

А.А. Блакберн, В.М. Остапко

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОТДЕЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИТОЦЕНОЗОВ ПРИРОДНЫХ СТЕПНЫХ УЧАСТКОВ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО УЧАСТКА ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА «ИСКУССТВЕННЫЕ СТЕПИ»

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Донецкий ботанический сад»*

Исследовали отдельные показатели фитоценозов искусственной степи, заложенной 50 лет назад на территории Донецкого ботанического сада, в сравнении с различными вариантами естественных участков степи (петрофитной, типичной и меловой) Донбасса. Сравнительный анализ показал существенные отличия между искусственной степью и природными участками по видовому разнообразию и видовой насыщенности. По флористическому разнообразию участок искусственной степи уступает природным, а по видовой насыщенности, напротив, превосходит их. Данный факт обусловлен искусственным характером формирования растительности этого участка, что подтверждает его функциональное назначение – быть пулом сохранения и воспроизводства степных видов растений.

Ключевые слова: природная степь, искусственная степь, флористическое богатство, флористическое разнообразие, видовая насыщенность.

Цитирование: Блакберн А.А., Остапко В.М. Сравнительный анализ отдельных показателей фитоценозов природных степных участков и экспериментального участка Донецкого ботанического сада «Искусственные степи» // Промышленная ботаника. 2024. Вып. 24, № 4. С. 23–35. DOI: 10.5281/zenodo.14638249

Введение

Степной биом наиболее антропогенно трансформирован и наименее охвачен сетью особо охраняемых природных территорий среди остальных биомов умеренного природно-климатического пояса [8, 11]. Вопросам классификации, инвентаризации и охраны степей посвящена обширная литература [7, 12, 13]. Помимо территориальной охраны степных экосистем, все более актуальными являются способы восстановления степных сообществ – от индуцирования процесса их восстановительной сукцессии до создания искусственных степных участков с целью сохранения их видового богатства и последующего его воспроизводства.

В Донецком регионе, расположенном в северостепной подзоне степной зоны [5], экспериментальные участки искусственной степи были заложены в 1960–70-е гг. на территории Донецкого ботанического сада (далее – ДБС) [3]. В дальнейшем эти участки исследовались на предмет динамики их видового богатства, видовой насыщенности, устойчивости к палу и пр. [2, 4, 10]. Однако, в силу ряда причин, непрерывный мониторинг состояния этих искусственных степных участков наладить не удалось, в связи с чем актуальным является вопрос – насколько за прошедшие полвека изменилась и сохранилась структура видового состава искусственной степи? А основной способ отве-

та на него – сравнить участки искусственной степи с имеющимися в регионе природными участками целинной степи.

Цель и задачи исследований

Цель данного исследования – провести сравнительный анализ отдельных показателей фитоценозов на участках искусственной степи ДБС и различных вариантов естественной степи Донбасса.

Задачи исследования: сравнить участки искусственной и естественной степи по видовому составу, видовому богатству и видовой насыщенности; определить степень сходства видового состава между учетными площадками каждого из участков и между исследуемыми участками по сходству их видового состава и количеству надземной фитомассы.

Объекты и методики исследований

В ходе полевых исследований степной растительности в июне 2024 г. были выбраны участки естественной степи (каждый площадью около 0,5 га), представляющие собой три варианта наиболее распространенных в Донецком регионе степей – типичной (зональный вариант степи на черноземах обыкновенных), петрофитной (на выходах кристаллических пород) и степи на обнажениях меловых пород (рисунок).

I участок – петрофитная степь возле п. Стыла (Старобешевский район, ДНР), в 30 км к югу от г. Донецка, N 47°43'21", E 37°50'19". Дата проведения укосов – 14.06.2024 г.

II участок – типичная (разнотравно-типчаково-ковыльная) степь около с. Староласпа (Старобешевский район, ДНР), в 55 км к югу от Донецка, N 47°33'58", E 38°00'48". Дата проведения укосов – 19.06.2024 г.

III участок – меловая степь между с. Сергеево-Крынка и с. Нижнекрынское (Амвросиевский район, ДНР), в 70 км на юго-восток от Донецка, N 47°45'39", E 38°39'15". Дата проведения укосов – 26.06.2024 г.

IV участок – искусственная степь в Южном массиве ДБС, г. Донецк (восточная часть, в 7 км от административного центра города),

N 48°00'11", E 37°53'16". Дата проведения укосов – 28.06.2024 г. Создавать искусственную степь на данном участке, находившемся под «черным паром», начали с 1968 г. комбинацией разных методов посева семян, посадки взрослых растений и переноса из природных местообитаний степных дернин [6].

На каждом участке на пяти случайным образом выбранных пробных (укосных) площадках площадью 1 м² полностью скашивали надземную часть всех растений. Затем после просушки в лабораторных условиях определяли видовой состав растительности, массу каждого вида и ее процентное соотношение. Для взвешивания использовали портативные электронные весы ЖКН-1000.

Полученные результаты обрабатывали стандартными методами математической статистики [1]. Сравнительный анализ степени сходства видового состава на учетных площадках проводили с использованием коэффициента (индекса видового сходства) Жаккара. Для определения достоверности различия по видовой насыщенности, живой массе растительности между исследованными участками был использован критерий Стьюдента. Названия растений приведены по справочнику «Сосудистые растения юго-востока Украины» [9].

Результаты исследований и их обсуждение

В таблицах 1–4 приведены данные о видовом составе, относительном видовом обилии (в граммах сухой массы и в процентном выражении) в порядке его убывания, а также о мертвой фитомассе (mortmassa) на учетных площадках (1 м²) каждого участка природной и искусственной степи.

Общее количество видов высших сосудистых растений на I участке составляет 25, среднее количество видов на учетной площадке (видовая насыщенность) – 8,0. Средняя живая надземная фитомасса – 429,32 г/м² (90,75 % от общей массы), средняя mortmassa – 43,76 г/м² (9,25 % от общей массы). Показатели степени сходства видового состава учетных площадок I-го участка приведены в таблице 5.

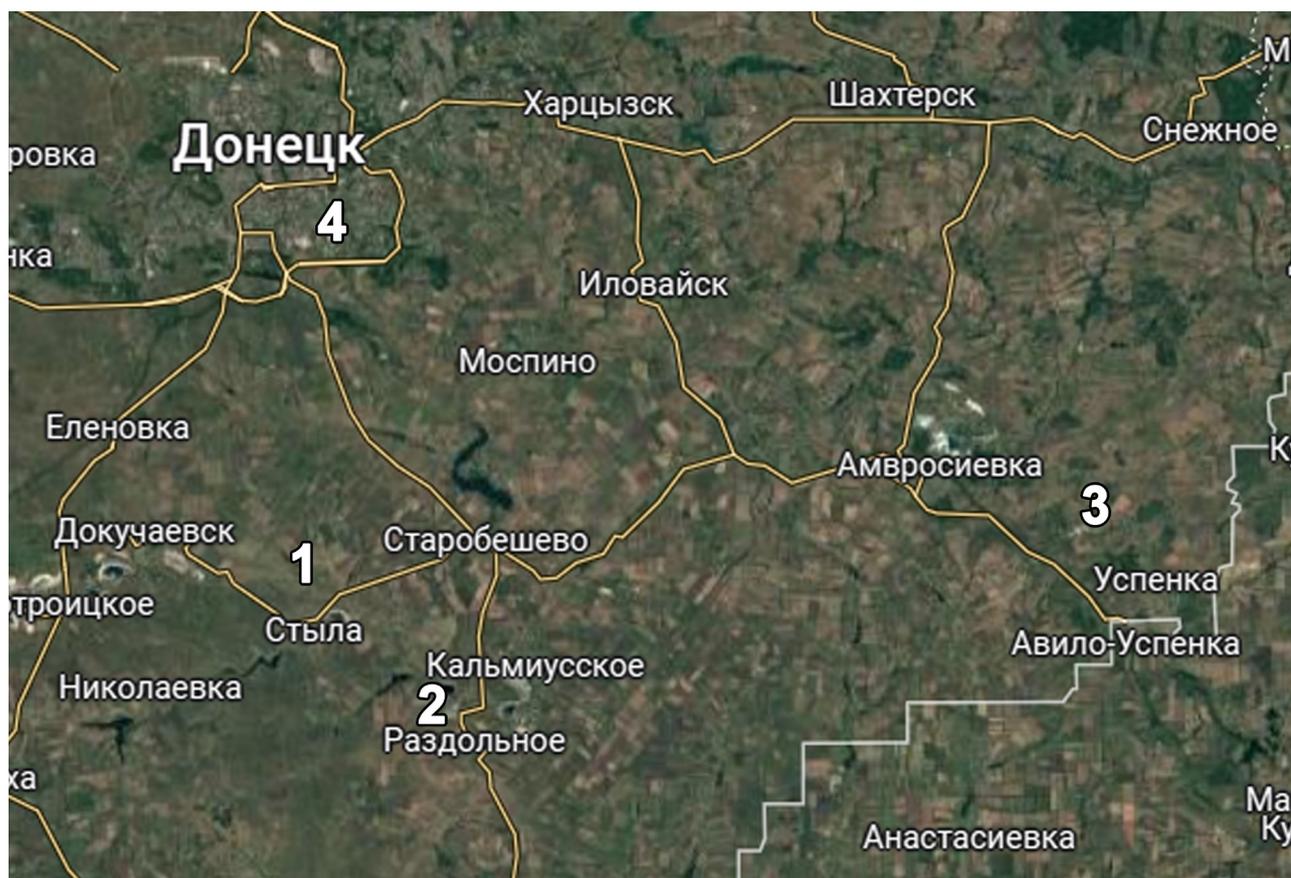


Рисунок. Картограмма расположения степных участков 1–4 (расшифровка в тексте)
Figure. A map chart with location of steppe areas 1–4 (interpretation is given in the text)

Анализ изменчивости значения коэффициента Жаккара по I-му участку показал, что среднее квадратическое отклонение (q) = 0,138, ошибка среднего арифметического равна 0,06. Таким образом, степень сходства видового состава учетных площадок I-го участка составила $0,29 \pm 0,06$ (20,7 %), что свидетельствует о достаточно высокой изменчивости в его пределах.

Общее количество видов на II участке составляет 18, видовая насыщенность – 6,2. Средняя живая надземная фитомасса достигает $593,3 \text{ г/м}^2$ (83,5 % от общей массы), средняя *mortmassa* – $117,2 \text{ г/м}^2$ (16,5 % от общей массы). Показатели степени сходства видового состава учетных площадок II-го участка приведены в таблице 6.

Анализ изменчивости значения коэффициента Жаккара по II-му участку показал, что среднее квадратическое отклонение (q) = 0,043, ошибка

среднего арифметического равна 0,019. Степень сходства видового состава учетных площадок II-го участка составила $0,22 \pm 0,019$ (8,6 %).

Таким образом, на II-м участке (типичная степь) средние значения K_j меньше, чем на I-м участке (петрофитная степь), как и степень его изменчивости ($q = 0,043$ и $0,138$, соответственно), т.е. флористическое сходство в пределах I-го участка выше, чем в пределах II-го. Это свидетельствует о большей однородности I-го участка по показателю флористического разнообразия в сравнении со II-м.

Общее количество видов на III участке составляет 29, видовая насыщенность – 8,8. Средняя живая надземная фитомасса достигает $175,44 \text{ г/м}^2$ (86,2 % от общей массы), средняя *mortmassa* – 28 г/м^2 (13,8 % от общей массы). Показатели степени сходства видового состава учетных площадок III-го участка приведены в таблице 7.

Таблица 1. Видовой состав и видовое обилие на учетных площадках I-го участка

1-я учетная площадка			2-я учетная площадка			3-я учетная площадка			4-я учетная площадка			5-я учетная площадка		
Вид	масса (г)	% от живой массы	Вид	масса (г)	% от живой массы	Вид	масса (г)	% от живой массы	Вид	масса (г)	% от живой массы	Вид	масса (г)	% от живой массы
<i>Stipa lessingiana</i> Trin. & Rupr.	163,6	31,9	<i>Caragana frutex</i> (L.) K. Koch	271,2	43,4	<i>Stipa ucrainica</i> P.A. Smirn.	204,4	38,7	<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	134,0	60,0	<i>Stipa lessingiana</i> Trin. & Rupr.	150,0	58,4
<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	136,8	26,7	<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	161,4	25,8	<i>Stipa lessingiana</i> Trin. & Rupr.	179,6	34,0	<i>Euphorbia stepposa</i> Zoz ex Prokh.	50,8	22,7	<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	76,2	29,6
<i>Stipa ucrainica</i> P.A. Smirn.	122,6	23,9	<i>Stipa lessingiana</i> Trin. & Rupr.	157,8	25,2	<i>Caragana scythica</i> (Kom.) Pojark.	57,0	10,8	<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen	8,4	3,8	<i>Thymus dimorphus</i> Klokov & Des.-Shost.	11,6	4,5
<i>Caragana frutex</i> (L.) K. Koch	71,8	14,0	<i>Stipa ucrainica</i> P.A. Smirn	31,4	5,0	<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	56,4	10,7	<i>Thymus dimorphus</i> Klokov & Des.-Shost.	8,4	3,8	<i>Astragalus ucrainicus</i> M. Pop. & Klokov	8,2	3,2
<i>Eryngium campestre</i> L.	17,6	3,4	<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.	3,6	0,6	<i>Caragana frutex</i> (L.) K. Koch	27,2	5,1	<i>Caragana scythica</i> (Kom.) Pojark.	5,4	2,4	<i>Tanacetum millefolium</i> (L.) Tzvelev	4,8	1,9
Mortmassa	29,4	—	Mortmassa	68,4	—	<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.	2,6	0,5	<i>Centaurea diffusa</i> Lam.	3,8	1,7	<i>Eryngium campestre</i> L.	3,8	1,5

Окончание таблицы 1.

Общая масса	541,8	–	Общая масса	693,8	–	<i>Dianthus carbonatus</i> Klokov	1,2	0,2	<i>Astragalus ucrainicus</i> M. Pop. & Klokov	2,6	1,2	<i>Asperula graniticola</i> Klokov	1,4	0,5
Живая масса	512,4	100,0	Живая масса	625,4	100,0	Mortmassa	42,6	–	<i>Salvia tesquicola</i> Klokov & Pobed.	1,8	0,8	<i>Teucrium polium</i> L.	1,0	0,4
–	–	–	Общая масса	–	–	Общая масса	571,0	–	<i>Linum austriacum</i> L.	1,8	0,8	<i>Potentilla schurii</i> Fuss ex Zimmeter	0,0	0,0
–	–	–	Живая масса	–	–	Живая масса	528,4	100,0	<i>Senecio jakobaea</i> L.	1,8	0,8	Mortmassa	33,8	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	1,6	0,7	Общая масса	290,8	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	<i>Achillea stepposa</i> Klokov & Krytzka	1,2	0,5	Живая масса	257,0	100,0
–	–	–	–	–	–	–	–	–	<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.	1,0	0,4	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	<i>Plantago lanceolata</i> L.	0,8	0,4	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	Mortmassa	44,6	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	Общая масса	268,0	–	–	–	–

Таблица 2. Видовой состав и видовое обилие на учетных площадках II-го участка

1-я учетная площадка			2-я учетная площадка			3-я учетная площадка			4-я учетная площадка			5-я учетная площадка		
Вид	масса (г)	в % от живой массы	Вид	масса (г)	в % от живой массы	Вид	масса (г)	в % от живой массы	Вид	масса (г)	в % от живой массы	Вид	масса (г)	в % от живой массы
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	260,8	44,02	<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	484,2	94,8	<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	432,6	53,4	<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	134,8	34,7	<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	551,8	83,0
<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	229,4	38,7	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	20,8	4,1	<i>Stipa ucrainica</i> P.A. Smirn.	248,6	30,7	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	123,2	31,7	<i>Salvia tesquicola</i> Klokov & Pobed.	75,8	11,4
<i>Stipa ucrainica</i> P.A. Smirn.	93,8	15,8	<i>Stipa ucrainica</i> P.A. Smirn.	5,0	1,0	<i>Stipa lessingiana</i> Trin. & Rupr.	114,8	14,2	<i>Salvia aethiopsis</i> L.	102,4	26,3	<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. & Kit.	26	3,9
<i>Marrubium praecox</i> Janka	4,8	0,8	<i>Thymus dimorphus</i> Klokov & Des.-Shost.	1,0	0,2	<i>Bryales</i> sp.	12,0	1,5	<i>Goniolimon tataricum</i> (L.) Boiss.	28,0	7,2	<i>Bryales</i> sp.	7,0	1,1
<i>Salvia tesquicola</i> Klokov & Pobed.	2,4	0,4	<i>Diantulus pallidiflorus</i> Ser.	0,0	0,0	<i>Salvia aethiopsis</i> L.	1,4	0,2	<i>Stachys transsylvanica</i> Schur	0,6	0,2	<i>Thymus dimorphus</i> Klokov & Des.-Shost.	2,8	0,4
<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.	1,2	0,2	Mortmassa	97,4	—	Mortmassa	184,8	—	<i>Nigella arvensis</i> L.	0,0	0,0	<i>Medicago romanica</i> Prodan	1,4	0,2
Mortmassa	202,0	—	Общая масса	608,4	—	Общая масса	994,2	—	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	0,0	0,0	Mortmassa	64,4	—
Общая масса	794,4	—	Живая масса	511,0	100,0	Живая масса	809,4	100,0	<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.	0,0	0,0	Общая масса	729,2	—
Живая масса	592,4	100,0	—	—	—	—	—	—	<i>Alyssum desertorum</i> Stapf.	0,0	0,0	Живая масса	664,8	100,0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Mortmassa	37,4	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Общая масса	426,4	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Живая масса	389,0	100,0	—	—	—

Таблица 3. Видовой состав и видовое обилие на учетных площадках III-го участка

1-я учетная площадка			2-я учетная площадка			3-я учетная площадка			4-я учетная площадка			5-я учетная площадка		
Вид	масса (г)	в % от живой массы	Вид	масса (г)	в % от живой массы	Вид	масса (г)	в % от живой массы	Вид	масса (г)	в % от живой массы	Вид	масса (г)	в % от живой массы
<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	76,6	53,6	<i>Stipa zalesskii</i> Wilensky	126,6	78,5	<i>Caragana frutex</i> (L.) K. Koch	137,0	42,9	<i>Stipa zalesskii</i> Wilensky	63,0	64,4	<i>Stipa zalesskii</i> Wilensky	79,6	51,0
<i>Galatella villosa</i> (L.) Rchb. f.	43,2	30,3	<i>Salvia nutans</i> L.	20,2	12,5	<i>Stipa zalesskii</i> Wilensky	54,4	17,0	<i>Centaurea adpressa</i> Ledeb.	20,4	20,9	<i>Astragalus varius</i> S.G. Gmel.	20,8	13,3
<i>Medicago romanica</i> Prodan	7,6	5,3	<i>Centaurea adpressa</i> Ledeb.	11,8	7,3	<i>Salvia nutans</i> L.	52,4	16,4	<i>Onosma tanaitica</i> Klokov	11,8	12,1	<i>Linum czernjajevii</i> Klokov	16,4	10,5
<i>Koeleria cristata</i> (L.) Pers.	6,8	4,8	<i>Ephedera distachya</i> L.	1,0	0,6	<i>Ephedera distachya</i> L.	50,4	15,8	<i>Pilosella echinoides</i> (Lumm.) F. Schult. & Sch. Bip.	1,6	1,6	<i>Hedysarum grandiflorum</i> Pall.	13,0	8,3
<i>Juirinea brachycephalus</i> Klokov	4,2	2,9	<i>Orites maeotica</i> Klokov	0,8	0,5	<i>Inula oculus-christi</i> L.	7,6	2,4	<i>Galatella villosa</i> (L.) Rchb. f.	1,0	1,0	<i>Centaurea adpressa</i> Ledeb.	12,4	7,9
<i>Ephedera distachya</i> L.	2,8	2,0	<i>Astragalus albicaulis</i> DC.	0,6	0,4	<i>Seseli campestre</i> Besser	6,8	2,1	<i>Juirinea brachycephalus</i> Klokov	0,0	0,0	<i>Juirinea brachycephalus</i> Klokov	4,6	3,0
<i>Orites maeotica</i> Klokov	1,6	1,1	<i>Juirinea brachycephalus</i> Klokov	0,2	0,1	<i>Stachys transylvanica</i> Schur	4,4	1,4	<i>Mortmassa</i>	0,0	–	<i>Genista scythica</i> Pacz.	4,4	2,8
<i>Mortmassa</i>	140,0	–	<i>Mortmassa</i>	0,0	–	<i>Hypericum elegans</i> Stephan ex Willd.	4,4	1,4	Общая масса	97,8	–	<i>Pulsatilla bohemica</i> (Scalický) Tzvelev	3,6	2,3
Общая масса	282,8	–	Общая масса	161,2	–	<i>Pheipanche ramosa</i> (L.) Pomet	2,0	0,6	Живая масса	97,8	100,0	<i>Galatella villosa</i> (L.) Rchb. f.	1,2	0,8
Живая масса	142,8	100,0	Живая масса	161,2	100,0	<i>Allium flavescens</i> Besser	0,0	0,0	–	–	–	<i>Potentilla schurii</i> Fuss ex Zimmeter	0,0	0,0
–	–	–	–	–	–	<i>Verbascum phoeniceum</i> L.	0,0	0,0	–	–	–	<i>Orites maeotica</i> Klokov	0,0	0,0
–	–	–	–	–	–	<i>Mortmassa</i>	0,0	–	–	–	–	<i>Linum austriacum</i> L.	0,0	0,0
–	–	–	–	–	–	Общая масса	319,4	–	–	–	–	<i>Asperula rumelica</i> Boiss.	0,0	0,0
–	–	–	–	–	–	Живая масса	319,4	100,0	–	–	–	<i>Mortmassa</i>	0,0	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Общая масса	156,0	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Живая масса	156,0	100,0

Таблица 4. Видовой состав и видовое обилие на учетных площадках IV-го участка

1-я учетная площадка		2-я учетная площадка		3-я учетная площадка		4-я учетная площадка		5-я учетная площадка		
Вид	масса (г)	В % от живой массы	Вид	масса (г)	В % от живой массы	Вид	масса (г)	Вид	масса (г)	В % от живой массы
<i>Stipa ucrainica</i> P.A. Smirn.	257,0	58,1	<i>Stipa ucrainica</i> P.A. Smirn.	151,4	32,3	<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	101,6	<i>Stipa capillata</i> L.	142,0	40,9
<i>Stipa lessingiana</i> Trin. & Rupr.	49,8	11,3	<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	105,2	22,5	<i>Stipa capillata</i> L.	99,4	<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	113,4	32,7
<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	41,0	9,3	<i>Stipa dazyphylla</i> (Czern. ex Lindem.) Trautv.	84,8	18,1	<i>Stipa ucrainica</i> P.A. Smirn.	80,8	<i>Galium rutenicum</i> Willd.	46,6	13,4
<i>Stipa capillata</i> L.	30,4	6,9	<i>Verbascum hychnitis</i> L.	40,4	8,6	<i>Stipa lessingiana</i> Trin. & Rupr.	40,4	<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen	21,0	6,1
<i>Salvia tesquicjila</i> Klokov & Pobed.	28,0	6,3	<i>Centaurea adpressa</i> Ledeb.	15,0	4,5	<i>Salvia tesquicjila</i> Klokov & Pobed.	37,6	<i>Galium rutenicum</i> Willd.	19,2	5,5
<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen	19,8	4,5	<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. & Kit.	7,6	2,3	<i>Haplophyllum ciliatum</i> Griseb.	19,4	<i>Salvia nutans</i> L.	1,6	0,5
<i>Stachys transsylvanica</i> Schur	9,2	2,1	<i>Nonea rossica</i> Steven	6,6	2,0	<i>Medicago romanica</i> Prodán	12,6	<i>Stipa dazyphylla</i> (Czern. ex Lindem.) Trautv.	1,2	0,4
<i>Centaurea orientalis</i> L.	3,8	0,9	<i>Galium octonarium</i> (Klokov) Soó	5,6	1,7	<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen	12,4	<i>Verbascum hychnitis</i> L.	1,2	0,4
<i>Galium rutenicum</i> Willd.	2,0	0,5	<i>Dianthus elongatus</i> C.A. Mey.	5,0	1,5	<i>Galium tomentellum</i> Klokov	3,2	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	0,8	0,2
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	0,8	0,2	<i>Salvia tesquicjila</i> Klokov & Pobed.	4,6	1,4	<i>Galium rutenicum</i> Willd.	1,2	<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.	0,0	0,0
<i>Thesium arvense</i> Horv.	0,6	0,1	<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen	3,6	1,1	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	0,0	<i>Thesium arvense</i> Horv.	0,0	0,0
Общая масса	461,8	-	<i>Galium ruthenicum</i> Willd.	1,6	0,5	Мортмасса	9,2	<i>Dianthus elongatus</i> C.A. Mey.	0,0	0,0
Живая масса	442,4	100,0	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	1,6	0,5	Общая масса	477,4	Мортмасса	0,0	0,0
-	-	-	<i>Linum nervosum</i> Waldst. & Kit.	0,0	0,0	Живая масса	468,2	Общая масса	36,0	-
-	-	-	Мортмасса	17,6	-	Живая масса	-	Живая масса	383,0	-
-	-	-	Общая масса	349,4	-	-	-	-	347,0	100,0
-	-	-	Живая масса	331,8	100,0	-	-	-	-	-

Таблица 5. Значения коэффициента Жаккара для учетных площадок I-го участка (петрофитная степь)

n/n	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	ΣI _n	I _{ср}
I ₁	–	0,67	0,50	0,06	0,27	1,50	0,38
I ₂	0,67	–	0,71	0,06	0,17	1,61	0,40
I ₃	0,50	0,71	–	0,11	0,14	1,46	0,37
I ₄	0,06	0,06	0,11	–	0,15	0,38	0,10
I ₅	0,27	0,17	0,14	0,15	–	0,73	0,18
I _{ср/n}							0,29

Таблица 6. Значения коэффициента Жаккара для учетных площадок II-го участка (типичная степь)

n/n	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	ΣI _n	I _{ср}
I ₁	–	0,38	0,22	0,25	0,20	1,05	0,26
I ₂	0,38	–	0,25	0,17	0,22	1,02	0,26
I ₃	0,22	0,25	–	0,17	0,22	0,86	0,22
I ₄	0,25	0,17	0,17	–	0,07	0,66	0,17
I ₅	0,20	0,22	0,22	0,07	–	0,71	0,18
I _{ср/n}							0,22

Таблица 7. Значения коэффициента Жаккара для учетных площадок III-го участка (меловая степь)

n/n	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	ΣI _n	I _{ср}
I ₁	–	0,27	0,06	0,18	0,18	0,69	0,17
I ₂	0,27	–	0,20	0,08	0,25	0,80	0,20
I ₃	0,06	0,20	–	0,06	0,04	0,36	0,09
I ₄	0,18	0,08	0,06	–	0,27	0,59	0,15
I ₅	0,18	0,25	0,04	0,27	–	0,74	0,19
I _{ср/n}							0,16

Анализ изменчивости значения коэффициента Жаккара по III-му участку показал, что $q = 0,044$, ошибка среднего арифметического равна 0,02. Степень сходства видового состава учетных площадок III-го участка составила $0,16 \pm 0,02$ (12,5 %). Таким образом, по характеру изменчивости коэффициента Жаккара III-й участок близок ко II-му.

Общее количество видов на IV участке составило 27, видовая насыщенность – 12,2. Средняя живая надземная фитомасса достигала $385,32 \text{ г/м}^2$ (95,1 % от общей массы), средняя мертвая масса – $19,8 \text{ г/м}^2$ (4,9 % от общей массы). Показатели степени сходства видового состава учетных площадок IV-го участка приведены в таблице 8.

Таблица 8. Значения коэффициента Жаккара для учетных площадок IV-го участка (искусственная степь)

n/n	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	ΣI _n	I _{ср}
I ₁	–	0,32	0,57	0,44	0,26	1,59	0,40
I ₂	0,32	–	0,32	0,44	0,29	1,37	0,34
I ₃	0,57	0,32	–	0,28	0,26	1,43	0,36
I ₄	0,44	0,44	0,28	–	0,32	1,48	0,37
I ₅	0,26	0,29	0,26	0,32	–	1,13	0,28
I _{ср/n}							0,35

Анализ изменчивости значения коэффициента Жаккара по IV-му участку показал, что $q = 0,044$, ошибка среднего арифметического равна $0,02$. Степень сходства видового состава учетных площадок IV-го участка составила $0,35 \pm 0,02$ (5,7 %), т.е. по характеру изменчивости значения коэффициента Жаккара участки IV и III идентичны.

В целом по значению коэффициента Жаккара и степени его изменчивости по учетным площадкам можно заключить, что IV-й участок (искусственная степь) наиболее однороден (степень флористического сходства между его учетными площадками наибольшая) среди всех исследованных участков. Степень однородности снижается в ряду петрофитная степь – типичная степь – меловая степь.

Результаты анализа степени флористического сходства между указанными участками, рассчитанные по коэффициенту Жаккара, показаны в таблице 9.

Из данных таблицы 9 видно, что наибольшее флористическое сходство наблюдается между участками II и IV (типичной и искусственной степи), что вполне ожидаемо, так как участок искусственной степи в основном формировался из аналогичных природных участков типичной

степи различных районов Донбасса. Соответственно, наименьшее флористическое сходство отмечено между участками II (типичная степь) и III (меловая степь), I (петрофитная степь) и III (меловая степь).

Результаты сравнительного анализа показателя видовой насыщенности (количества видов растений на 1 м^2) исследованных участков приведены в таблице 10.

Проверка по критерию Стьюдента (на 95 %-ном уровне значимости) показала, что по признаку «видовая насыщенность» имеет место существенное различие (превышение) только между IV-м участком (искусственная степь) и II-м (типичная степь). Также достоверно различие (превышение) по данному признаку между IV-м участком и I-м (петрофитная степь) и III-м (меловая степь) участками, но не существенное. Между участками I, II и III достоверных различий по признаку «видовая насыщенность» нет.

В целом, видовая насыщенность на исследованных участках уменьшается в ряду: «искусственная степь» \geq «меловая степь» \geq «петрофитная степь» \geq «типичная степь».

Результаты сравнительного анализа количества надземной живой фитомассы ($\text{г}/\text{м}^2$) на исследованных участках приведены в таблице 11.

Таблица 9. Показатели сходства сравниваемых участков по коэффициенту Жаккара

Участок	I	II	III	IV	\sum_{I-IV}	Ср.
I	–	0,16	0,08	0,13	0,37	0,12
II	0,16	–	0,07	0,25	0,48	0,16
III	0,08	0,07	–	0,10	0,25	0,08
IV	0,13	0,25	0,10	–	0,48	0,16

Таблица 10. Видовая насыщенность (видов/ м^2) исследованных участков

Участки	Учетные площадки					$\sum Q_i$	$Q_{ср}$
	1	2	3	4	5		
I	5	5	7	14	9	40	$8,0 \pm 1,67$
II	6	5	5	9	6	31	$6,2 \pm 0,73$
III	7	7	11	6	13	44	$8,8 \pm 1,35$
IV	11	14	11	12	13	61	$12,2 \pm 0,58$

Таблица 11. Надземная живая фитомасса ($\text{г}/\text{м}^2$) исследованных участков

Участки	Учетные площадки					$\sum m_i$	$m_{ср}$
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я		
I	512,4	625,4	528,4	223,4	257,0	2146,6	$429,32 \pm 79,63$
II	592,4	511,0	809,4	389,0	664,8	2966,6	$593,32 \pm 70,7$
III	142,8	161,2	319,4	97,8	156,0	877,2	$175,44 \pm 37,6$
IV	442,4	331,8	468,2	337,2	347,0	1926,6	$385,32 \pm 28,9$

Проверка по критерию Стьюдента (на 95 %-ном уровне значимости) показала, что по признаку «надземная фитомасса» нет достоверных отличий только между I-м (петрофитная степь) и II-м (типичная степь) участками, и I-м и IV-м (искусственная степь) участками. Между I-м и III-м, II-м и III-м, II-м и IV-м, III-м и IV-м участками различие достоверно, причем между II-м и III-м, III-м и IV-м оно весьма существенно.

В целом, значение показателя количества надземной живой фитомассы на исследованных участках увеличивается в ряду: меловая степь \leq искусственная степь \leq петрофитная степь \leq типичная степь.

По степени доминирования (относительной доле в живой фитомассе) на I-м участке (петрофитная степь) явными доминантами являются *Festuca valesiaca* (30,6 % от живой фитомассы в пробах) и *Stipa lessingiana* (29,9 %), содоминантами – *Stipa ucrainica* (13,5 % живой фитомассы) и *Caragana frutex* (12,5 %).

На II-м участке (типичная степь) основной доминант – *Festuca valesiaca* (60,9 % от живой фитомассы), далее следуют *Elytrigia repens* (16 %) и *Stipa ucrainica* (9,5 %).

На III-м участке (меловая степь) только один доминирующий вид – *Stipa zalesskii* (42,2 % всей живой фитомассы).

IV-й участок (искусственная степь) представлен явным доминантом – *Stipa ucrainica* (32,0 % живой фитомассы), содоминантами *Festuca valesiaca* (22,1 %) и *Stipa capillata* (15,46 %). Далее по представительности идут *Securigera varia* (4,3 %) и *Stipa lessingiana* (4%).

Выводы

1. По сходству видового состава пробных площадок в пределах каждого из участков имеет место большее сходство на участке искусственной степи. Таким образом, искусственная степь более однородна, чем природные степи. В целом видовое разнообразие возрастает в ряду: искусственная степь – петрофитная степь – типичная степь – меловая степь.

2. Сравнительный анализ видового сходства между участками природной и искус-

ственной степи показал существенные отличия между различными вариантами естественной степи. Наиболее сходны по видовому составу участок типичной и искусственной степи. Это было ожидаемо, учитывая тот факт, что участок искусственной степи формировался, в основном, из природных участков типичной степи различных районов Донбасса.

3. Видовая насыщенность участка искусственной степи существенно выше типичной степи. Учитывая факт наибольшего видового сходства между этими участками, можно заключить, что высокая видовая насыщенность искусственной степи обусловлена именно характером ее формирования: целенаправленная повышенная концентрация видов для создания пула сохранения и воспроизводства степной флоры.

4. По количеству живой надземной фитомассы исследованные участки довольно сильно различаются между собой, однако какой-либо тенденции здесь не наблюдается. Наименьшую фитомассу, существенно уступающую остальным, имеет только участок меловой степи, наибольшую – участок типичной степи.

В целом можно заключить, что на участке искусственной степи, созданном 40–50 лет назад на территории ДБС, к настоящему времени сформировались и сохранились базовые признаки природного участка степной растительности; он не утратил своего основного функционального назначения – составлять экспозицию природной степной растительности и быть пулом для сохранения и воспроизводства степной флоры в Донецком регионе.

Работа выполнена по теме государственного задания ФГБНУ Донецкий ботанический сад «Исследование современного состояния растительного покрова на Донецкой возвышенности и в Северном Приазовье» (Регистрационный № 123101300195-2).

1. Василевич В.М. Статистические методы в геоботанике. Л.: Наука, 1969. 232 с.
2. Глухов О.З., Шевчук О.М., Кохан Т.П. Наукові основи відновлення трав'яних фітоце-

- нозів в степовій зоні України. Донецьк: Вебер, 2008. 198 с.
3. *Донецкий ботанический сад: история и современность* / под общ. ред. С.А. Приходько. Донецк: Проминь, 2020. 324 с.
 4. *Ибатулина Ю.В.* Мониторинг интродукционных популяций степных видов растений в условиях экспериментальной степи // Фиторазнообразия Восточной Европы. 2016. Т. 10, N 3. С. 128–156.
 5. *Исаченко А.Г.* Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высшая школа, 1991. 366 с.
 6. *Кондратюк Е.Н., Чуприна Т.Т.* Ковыльные степи Донбасса. Современное состояние и перспективы восстановления. К.: Наукова думка, 1992. 172 с.
 7. *Левыкин С.В., Казачков Г.В., Богданов С.В.* Степь: быть или не быть? К вопросу о выделении и систематике антагонистических факторов // Степи Северной Евразии. Материалы VIII международного симпозиума / под ред. А.А. Чибилева. Оренбург, 2018. С. 556–560.
 8. *Особо охраняемые природные территории России: современное состояние и перспективы развития* / сост. В.Г. Кревер, М.С. Стишов, И.А. Онуфрена. М., 2009. 457 с.
 9. *Остапко В.М., Бойко А.В., Мосякин С.Л.* Сосудистые растения юго-востока Украины. Донецк: Ноулидж, 2010. 247 с.
 10. *Приходько С.А., Ибатулина Ю.В., Остапко В.М.* Эколого-демографическая структура природных и интродукционных ценопопуляций как индикатор состояния степных фитоценозов. Донецк, 2013. 309 с.
 11. *Стишов М.С.* Охраняемые природные территории Российской Федерации и их категории. М., 2018. 248 с.
 12. *Тишков А.А., Белоновская Е.А., Титова С.В.* Степи и луга в обзоре «Temperate grasslands and shrublands of Russia» (2020) // Вопросы степеведения. 2021. N 1. С. 21–47.
 13. *Чибилев А.А.* Степная Евразия: региональный обзор природного разнообразия. М. – Оренбург, 2016. 324 с.

Поступила в редакцию: 16.10.2024

UDC 581.93:581.5

COMPARATIVE ANALYSIS OF SOME PARAMETERS OF PHYTOCENOSES OF NATURAL STEPPE AREAS AND THE «ARTIFICIAL STEPPE» EXPERIMENTAL AREA OF THE DONETSK BOTANICAL GARDEN

A.A. Blackburn, V.M. Ostapko

Federal State Budgetary Scientific Institution «Donetsk botanical garden»

Some indicators of phytocenoses were investigated in the artificial steppe laid out 50 years ago in the area of the Donetsk Botanical Garden in comparison to those of different variants of natural steppe areas (petrophytic, typical and cretaceous) of Donbass. A comparative analysis has shown significant differences between the artificial steppe and natural areas in terms of species diversity and species saturation. Floristic diversity of the artificial steppe site is less compared to natural sites, but its species saturation is on the contrary greater. This fact is associated with the man-induced nature of vegetation formation in this area, that confirms its functional purpose – to be a pool for the conservation and reproduction of steppe plant species.

Key words: natural steppe, artificial steppe, species richness, floristic diversity, species saturation

Citation: Blackburn A.A., Ostapko V.M. Comparative analysis of some parameters of phytocenoses of natural steppe areas and the «Artificial Steppe» experimental area of the Donetsk Botanical Garden // *Industrial Botany*. 2024. Vol. 24, N 4. P. 23–35. DOI: 10.5281/zenodo.14638249
