

РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 631.41+477.63+624.131.4

В. М. Савосько, Ю. В. Булахова

ЕДАФІЧНА ТА ГЕОХІМІЧНА ОБУМОВЛЕНІСТЬ УСПІШНОСТІ СИНГЕНЕЗУ ТРАВ'ЯНИСТОЇ РОСЛИННОСТІ НА ЗАЛІЗОРУДНОМУ ВІДВАЛІ

Криворізький державний педагогічний університет

Досліджено хімічні, фізичні та фізико-хімічні властивості едафотопів залізорудного відвалу. Проаналізовано показники успішності сингенезу трав'янистої рослинності в межах хроносерії відвалу. Виявлено, що серед властивостей едафотопів відвалу найбільше значення для розвитку процесів самовідновлення трав'янистої рослинності мають: вміст органічної речовини в гумусовому горизонті та насипна щільність.

Ключові слова: Криворізький залізорудний регіон, едафотопи відвалів, сингенез, трав'яниста рослинність, кореляційні залежності.

В. Н. Савосько, Ю. В. Булахова

Криворожский государственный педагогический университет

ЕДАФИЧЕСКАЯ И ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ УСПЕШНОСТИ СИНГЕНЕЗА ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ЖЕЛЕЗОРУДНОМ ОТВАЛЕ

Исследованы химические, физические и физико-химические свойства едафотопов железорудного отвала. Проанализированы показатели успешности сингенеза травянистой растительности в пределах хроносерии отвала. Выявлено, что среди свойств едафотопов отвала наибольшее значение для развития процессов самовосстановления травянистой растительности имеют: содержание органического вещества гумусового горизонта и насыпная плотность.

Ключевые слова: Криворожский железорудный регион, едафотопы отвалов, сингенез, травянистая растительность, корреляционные зависимости.

V. M. Savosko, U. V. Bulakhova

Kryvyi Rih State Educational University

EDAPHICAL AND GEOCHEMICAL CONDITIONALITY OF THE GRASS SUCCESS SYNGENESIS ON IRON MINING WASTES DUMPS

Chemical, physical and physical-chemical properties of substrates on iron mining wastes dumps were investigated. Indicators of grass success syngeneses within the research plots of dump were established. It is found that among the substrate's properties on iron dump the greatest importance for the development of self-healing processes grass are: the content of organic matter into humus horizons and the bulk density.

Keywords: Kryvyi Rih ore mining region, substrates of dumps, syngeneses, grass, correlations.

Пізнання теоретичних основ та практичних аспектів самовідновлення рослинного покриву на техногенних ландшафтах Криворізького залізорудного регіону має давню історію та значні наукові здобутки. За останні 30-40 років проведено успішні чисельні і різноманітні наукові дослідження, результатом яких стало з'ясування закономірностей флористичного складу різних стадій сингенезу (Добровольський, 1979; Хлізіна, 2004), його екологічних та екоморфічних

особливостей в залежності від екологічних та едафічних умов (Маленко, 2001; Хлізіна, 2004), фундаментальних аспектів формування та розвитку серійних угруповань рослинності (Ворошилова, 2010; Шанда, 2008), а також розробка заходів оптимізації техногенних ландшафтів (Добровольський, 1979; Мазур, 2005).

Разом з тим, окремі важливі аспекти цієї проблеми залишилися поза увагою науковців. Зокрема, вивчення едафічних характеристик техногенних ландшафтів, як передумови самовідновлення рослинного покриву, досліджено в недостатньому обсязі. В більшості випадків лише вказується та декларується значущість техногенних субстратів, структурних та функціональних замінників природних ґрунтів, для самовідновлення рослинності. Водночас практично відсутні наукові публікації, де на основі статистичних розрахунків (кореляційно-регресійних та інших) була б підтверджена значущість субстратів, а також уточнений напрямок та сила дії провідних властивостей едафотопів. У зв'язку з цим, актуально та важливо з'ясувати едафічну та геохімічну обумовленість успішності сингенезу трав'янистої рослинності на залізорудному відвалі, що і було обрано за мету нашої роботи.

ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводились на відвалі № 1 ВАТ «Центральний гірничо-збагачувальний комбінат», де було закладено профіль північної експозиції, починаючи з плато до підніжжя. В межах профілю було обрано п'ять моніторингових ділянок (розміром 10 × 10 м), які розташовувалися на горизонтальних поверхнях (плато та бермах) та відрізнялися часом відсіпки, а також едафічними умовами (табл. 1).

Таблиця 1

Загальні характеристики моніторингових ділянок

№	Ділянка	Місце розташування	Стан трав'янистої рослинності		Едафічні умови
			Тривалість самовідновлення, роки	Проективне покриття, %	
1	I	Підніжжя відвалу	45-50	90-100	Лесоподібний суглинок (100%)
2	II	Берма № 2	35-40	50-60	Кварцити (50-60%), глина (20-25%), рухляк (20-25%)
3	III	Берма № 4	30-35	90-100	Рухляк (40-45%), кварцити (20-30%), глина (20-25%)
4	IV	Берма № 6	20-25	60-70	Рухляк (45-50%), кварцити (20-30%), глина (15-20%)
5	V	Плато	15-20	≤40	Кварцити (60-70%), сланці (10-20%), рухляк (5-10%)

В межах ділянок визначали видовий склад трав'янистої рослинності. Водночас, відбирали зразки: наземної фітомаси травостою методом укисних квадратів (Родін, 1967); субстратів відвалу з гумусового горизонту та з глибини 0-20 см (Аринушкіна, 1970). В камеральних умовах проводилось уточнення назв рослин та їх систематична приналежність. Фітомаса травостою висушувалась та зважувалась. В зразках субстратів, за загально прийнятими методиками (Аринушкіна, 1970), визначались: вміст гумусу та органічної речовини; водна та сольова кислотність розчинів субстратів; вміст обмінних основ (суми, кальцію та магнію); щільність

(насипна та твердої фази). Отримані результати опрацьовувались математичними методами з використанням варіаційної та кореляційної статистик на рівні значущості $P < 0,95$ (Лакин, 1990).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Характеристика едафотопів

В межах моніторингових ділянок залізрудного відвалу вміст гумусу в гумусовому горизонті знаходиться в інтервалі 4,58–9,90 % (табл. 2). Отримані значення дещо вище показників в фонових зональних ґрунтах (чорноземи звичайні). Однак виявлена тенденція є цілком закономірною для регенеративних ґрунтів багатьох індустріальних регіонів (Абакумов, 2010).

Слід відзначити, що серед моніторингових ділянок вміст гумусу поступово збільшується відповідно вектору хроносерії (від плато до підніжжя) і сягає максимальних значень на ділянці II, яка характеризується максимальним віком самовідновлення рослинного покриву на відвалі. Вміст органічної речовини в гумусовому горизонті моніторингових ділянок в 2,0–2,5 разів вищий за вміст гумусу, проте він повторює відмічену раніше закономірність, тобто збільшується в напрямку від плато до підніжжя. За результатами наших досліджень вміст органічної речовини в поверхневому шарі 0–20 см едафотопів відвалу знаходиться в межах 7,93–16,20 %, що в порівнянні з зональними ґрунтами на 15–25 % менше. При цьому кількість органічної речовини поступово збільшується від плато (ділянка V) до підніжжя (ділянка I).

Аналіз отриманих результатів показав, що актуальна кислотність субстратів відвалу (водна витяжка) коливається від 7,08 до 8,83 (табл. 2). Максимальні значення цього показника притаманні «наймолодшим» ділянкам (I та II), в той час, як на «найстарших» ділянках (III та IV) вони мінімальні. Підніжжя відвалу, завдяки високій кількості карбонатів, характеризується найбільшими значеннями актуальної кислотності. Обмінна кислотність субстратів відвалу (сольова витяжка) знаходиться в інтервалі 7,22–7,99 та цілком повторює відзначену вище тенденцію актуальної кислотності. Слід наголосити, що кислотність субстратів залізрудного відвалу на 15–25 % вища, ніж у фонових ґрунтах.

Сума обмінних основ в межах дослідних ділянок коливається від 7,49 мг.-екв/100 г ґрунту – плато відвалу (ділянка V) до 25,12 мг.-екв/100 г ґрунту – підніжжя відвалу (ділянка I). За виключенням першої ділянки, виявлені значення цього показника в 1,5–3,5 рази менші за фонові значення чорноземів звичайних. Мінімальні значення суми обмінних основ характерні для ділянки V (плато відвалу), в подальшому цей показник збільшується і знаходиться майже на одному рівні (ділянки II–IV). Слід відзначити, що структура суми обмінних основ субстратів відвалу характеризується значною питомою вагою обмінного магнію, яка становить 47,3–56,1 %, що в 2,5–3,5 разів більше ніж у фонових ґрунтах. При цьому спостерігається чітка тенденція зменшення кількості обмінного магнію в межах вектора хроносерії – від першої до п'ятої ділянок.

Встановлено, що значення насипної щільності едафотопів відвалу знаходяться в межах 1,12–1,44 г/см³, що практично відповідає фоновим показникам. При цьому спостерігається чітка тенденція зменшення щільності відповідно до віку самовідновлення ґрунтового покриву. Значення щільності твердої фази субстратів коливаються від 2,77 г/см³ (ділянка I – підніжжя відвалу) до 3,29 г/см³ (ділянка V – плато відвалу). За виключенням першої ділянки, чисельні значення щільності на 20–30 % вищі за показники чорноземів звичайних. Цей факт вказує на низький рівень трансформації мінеральної частини едафотопів відвалу під впливом процесів первинного ґрунтоутворення.

Характеристика сингенезу трав'янистої рослинності

За результатами наших досліджень, на залізрудному відвалі, в межах моніторингових ділянок, виявлено 43 види вищих трав'янистих рослин, які відносяться до 19 родів та 13 родин. Слід відзначити, що на ділянці V (плато відвалу) виявлені найнижчі показники успішності розвитку трав'янистої рослинності (табл. 3). Так, в межах цієї ділянки, зустрічається найменша кількість видів рослин (10 видів, які відносяться до 10 родів та 3 родин). Водночас встановлені найнижчі чисельні значення накопичення фітомаси травостою (105–125 г/м²).

Таблиця 2

Провідні властивості едафотопів залізрудного відвалу

№	Властивості едафотопів	Дослідні ділянки						V	
		I		II		III			IV
		M±m	V, %	M±m	V, %	M±m	V, %	M±m	V, %
1	Гумус (гумусовий горизонт), %	7,96±0,01	22,52	9,90±0,02	23,56	5,96±0,89	24,58	4,58±0,25	21,23
2	Органічна речовина (гумусовий горизонт), %	17,01±0,12	21,41	19,30±0,25	22,58	13,04±0,13	21,97	14,27±0,11	21,50
3	Органічна речовина (шар 0–20 см), %	16,20±0,89	22,89	12,85±1,02	28,95	9,53±0,78	22,84	8,75±0,99	22,95
4	pH _{н.о}	8,83±0,01	21,44	7,08±0,01	21,62	7,66±0,02	22,22	8,57±0,01	21,19
5	pH _{кл}	7,88±0,01	21,17	7,22±0,04	23,56	7,49±0,01	21,26	7,79±0,01	21,19
6	Сума обмінних основ, мг.-екв/100 г ґрунту	25,12±0,97	19,05	9,57±0,59	25,63	9,14±0,53	27,96	11,56±0,89	25,55
7	Обмінний кальцій, мг.-екв/100 г ґрунту	13,25±0,76	29,96	5,41±0,32	29,42	4,85±0,28	29,89	5,67±0,56	21,03
8	Обмінний магній, мг.-екв/100 г ґрунту	11,87±0,21	23,09	4,16±0,27	28,21	4,29±0,25	30,07	5,89±0,91	25,47
9	Щільність насипна, г/см ³	1,12±0,01	21,03	1,19±0,01	21,48	1,19±0,01	21,75	1,22±0,01	21,64
10	Щільність твердої фази, г/см ³	2,77±0,05	23,14	3,24±0,12	28,77	3,13±0,08	24,48	2,93±0,14	28,21
11	Штратуарність, %	59,57±1,06	24,17	63,27±1,13	30,25	61,98±1,09	26,23	58,36±1,15	29,84

«» – данні відсутні

На нашу думку такі явища є цілком закономірними, так як плато відвалу характеризується наймолодшим віком самовідновлення рослинного покриву та найскладнішими едафічними умовами. В подальшому, в межах хроносерії, спостерігається відносний спалах сингенезу – ділянки III та IV. Це проявляється у збільшенні до максимальних значень кількості видів рослин (18 та 20 шт., відповідно), а також у максимальному накопиченні фітомаси травостою (360–380 г/м² та 250–290 г/м² відповідно). В межах ділянки II, на нашу думку, відбувається згасання спалаху сингенезу травостою. Цим пояснюється зменшення кількості видів до 13 шт., а рівня накопичення фітомаси до 175–195 г/м². Однак, в межах цієї ділянки виявлені найбільші чисельні значення імперичних коефіцієнтів співвідношення («Родина/рід» та «Родина/вид»). Підніжжя відвалу, що має найбільшу тривалість самовідновлення трав'янистої рослинності, характеризується відносною стабільністю процесів сингенезу.

Таблиця 3

Характеристики різних стадій сингенезу трав'янистої рослинності на залізорудному відвалі

№	Характеристики		Дослідні ділянки					
			I	II	III	IV	V	
1	Кількість, шт.	Видів	18	13	18	20	10	
2		Родів	18	13	18	19	10	
3		Родин	7	8	8	9	3	
4	Коефіцієнти	Родина/рід	0,39	0,62	0,44	0,47	0,30	
5		Родина/вид	0,39	0,62	0,44	0,45	0,30	
6		Рід/вид	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	
7	Накопичення фітомаси, г/м ²		235,3±10,6	183,5±10,5	376,2±17,7	270,50±18,3	113,6±11,5	
8	Сингенез	Стадія	пірійна				піонерна, рудеральна (бур'янова)	
9		Фаза	пірійно-рудеральна	смілково-буркунова	бур'яново-буркунова			

В цілому, сингенез трав'янистої рослинності на залізорудному відвалі являє собою багатограний процес полівекторної детермінації. Виявлені основні закономірності цього процесу логічно співвідносяться з результатами попередніх досліджень (Добровольський, 1979). Також слід відзначити, що в межах хроносерії залізорудного відвалу сингенез трав'янистої рослинності характеризується наявністю двох стадій та трьох фаз.

Едафічна обумовленість успішності сингенезу трав'янистої рослинності

Аналіз результатів кореляційних розрахунків показав, що між показниками успішності сингенезу трав'янистої рослинності та провідними властивостями едафотопів відвалу статистично достовірними є 45 коефіцієнтів кореляції (при теоретично можливих 77). При цьому в 19 випадках коефіцієнти кореляції вказують

Таблиця 4
Кореляційна матриця залежностей успішності сингенезу травостою від геохімічних характеристик едафотопів залізорудного відвалу

№	Показники успішності сингенезу трав'янистої рослинності						Властивості едафотопів										
	Видів	Родів	Родин	Родина/рід	Родина/вид	Рід/вид	Накопичення фітомаси, г/м ²	Гумус (гумусовий горизонт), %	Органічний гумус (гумусовий горизонт), %	Органічна речовина (шар 0–20 см), %	pH _{so}	pH _{кл}	Сума обмінних основ, мг.екв./100 г ґрунту	Обмінні катіони, мг.екв./100 г ґрунту	Обмінні магнії, мг.екв./100 г ґрунту	Щільність насипна, г/см ³	Щільність твердої фази, г/см ³
1	0,41*	-0,20	-0,21	0,91**	0,93**	0,24	0,01	0,41*	0,44*	-0,30*	0,57*	0,19	0,28	0,07	-0,82**	-0,65*	0,63*
2	-0,20	-0,83**	-0,81**	-0,65*	-0,64*	0,27	0,27	0,46*	0,59*	0,24	-0,03	0,50*	0,46*	0,51*	-0,77**	-0,70**	0,60*
3	-0,21	-0,81**	-0,81**	-0,65*	-0,64*	0,27	0,27	0,46*	0,54*	0,27	-0,01	0,46*	0,41*	0,49*	-0,74**	-0,69*	0,54*
4	0,91**	-0,65*	-0,65*	-0,65*	-0,64*	0,27	0,27	0,46*	0,18	-0,76**	-0,90**	-0,14	0,08	-0,37*	-0,53*	-0,34*	0,40*
5	0,93**	-0,64*	-0,64*	-0,65*	-0,64*	0,27	0,27	0,46*	0,19	-0,79**	-0,92**	-0,14	0,09	-0,37*	-0,53*	-0,32*	0,43*
6	0,24	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,46*	0,12	-0,34*	-0,20	0,06	0,15	-0,05	0,05	0,29	0,28
7	0,01	-0,74**	-0,74**	-0,74**	-0,74**	0,24	0,24	0,46*	0,28	-0,14	-0,30*	0,09	0,09	0,10	-0,62*	-0,27	0,82**

* – коефіцієнти кореляції достовірні на рівні значущості P<0,05;

** – коефіцієнти кореляції достовірні на рівні значущості P<0,01

на наявність прямого зв'язку ($|r^2| > 0$), тобто при збільшенні чисельних значень властивостей субстратів відбувається збільшення показників розвитку травостою. У 26 інших випадках, навпаки, має місце зворотний кореляційний зв'язок ($|r^2| < 0$). Оцінюючи силу кореляційного зв'язку слід відзначити наступне: у 16 випадках виявлений слабкий зв'язок ($0,3 < |r^2| < 0,5$), у 14 – середній ($0,5 < |r^2| < 0,7$), у 11 – сильний ($0,7 < |r^2| < 0,9$), а у 4 – дуже сильний ($|r^2| > 0,9$).

Провідні властивості едафотопів залізородного відвалу характеризуються своєрідними кореляційними зв'язками з показниками успішності сингенезу (табл. 4). Так, вміст гумусу в гумусовому горизонті та органічної речовини в поверхневому шарі субстратів має прямий кореляційний зв'язок ($|r^2| > 0$), який в окремих випадках дуже сильний ($|r^2| > 0,9$). Вміст органічної речовини в гумусовому горизонті характеризується наявністю зворотного зв'язку ($|r^2| < 0$) з показниками розвитку трав'янистої рослинності. При цьому, лише в двох випадках сила такого зв'язку може бути оцінена як середня ($0,5 < |r^2| < 0,7$), в той час, в інших – як сильна ($0,7 < |r^2| < 0,9$) та дуже сильна ($|r^2| > 0,9$). Виявлена така закономірність дещо парадоксальна, тому потребує додаткових досліджень та осмислення.

Цілком логічно, що концентрація іонів водню в розчині субстратів залізородного відвалу (показник рН) має зворотний зв'язок ($|r^2| < 0$) з показниками сингенезу трав'янистої рослинності. Лише в одному випадку (рН_{ксі} – кількість видів) встановлений прямий зв'язок ($|r^2| > 0$), що можна пояснити домінуванням серед травостою видів, пристосованих до лужної реакції субстратів відвалу. Кількість обмінних основ характеризується наявністю слабого ($0,3 < |r^2| < 0,5$) та середнього ($0,5 < |r^2| < 0,7$) кореляційного зв'язку з успішністю самовідновлення трав'яної рослинності. Також слід відзначити, що в більшості випадків такий зв'язок має прямий характер ($|r^2| > 0$). Фізичні властивості субстратів залізородного відвалу статистично достовірно корелюють за усіма показниками успішності розвитку травостою (за виключенням імперичного коефіцієнту співвідношення «Рід/вид»). При цьому, для значень щільності субстратів (насищеної та твердої фази) такий зв'язок характеризується зворотним напрямом ($|r^2| < 0$), а для шпаруватості – прямим ($|r^2| > 0$), що є цілком закономірно та логічно. Також слід відзначити, що в даному випадку домінує середня ($0,5 < |r^2| < 0,7$) та сильна ($0,7 < |r^2| < 0,9$) сила кореляційного зв'язку.

ВИСНОВКИ

Провідні хімічні, фізичні та фізико-хімічні властивості едафотопів залізородного відвалу ВАТ «Центральний гірничо-збагачувальний комбінат» після 15–50 років природного самовідновлення істотним чином відрізняються від зональних ґрунтів регіону. В межах хроносерії відбувається наближення значень насипної щільності, а також водної та сольової кислотності до показників чорноземів звичайних.

На залізородному відвалі формуються різноманітні серійні рослинні угруповання, які характеризуються певними ботанічними та екологічними відмінностями та є закономірним наслідком сингенезу трав'янистого покриву.

Субстрати залізородного відвалу, як функціональні та структурні замітники природних едафотопів, визначають успішність самовідновлення рослинного покриву та детермінують кількісні та якісні показники прогресу сингенезу. Серед властивостей едафотопів найбільше значення для розвитку процесів самовідновлення трав'янистої рослинності мають: вміст органічної речовини в гумусовому горизонті та насипна щільність. Водночас кількісні показники суми обмінних основ та обмінного кальцію майже не впливають на цей процес. Серед показників успішності сингенезу найбільш чутливими до едафотопів залізородного відвалу є імперичні коефіцієнти співвідношення «Родина/рід» та «Родина/вид». Дещо менш чутливим до субстратів виявився такий показник, як кількість родів трав'янистої рослинності.

В подальших дослідженнях вважаємо доцільним виконати більш детальну математичну обробку залежностей успішності сингенезу трав'янистої рослинності від едафічних та геохімічних особливостей субстратів інших відвалів та розробити відповідні математичні моделі, які доцільно верифікувати в природних умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Абакумов Е. В. Элементарный состав и структурные особенности гуминовых веществ молодых подзолов, формирующихся на отвалах песчаного карьера / Е. В. Абакумов // Почвоведение. – 2009. – № 6. – С. 666-673.
- Ариушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Ариушкина. – М.: МГУ, 1970. – 487.
- Ворошилова Н. В. Суцесійний і популяційний аналіз рослинних серійних угруповань / Н. В. Ворошилова // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2010. – Вип. 15, № 1. – С. 37-45.
- Добровольский И. А. Эколого-биогеоценологические основы оптимизации техногенных ландшафтов степной зоны Украины путем озеленения и облесения / И. А. Добровольский: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. – Д.: ДГУ, 1979. – 62 с.
- Добровольський І. А. Характер і напрямки сингенезу в техногенних екотопах Кривбасу / І. А. Добровольський, В. І. Шанда, Н. В. Гасва // Український ботанічний журнал. – 1979. – Т. XXXVI, № 6. – С. 524-527.
- Костенков Н. М. Посттехногенное почвообразование на отвальных породах как фактор восстановления природных ландшафтов / Н. М. Костенков, Л. Н. Пуртова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т. 12, № 1(4). – С. 1032-1038.
- Лакін Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакін. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
- Мазур А. Ю. Використання колекційного фонду рослин Криворізького ботанічного саду в озелененні та рекультивації порушених земель Кривбасу / А. Ю. Мазур, В. В. Кучеревський // Матеріали IV Міжнародної конференції «Проблеми екології та екологічної освіти». – Кривий Ріг: Етюд-Сервіс, 2005. – С. 18-23.
- Маленко Я. В. Особливості таксономічного та екологічного складу рослинних угруповань відвалів південно-західної зони Кривбасу / Я. В. Маленко: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Д.: ДНУ, 2001. – 15 с.
- Родін Л. Е. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах / Л. Е. Родін, Н. П. Ремезов, Н. И. Базилевич. – Л.: Наука, 1967. – 143 с.
- Хлизіна Н. В. Літофільні угруповання Криворізького залізородного басейну: екологія, типологія, динаміка / Н. В. Хлизіна: Автореферат диссертации на здобуття вченого ступеня кандидата біологічних наук. – Д.: ДНУ, 2004. – 20 с.
- Шанда В. І. Теоретичні питання аналізу серійних рослинних угруповань та їхніх ценопопуляцій / В. І. Шанда, Н. В. Ворошилова // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – 2008. – Вип. 12 (37). – С. 42-47.

Надійшла до редакції 10.05.11