съезда почвоведов. – Новосибирск, 1989. – Кн. 4. – С. 66.
15. Гагарина, Э.И. Почвообразующие породы с элементами четвертичной геологии: учеб. пособие / Э.И. Гагарина, Е.В. Абакумов. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2012. – 131 с.
16. Harrassowitz, H. Laterit. – Forschungsh. Geol. Pala'ontol, 4, 1926.
17. Жеші, Н. Behavior of potassium and sodium during the process of soil formation. Missouri Agric. Exp. Sta. Res. Bull., 1931. No. 162.
18. Гоголев, И.Н. Бурые горно-лесные почвы Советских Карпат: Автореф. Дис. ... д-ра с.-х. наук. Львов, 1965. – 48 с.
19. Роде, А.А. Система методов исследования в почвоведении / А.А. Роде. – Новосибирск: Наука, 1971. – 92 с.
20. Позняк, С.П. Орошаемые черноземы юго-запада Украины. / С.П. Позняк. – Львов: ВНТЛ, 1997. – 240 с.

AGROGENIC TRANSFORMATION OF MINERAL RENDZINAS PROFILE CHEMICAL COMPOSITION IN WESTERN REGION OF UKRAINE

A.A. Kyrylchuk

*Ivan Franko National University
of Lviv, 41 Doroshenko St, Lviv, UA-
79000, Ukraine*

E-mail: kyrylandrij@gmail.com

Investigation results of transformation peculiarities of mineral rendzinas profile chemical composition in Western Ukraine used for a long period (> 50 years) under intensive agriculture have been presented. Comparative analysis of molar ratio value, leaching factor indicators, constitutional water content, coefficient value change of silicate soil part, using data of some soil investigations stages have been conducted. The tendency of modern differentiation processes development of mineral profile chemical composition of investigated rendzinas have been revealed.

Key words: gross chemical composition, intersoil weathering, leaching factor, coefficient value change of silicate part of the soil, profile differentiation, constitutional water.