

Д.В. Сыщиков, О.К. Кустова, И.В. Агурова, В.В. Козуб-Птица, В.И. Джулай

ЭДАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКОВ ЛАБОРАТОРИИ ИНТРОДУКЦИИ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Государственное учреждение «Донецкий ботанический сад»

Исследования опытных участков лаборатории интродукции культурных растений Донецкого ботанического сада позволили количественно охарактеризовать основные эдафические показатели условий произрастания и разработать мероприятия по оптимизации схемы севооборота, направленные на сохранение и восполнение органического вещества, обогащение почвы минеральными элементами. Установлено, что наибольшее количество аммонийного азота, фосфора и органического вещества на всех участках зафиксировано в начале вегетации растений. Степень нарушения устойчивости микробных сообществ на участках в сезонной динамике изменялась в пределах от «слабой» до «средней». Варьирование концентрации элементов минерального питания на разных участках может быть связано с особенностями физиологии различных культур.

Ключевые слова: интродукция, хозяйственно-ценные растения, коллекция, эдафические показатели, целлюлозолитическая активность почвы

Введение

Почвы Донбасса преимущественно (90 %) представлены черноземами обыкновенными, среднегумусными, на лессовой материнской породе, тяжелосуглинистыми. Мощность плодородного слоя может достигать 35–60 см, а содержание гумуса – от 3,8 до 6 % [9, 10]. По данным Донецкой государственной сельскохозяйственной опытной станции, содержание гумуса в пахотном горизонте в конце 1960-х – начале 1970-х гг. составляло 4,5–6,0 %, уксуснорастворимого фосфора – 9–12 мг/100 г, гидролизуемого азота – 8–12 мг/100 г. Содержание общего фосфора варьировало в пределах 0,28–0,30 %, общего калия – 2,0–2,2 % [13]. При выполнении зонального комплекса агротехнических мероприятий эти почвы способны давать высокие урожаи овощных, полевых и плодово-ягодных культур, благоприятны для выращивания древесно-кустарниковых растений [10].

До основания в 1964 г. Донецкого ботанического сада (далее ДБС) на этой территории располагалось урочище «Питомник №1», где выращи-

вались различные породы древесных растений [5]. Согласно пояснительной записке «Проектное задание Донецкого ботанического сада Академии наук Украинской ССР. Проект планировки и застройки», подготовленной Украинским государственным институтом проектирования городов «Гипроград» (1966), подстилающими породами на территории ДБС являются глинистые сланцы каменноугольного периода. Они покрыты четвертичными отложениями – лессовидными карбонатными суглинками (почвообразующие породы), являющимися продуктами выветривания коренных пород. На территории Северного массива рекомендовалось разместить экспозиционно-демонстрационные и коллекционные участки.

К интродукционным исследованиям кормовых и технических растений в ДБС приступили в 1970-х, а малораспространенных пищевых и ароматических растений – в 1980-х гг. Период эксплуатации участков под культивируемые интродуцированные растения составляет не менее 50 лет.

Участки формировались на естественных природных почвах без существенного перемешивания поверхностных горизонтов при нерегулярном внесении органических и минеральных удобрений. В условиях интенсивной эксплуатации участков актуальным является мониторинг их эдафического состояния.

Цель и задачи исследований

Цель исследований – оценить эдафическое состояние участков лаборатории интродукции культурных растений ДБС для разработки мероприятий по оптимизации их культивирования.

Задачи исследований – определить основные эдафические характеристики: кислотность, засоление, содержание органического вещества, аммонийного азота и подвижных форм фосфора, интенсивность базального «дыхания» почвы, целлюлозолитическую активность почвы; провести мониторинг их сезонных колебаний.

Объекты и методики исследований

Коллекционно-экспозиционные участки лаборатории интродукции культурных растений расположены в восточной части Северного массива ДБС. Пробы почв с четырех участков (№ 1–4) отбирали в течение одного вегетационного сезона 2019 г. весной (май), летом (июль) и осенью (октябрь) в период отсутствия значительного количества осадков.

Определение актуальной кислотности и засоления проводили общепринятыми методами [1]. Содержание органического вещества определяли по методу И.В. Тюрина со спектрофотометрическим окончанием по Орлову-Гриндель. Концентрацию аммонийного азота (обменного аммония) определяли колориметрически с реактивом Несслера. Определение подвижных форм фосфора проводили согласно методу Ф.В. Чирикова [11].

Интенсивность базального «дыхания» почвы (V_{basal}) оценивали по методу А.Ш. Галстяна, субстрат-индуцированного (V_{sir}) – с внесением в пробу почвы раствора глюкозы из расчета 10 мг/г почвы. Коэффициент микробного дыхания (Q_r) – определяли по соотношению $V_{\text{basal}}/V_{\text{sir}}$ [2, 7].

Целлюлозолитическую активность почвы (способность к разложению ткани) определяли аппликационным методом. Стерильной хлопчатобумажной тканью обшивали стерильное предметное стекло и в подготовленный почвенный

разрез к вертикальной поверхности почвы прикладывали предметное стекло с полотном и придавливали почвой. Раз в месяц полотна осторожно извлекали, отмывали от почвы, продуктов полураспада, подсушивали и взвешивали. Интенсивность целлюлозолитической активности почвы оценивали по разнице массы полотна до внесения в почву и после его извлечения [7].

Результаты исследований и их обсуждение

В 1985 г. Донецким филиалом института Укрземпроект было проведено почвенное обследование территории ДБС. Согласно полученным данным, почвы участков культивирования хозяйственно-ценных растений относятся к черноземам обыкновенным слабосолонцеватым на лессовидных суглинках местами слабоэродированным. Содержание гумуса в почве стационарных участков в 1980–1990-х гг. составляло 3,29 %. Признаки засоления несколько ухудшали физико-механические свойства и водно-воздушный режим почвы в зоне расположения корневых систем [12].

Коллекции ароматических и малораспространенных овощных растений (N 48°0'40", E 37°53'16") занимают территорию площадью более 0,5 га, где выращиваются более 200 видов и внутривидовых таксонов из 64 родов и 17 семейств. Преобладают представители семейств Lamiaceae – 60,3 %, Alliaceae – 9,8 %, Asteraceae – 9,3 % и Apiaceae – 5,4 %. Территория структурирована на экспозиции различного функционального назначения с участием перспективных хозяйственно-ценных эстетически привлекательных растений; коллекционные и опытные участки; питомники размножения; плантации для сбора растительного сырья (табл. 1, рис. 1).

Эксплуатация земель происходит с ведением севооборотов с короткой ротацией, недостаточным внесением минеральных и, особенно, органических удобрений. Для проведения эдафического анализа были взяты пробы почв с участков интенсивной эксплуатации: семенного размножения и поддержания коллекции однолетних зеленых, пряно-ароматических и бобовых культур (экспозиция «Декоративный огород в сельском стиле») (№ 1) и сырьевые плантации и питомники размножения ароматических растений (№ 2). Первый участок регулярно эксплуатировался и обрабатывался с применением ежегодной вспашки осенью и весенней культивацией для

Таблица 1. Структура коллекционно-экспозиционного участка ароматических и малораспространенных овощных растений

№	Наименование	Площадь, м ²
1	Участок «Сырьевые плантации и питомники»	696,0
2	Коллекционные и сортоиспытательные участки	893,5
3	Экспозиция «Эфирномасличные растения в ароматерапии и садовом дизайне»	154,4
4	Экспозиция «Кантри сад растений Америки»	312,0
5	Экспозиция «Декоративный огород в сельском стиле»	430,0
6	Экспозиция «Луковая полянка»	16,9
7	Экспозиция «Ароматические растения Крыма, Кавказа, Средней Азии и Дальнего Востока»	69,4
8	Участки под плодовым садом (коллекция сортов кизила, жимолости съедобной)	78,6
9	Экспозиция «Сад ароматов Средиземноморья»	361,2
10	Экспозиция «Сад декоративных овощных растений»	335,4
11	«Лавандовая рабатка»	197,8
12	Экспозиция «Аптекарский огород»	774,0

С О С Н О В А Я А Л Л Е Я	1. СЫРЬЕВЫЕ ПЛАНТАЦИИ И ПИТОМНИКИ					К А Ш Т А Н О В А Я А Л Л Е Я
	3. ЭФИРНОМАСЛИЧНЫЕ РАСТЕНИЯ В АРОМАТЕРАПИИ И САДОВОМ ДИЗАЙНЕ		2. КОЛЛЕКЦИОННЫЕ И СОРТОИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ УЧАСТКИ			
	4. КАНТРИ САД РАСТЕНИЙ АМЕРИКИ		8. УЧАСТКИ ПОД ПЛОДОВЫМ САДОМ		2	
			5. ДЕКОРАТИВНЫЙ ОГОРОД В СЕЛЬСКОМ СТИЛЕ			
	8	7. АРОМАТИЧЕСКИЕ РАСТЕНИЯ КРЫМА, КАВКАЗА, СРЕДНЕЙ АЗИИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА		8	6. ЛУКОВАЯ ПОЛЯНКА	
	9. САД АРОМАТОВ СРЕДИЗЕМНОМОРЬЯ		10. САД ДЕКОРАТИВНЫХ ОВОЩНЫХ РАСТЕНИЙ			
	11. ЛАВАНДОВАЯ РАБАТКА		11			
	12. АПТЕКАРСКИЙ ОГОРОД					
	ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЛЛЕЯ					

Рис. 1. Схема коллекционно-экспозиционного участка ароматических и малораспространенных овощных растений Донецкого ботанического сада

Fig. 1. A scheme of the collection and display area of aromatic and less distributed uncommon vegetable crops of the Donetsk Botanical Garden

задержания почвенной влаги и удаления всходов сорняков. Второй участок начали осваивать с 2013 г. Ранее на нем произрастала древесно-кустарниковая растительность, затем в течение 3-х лет он содержался под «паром». С 2018 г. агротехнические мероприятия на обоих участках ограничиваются поверхностной культивацией весной и осенью и ручной обработкой в течение сезона. Для поверхностного орошения растений вода централизованно подается из водоема ботанического сада. Полив проводили при длительном отсутствии атмосферных осадков и воздействии высоких температур, которые сдерживали нормальное развитие растений или вызывали гибель всходов.

Общая площадь коллекционно-экспозиционных участков новых малораспространенных кормовых, технических и лекарственных (для ветеринарного применения) растений (N 48°0'49", E 37°53'13") составляет 12 188 м². Из них 9 628 м² занимают коллекции и экспозиции, 2 560 м² – селекционный участок сортоиспытания кормовых растений (рис. 2, 3). На участках выращиваются 62 вида из 39 родов и 9 семейств малораспространенных кормовых растений, и 17 видов из 17 родов и 10 семейств технических растений. В таксономическом отношении преобладают представители семейств Роасеае – 27 % и Fabaceae – 21 %.

Пробы почв для проведения анализа были взяты с участков № 3 – опытный участок наблюдений за чиной крупноцветковой (*Lathyrus grandiflorus* Sibth. & Sm.) и № 4 – участок селекции и сортоиспытания многолетних кормовых растений, где выращиваются преимущественно виды семейства злаковые. Опытный участок чины крупноцветковой (№ 3) был заложен в 2018 г. Ранее на данном участке выращивались однолетние лекарственные и технические культуры. На участке применяется ежегодная весенняя культивация и ручная обработка. Участок селекции и сортоиспытания многолетних кормовых растений (№ 4) был введен в эксплуатацию в 2013 г. В течение полевого сезона здесь проводится 2–3-х кратная культивация мотоблоком и ручная обработка почвы, в т.ч. с 2019 г. применяется рыхление междурядий многолетних злаковых культур рыхлителем. На участках № 3 и № 4 растения содержатся в богарных условиях.

Определение содержания элементов минерального питания и оценка биологической активности почвенного микробоценоза позволили детализировать основные эдафические характеристики коллекционно-экспозиционных участков лаборатории интродукции культурных растений (табл. 2).

Таблица 2. Эдафическая характеристика коллекционно-экспозиционных участков лаборатории интродукции культурных растений Донецкого ботанического сада

№	Месяц	рН	Содержание гумуса (%)	Содержание элементов минерального питания мг/100 г		Интенсивность целлюлозолитической активности почв (%)
				N-NH ₄ ⁺	P ₂ O ₅	
1	Участок семенного размножения однолетних овощных и ароматических культур					
	Май	6,36	2,25	2,22	31,71	3,00
	Июль	6,95	1,06	1,73	17,95	37,00
	Октябрь	6,55	0,86	2,02	16,74	74,00
2	Сырьевые плантации и питомники ароматических растений					
	Май	6,43	2,69	1,38	23,09	3,00
	Июль	6,84	1,36	1,01	13,02	40,00
	Октябрь	6,60	1,28	1,31	12,22	70,00
3	Опытный участок <i>Lathyrus grandiflorus</i> Sibth. & Sm.					
	Май	6,04	2,96	1,25	28,33	5,00
	Июль	6,64	1,68	0,86	17,61	41,00
	Октябрь	6,35	1,31	1,31	16,42	77,00
4	Участок селекции и сортоиспытания многолетних кормовых растений					
	Май	6,25	2,20	1,51	10,94	3,00
	Июль	6,48	0,65	1,44	7,34	43,00
	Октябрь	6,40	0,49	1,57	6,94	74,00

АЛЛЕЯ СИРЕНИ ОБЫКНОВЕННОЙ				
А Л Л Е Я Б Е Р Е З Ы Б О Р О Д А В Ч А Т О Й	Участок сортов яблони декоративной			Участок тополя пирамидального
	Участок эхинацеи пурпурной (225 м²)	Однолетние лекарственные и технические культуры (316 м²)	Участок чины крупноцветковой (40 м²)	Участок лекарственных растений, применяемых в ветеринарии (802 м²)
	ПАР (1 240 м²)			
	Экспозиция «Сорта кормовых растений Донбасса» (62 м²)	Коллекция видов кормовых растений (842 м²)		Новый участок семенного возобновления технических и кормовых культур (250 м²)
	ПАР (2 994 м²)			
	ПАР (1 460 м²)			Многолетние технические и кормовые культуры (350 м²)
	Однолетние лекарственные культуры (330 м²)	Однолетние технические культуры (500 м²)		
	Участки природной флоры			
	ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЛЛЕЯ			

Рис. 2. Схема коллекционно-экспозиционного участка новых малораспространенных кормовых, технических и лекарственных (ветеринарного значения) растений Донецкого ботанического сада

Fig. 2. A scheme of the collection and display area of the new less distributed fodder, industrial and medicinal (veterinary use) plants of the Donetsk Botanical Garden

Известно, что для культивируемых растений предпочтительной является слабокислая или слабощелочная реакция почвенного раствора. Изучение сезонной динамики актуальной кислотности почвенного раствора (pH_{H_2O}) и общей засоленности опытных участков выявило наличие близкой к нейтральной или нейтральной реакции почвенного раствора. Это создает благоприятные условия для развития растений (значение pH изменялось в пределах различных участков в незначительном диапазоне значений как по сезонам, так и по участкам – от 6,04 до 6,95). По пока-

зателю засоленности все почвы определены нами как незасоленные (сумма солей не превышала значений 0,3 г/100 г почвы). Следовательно, количественные показатели содержания солей и pH почв участков благоприятны для произрастания растений.

Согласно В.Ф. Валькову (1986), плодородие почвы обуславливается комплексом факторов: обеспеченностью элементами питания, содержанием гумуса, условиями роста и развития растений и продуктивностью их фитомассы [3]. В результате длительной эксплуатации природного

Многолетняя травянистая многокомпонентная травосмесь (450 м ²)	
Кострец безостый (87 м ²)	Житняк гребенчатый (26 м ²)
Овсяница гигантская (116 м ²)	Эхинацея пурпурная (65 м ²)
Пырей удлиненный (87 м ²)	Сида обоопоя (26 м ²)
ПАР (1 264 м ²)	
Овсяница Регеля (145 м ²)	Китайбелля виноградолистная (26 м ²)
Однолетние кормовые культуры (342,5 м ²)	Пырей удлиненный (12 м ²)

Рис. 3. Схема селекционного участка кормовых растений
Fig. 3. A scheme of the selection area of the fodder plants

плодородия черноземов нарушен характерный круговорот биофильных веществ, баланс их стал отрицательным [8]. Поэтому увеличение продуктивности почв при сохранении и увеличении их плодородия остается одной из важнейших агроэкологических задач. Органическое вещество определяет структуру почвы, в значительной степени формирует ее физико-химические и обменные свойства и в определенной мере служит депо питательных элементов.

Проведенные исследования участков показали существенное снижение содержания органического вещества в почве по сравнению с данными прежних лет. В верхнем горизонте почвы опытных участков отмечено снижение количества гумуса в сезонной динамике (табл. 2). Установлено, что в весенний период по этому показателю почвы относятся к малогумусированным. Достоверных отличий по содержанию гумуса между участками не установлено. Количество органического вещества варьирует в пределах от 2,20 до 2,96 %. Наибольшее количество гумуса зафиксировано для участка № 3 с многолетними бобовыми растениями (2,96 %). В летний период отмечено преобладание процессов минерализации гумуса над его новообразованием, что привело к статистически достоверному снижению количества гумуса (в 2 и более раз) в почвах всех участков. Осенью не установлено статистически

достоверных различий содержания гумуса по сравнению с летним периодом – наименьшее количество органического вещества зафиксировано на участке № 4.

Азоту как одному из основных элементов минерального питания растений отводится важная роль в биохимии не только живых организмов, но и почв. Азот лучше всего усваивается при значениях pH более 6,0. Значения pH почв участков находились в пределах 6,04–6,95, что позволяет утверждать о значительной степени поглощения азота. Растения поглощают аммонийный азот как наиболее доступную форму. Наиболее активный его расход происходит летом, поскольку растения к началу летнего периода наращивают вегетативную массу. Наибольшее количество аммонийного азота отмечено в весенний период (максимальные показатели характерны для участка № 1 – $2,2 \pm 0,48$ мг/100 г почвы). По степени обеспеченности аммонийной формой азота все участки оцениваются как низко обеспеченные (табл. 2). К концу лета содержание аммонийного азота снижается, поскольку его основная часть расходуется в процессе вегетации растений. Осенью потребление данной формы азота происходит с меньшей интенсивностью, поэтому его количество практически возвращается к значениям, зафиксированным в весенний период.

Доступный для питания растений фосфор находится в почве в форме легкорастворимых фосфатов. Нами прослежена сезонная динамика содержания фосфора в почвах мониторинговых участков (табл. 2). Установлено наибольшее количество подвижного фосфора в почве первого мониторингового участка ($31,71 \pm 0,93$ мг/100 г почвы). Статистически достоверная разница по содержанию подвижного фосфора между участками № 1–3 отсутствует, эти участки отмечены как высоко обеспеченные фосфатами. Количество фосфора на участке № 4 снижено более чем в три раза (по сравнению с первым участком). Его содержание оценено как повышенное. Возможно, снижение количества подвижного фосфора на участке № 4 связано с продолжительным возделыванием культур без внесения удобрений. Летом на всех изученных участках нами зафиксировано снижение содержания фосфора (в среднем в 1,5–2 раза). Например, на участке № 1 количество подвижного фосфора снижается с 31,71 до 17,95 мг/100 г почвы, на третьем – с 28,33 до

17,64 мг/100 г почвы, что связано с особенностями потребления этого элемента различными культурами. Дальнейшее, хотя и не стремительное падение (по сравнению с летним периодом) зафиксировано осенью. Из анализа следует, что для изученных почв характерно повышенное и высокое содержание подвижных форм фосфора. Наряду с этим, сезонная динамика распределения фосфора показала постепенное снижение его концентрации в течение вегетационного сезона от наибольшего содержания весной до наименьшего – осенью.

Большое внимание в современных исследованиях уделяется изучению биогенного обмена химических элементов и интенсивности разложения растительных остатков в почвах как важнейших показателей состояния природных экосистем, изучению влияния природных и антропогенных факторов на процессы минерализации органического вещества. Как показывают исследования, значительная роль в разложении мортмассы и, следовательно, увеличении содержания гумуса в эдафотопе, отводится биогенным элементам – С, N и P, влиянию природно-климатических и антропогенных факторов, уровню кислотности почв, содержанию тяжелых металлов и токсичных веществ. Все это определяет состояние и обилие почвенных микробных сообществ, от которых зависит активность распада растительных остатков и введение их в круговорот питательных веществ [4, 6].

Анализ результатов определения сезонной динамики целлюлозолитической активности микроорганизмов (по способности к разложению ткани) показал, что интенсивность данного процесса на начальном этапе (май) практически не отличалась на всех участках и по шкале интенсивности разрушения целлюлозы оценивается как «очень слабая» (табл. 2). С увеличением длительности исследований в почвах участков с высоким уровнем агротехники скорость разрушения целлюлозы имеет практически линейный характер, увеличиваясь от «очень слабой» в мае (убывание массы ткани составляло 3–5 %) до «сильной» в сентябре (50–62 %), когда, по-видимому, наблюдается увеличение численности гетеротрофного деструкционного блока микробоценоза. На протяжении всего периода исследований не было установлено существенных различий в интенсивности целлюлозолитической активности в почвах монито-

ринговых участков, что, вероятнее всего, обусловлено сходными значениями общего проективного покрытия и большим суммарным объемом корневых систем растений.

Широко используемым в исследованиях информативным показателем микробиологической активности почвы является дыхание микроорганизмов. Интенсивность дыхания относится к лабильным признакам, но в то же время она тесно связана с суммарной биологической активностью и является показателем изменения скоростей процессов в сезонной динамике при изменении метеорологических условий, а также при загрязнении почв и др. В результате анализа показателей микробиологической активности почв ДБС получены следующие данные. Так, в весенний период наивысшая функциональная активность микробоценоза отмечена на участке размножения ароматических растений и селекционном участке злаковых кормовых растений, свидетельством чего являются максимальные значения интенсивности базального дыхания, тогда как в почвах других опытных участков оно было снижено в среднем в 1,9 раза (табл. 3). Наряду с этим, потенциал микробного сообщества участков № 2 и 4, оцениваемый по интенсивности субстрат-индуцированного дыхания, был более низким, чем на других участках. Вероятнее всего, это связано как с аллелопатическим влиянием корневых выделений ароматических растений на почвенную микрофлору, так и с обедненностью субстрата. О повышенной степени нарушения устойчивости микробного сообщества почвы данных участков по сравнению с участками № 1 и № 3 свидетельствуют значения коэффициента микробного дыхания Q_r и более низкие значения микробной биомассы почвы.

В летний и осенний периоды сохраняются отмеченные ранее закономерности изменения биологической активности почв по участкам, однако вследствие неблагоприятных климатических факторов, ведущим из которых является непосредственное содержание влаги в верхних горизонтах почвенного профиля, значения коэффициента микробного дыхания в почвах участков № 2 и № 4 возросли до 0,32–0,36, что по шкале устойчивости микробного сообщества, предложенной Е.В. Благодатской, соответствует «средней» степени нарушения [2]. Также на всех участках по сравнению с весенним периодом сни-

Таблица 3. Показатели микробиологической активности почв коллекционно-экспозиционных участков лаборатории интродукции культурных растений Донецкого ботанического сада

Месяц	V_{basal} , мг/100 г почвы за сутки	V_{sir} мг/100 г почвы за сутки	Q_r	C_{mic} (мкгC-CO ₂ /г почвы час)
Участок семенного размножения однолетних овощных и ароматических культур				
Май	9,3±0,25	93,0±0,58	0,10	155,5±0,96
Июль	7,6±0,16	69,0±0,58	0,11	115,5±0,96
Октябрь	9,0±0,15	98,0±0,42	0,10	142,6±0,74
Сырьевые плантации и питомники ароматических растений				
Май	18,7±0,67	65,7±1,20	0,29	109,9±2,01
Июль	13,4±0,45	41,7±1,20	0,32	73,3±2,01
Октябрь	16,3±0,32	62,1±0,54	0,26	103,1±2,87
Опытный участок <i>Lathyrus grandiflorus</i> Sibth. & Sm.				
Май	9,1±0,22	95,7±0,88	0,10	160,0±1,47
Июль	7,2±0,15	62,0±1,15	0,12	120,4±1,93
Октябрь	8,8±0,26	85,4±0,76	0,10	154,0±1,22
Участок селекции и сортоиспытания многолетних кормовых растений				
Май	16,7±0,12	59,1±1,20	0,28	83,2±2,01
Июль	14,5±0,09	40,3±1,45	0,36	64,4±2,42
Октябрь	15,9±0,14	55,8±1,07	0,29	89,8±1,63

Примечание: C_{mic} – микробная биомасса

зились значения базального, субстрат-индуцированного дыхания и микробной биомассы почвы. Осенью отмечено восстановление актуального и потенциального функционального состояния сообществ микроорганизмов в почвах всех исследованных участков, поскольку интенсивность микробного дыхания практически достигала аналогичных для весеннего периода значений.

На основании изучения содержания элементов минерального питания (аммонийного азота и фосфора), а также органического вещества можно констатировать общие черты в изменении этого показателя в динамике по разным участкам. Эта общая тенденция связана с различными факторами, в том числе такими как количество осадков и наличие продолжительного засушливого периода летом, расход различных элементов минерального питания на развитие вегетативной массы растениями и пр. Максимальные значения в течение вегетационного сезона по содержанию органического вещества характерны для опытного участка *L. grandiflorus* (№ 3), аммонийного азота и фосфора – участка семенного размножения однолетних овощных и ароматических культур (№ 1). Минимальные значения по содержанию органического вещества и фосфора были отмечены на участке селекции и сортоиспытания многолетних кормовых растений (№ 4). Почвы участка под сырьевые плантации и питомники

ароматических растений по основным характеристикам показали промежуточные значения. Полученные данные относительно увеличения целлюлозолитической и дыхательной активности микроорганизмов во второй половине вегетационного сезона, вероятно, обуславливаются как улучшением эдафических условий (снижение температуры и увеличение влажности почвы), так и наличием доступного для минерализации органического субстрата (поступление в грунт свежего растительного опада).

Выводы

Эдафические исследования четырех опытных участков лаборатории интродукции культурных растений позволили установить, что наибольшее количество аммонийного азота, фосфора и органического вещества на всех участках зафиксировано в начале вегетационного периода (май). Незначительное варьирование концентраций элементов минерального питания на разных участках может быть связано с особенностями выращивания различных культур, поскольку на их содержание влияет степень развития вегетативной массы, ее объем, однако и расход этих элементов идет интенсивнее. Микробиологические исследования выявили следующее: наивысшая активность почв и устойчивость микробных сообществ – на участках № 1 и № 3; степень наруше-

ния устойчивости микробных сообществ на остальных участках варьировала в пределах от «слабой» до «средней».

Оптимизацию эдафического состояния участков ДБС возможно осуществить путем формирования схемы севооборота, агротехническими мероприятиями, направленными на сохранение и восполнение органического вещества, внесения удобрений для обогащения почвы элементами минерального питания растений.

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
2. Благодатская Е.В. Оценка устойчивости микробных сообществ в процессе разложения поллютантов в почве // Почвоведение. 1996. N 11. С. 1341–1346.
3. Вальков В.Ф. Почвенная экология сельскохозяйственных растений. М.: Агропромиздат, 1986. 208 с.
4. Воробейчик Е.Л. Сезонная динамика пространственного распределения целлюлозолитической активности почвенной микрофлоры в условиях атмосферного загрязнения // Экология. 2007. N 6. С. 427–437.
5. Донецкий ботанический сад: история и современность / под общ. ред. Приходько С.А. Донецк: ООО «ИПП «Проминь», 2020. 324 с.
6. Жуйкова Т.В., Безель В.С., Жуйкова В.А., Чанкина О.В., Куценогий К.П. Химические элементы в процессе минерализации растительных остатков при загрязнении почвы тяжелыми металлами // Сибирский экологический журнал. 2013. N 2. С. 266–277.
7. Казеев К.Ш. Биологическая диагностика и интродукция почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 2003. 216 с.
8. Ковда В.А. Прошлое и будущее чернозема // Русский чернозем. М.: Наука, 1983. С. 253–280.
9. Ліси Донеччини: науково-інформаційний довідник / під ред. В.О. Бородавки. Луцьк, 2015. 400 с.
10. Межсакова В.А. Почвенно-климатические условия и земледелие Донбасса // Земледелие Донбасса. Донецк, 1973. С. 10–20.
11. Практикум по агрохимии / под ред. В.Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
12. Рекомендации по восстановлению продуктивности естественных кормовых угодий в Донбассе // Юрченко И.Т., Глухов А.З., Шевчук О.М., Купенко Н.П., Кохан Т.П., Лаврик А.Н., Галушко В.П. Донецк, 2001. 48 с.
13. Юрченко И.Т. Изучение действия химических мутагенов на суданскую траву: дис. ... канд. биол. наук. Донецк, 1972. 162 с.

Поступила в редакцию: 16.12.2020

UDC 631.4:633(477.62)

EDAPHIC CHARACTERISTICS OF PLOTS OF THE LABORATORY FOR INTRODUCTION OF CULTIVATED PLANTS OF THE DONETSK BOTANICAL GARDEN

D.V. Syshchykov, O.K. Kustova, I.V. Agurova, V.V. Kozub-Ptitsa, V.I. Dzhulay

Public Institution «Donetsk Botanical Garden»

Studies of experimental areas of the laboratory for cultivated plants introduction of the Donetsk Botanical Garden made it possible to quantify the main edaphic indicators of growth conditions and develop measures for optimal crop rotation pattern, facilitating preservation and replenishment of organic substances, and also soil enrichment with mineral elements. It was found that the largest amounts of ammonium nitrogen, phosphorus and organic matter in all areas were recorded at the beginning of plant vegetation season. The degree of disturbance in the resistance of microbial communities in trial plots varied in seasonal dynamics from «weak» to «medium». Variation of the concentration of mineral nutrients at different plots may be related to the physiology of different crops.

Key words: introduction, economically valuable plants, collection, edaphic parameters, cellulolytic soil activity