

Приложение 2

АГРАРЕН УНИВЕРСИТЕТ

Пловдив 4000; бул. Менделеев № 12; Тел. +359/32/654300; Факс +359/32/633157

www.au-plovdiv.bg

Факултет „РАСТИТЕЛНА ЗАЩИТА И АГРОЕКОЛОГИЯ“

Катедра „Микробиология и екологични биотехнологии“

Утвърждавам:

Декан:

(проф. д-р В. Харизанова)

ИНДИВИДУАЛЕН УЧЕБЕН ПЛАН

на

Теодора Великова Томова

Заповед № РД-16-15/31.01.2024 г.

Област на висшето образование	4. Природни науки, математика и информатика
Професионално направление	4.4. Науки за земята
Научна специалност	Екология и опазване на екосистемите
Форма на обучение	Редовно
Продължителност на обучение	3 години (01.02.2024 – 01.02.2027)
Тема на дисертационния труд	Проучване на почвения микробиом и на емисиите на парникови газове в сеитбообращение при различни типове торене
Научен ръководител/и или консултант	проф. д-р Стефан Шилев
Обсъден и приет на КС	Протокол № 3 / 27.02.24 г.
Утвърден на заседание на ФС	Протокол № 41 / 28.02.2024 г.

ОБЩ УЧЕБЕН ПЛАН

I. Учебна и преподавателска работа на докторанта Теодора Томова.

ПЪРВА ГОДИНА		
Дейност	Период	Кредити
Участие в обучителен курс	03-07.2024 г.	5
Участие в обучителен курс	09-12.2024 г.	5
Сума за I година		10
ВТОРА ГОДИНА		
Дейност	Период	Кредити
Участие в обучителен курс	09-12.2024 г.	5
Изпит по специалността	01-04.2025 г.	20
Сума за II година		25
ТРЕТА ГОДИНА		
Дейност	Период	Кредити
Преподавателска дейност	01-02.2026 г.	3
Сума за III година		3
Общо за учебната и преподавателска работа		38

II. Научноизследователска работа на докторанта.

Анотация

1. Актуалност на научната проблематика.

Изхранването на населението в световен мащаб е сериозен проблем поради стремителното увеличение на броя му и очакванията той да достигне около 9,8 млрд. през 2050 г. Заедно с това добивът от културите се увеличава непрекъснато, а почвите се изтощават и съдържанието на органична материя намалява. Управлението на почвеното здраве е в основата на осигуряване на устойчиви добиви, запазване и възстановяване на биоразнообразието, което изисква сериозно адресиране на този проблем в научните изследвания (Ray et al., 2020; GAP Report, 2018).

1.1. Почвено плодородие.

Поддържането на добър баланс на запасеност на почвите с органично вещество, запазването и повишаването на хранителни елементи в почвите чрез съвременните земеделски практики е съвкупност от технологични дейности по обработка на почвата, хидромелиоративни мероприятия, балансирано торене с минерални и органични торове, пестеливо използване на пестициди и връщане

в почвата на органични остатъци – преработени механично или компостирани. В тази връзка, Barea и сътрудници прилагат различни финансово ефективни подходи базирани на използването на микроорганизми при екологосъобразни земеделски практики (Barea et al., 2015).

Внасянето на торове е необходим фактор за интензивното земеделие, но също така е от критична важност за глобалното осигуряване на прехраната. Минералните и органичните торове повлияват значително почвения микробиом, а оттам и почвеното здраве. Добавянето на органична материя подобрява структурата на почвата, благоприятства формирането на хумуса, подобрява храненето на растенията. Органичните добавки могат да подобрят развитието на почвените микробни съобщества, да увеличат запасеността с хранителни елементи, да подобрят почвената структура, влагозадържаща ѝ способност и здраве, което има значение за растежа на растенията и качеството на продукцията, но и за намаляване използването на минерални торове (Shilev et al., 2019). Заедно с това, доставените хранителни вещества с минералното или органично торене не се използват изцяло от растенията. Една значителна част от тях остават в почвата и биха могли да попаднат в подолните почвени слоеве и да замърсят подпочвените води, особено в нитратно уязвими зони (Директива 2006/118/ЕО). Поради това, използването на сеитбообращения с уплътняване на земеползването с междинни култури и смесени такива, включително с бобови и тревни, може да е подходяща стратегия за оползотворяване на хранителни вещества в почвата (Prashar and Shah, 2016).

Известно е, че почвеният микробиом е ключов компонент в агроecosистемите, като не само има важна роля в основните почвени процеси и достъпността на различните вещества в почвата, но също така и активно участва във формиране на почвеното плодородие и добива от културите (Shilev et al., 2022). В тази връзка, изследването на системата почва-микробиом-растение дава възможност да се установят количествените и качествени изменения в микробиома под влияние на външни въздействия (Guttman et al., 2014; Nannipieri et al., 2018; Liang et al., 2020).

1.2. Почвеният микробиом и емисиите на парникови газове в условията на органично и минерално торене.

Микроорганизмите са един от най-важните участници в почвообразуването и в частност във формирането на хумуса и на тях се дължи над 80 % от почвеното плодородие (Whipps, 2001). Микроорганизмите развиващи са в ризосферата реагират на многобройните метаболити освободени от корените на растенията по положителен, отрицателен и неутрален начин, а тези взаимодействия могат да повлияят на растежа и развитието на растенията, да променят динамиката на хранителните вещества

и също така да променят поведението на растенията при стресови условия, включително при болести. Способността на растенията да отделят през корените си до 40% от техния фотосинтетично свързан въглерод води до селектиране на определени микробни съобщества и консорциуми в ризосферата, способни да усвояват отделените вещества като източници на енергия, въглерод, азот и т.н. (Guttman et al., 2014; Shilev et al., 2019).

Известно е, че интензивното земеделие има като следствие увеличени емисии на "парникови газове", което се дължи главно на интензивните обработки и химигацията. Необходимо е прилагане на практики, ограничаващи отделянето на тези газове от почвите, но и за запазване на органичното вещество в тях (Kumar and Dubey, 2020). Прилагането на намалени почвени обработки, директна сеитба, използване на междинни култури, вкл. азотфиксиращи, заравяне на растителни остатъци, с прихващане на С-емисии, запазване на органичния С и влагата в повърхностния почвен слой и т.н., както и органични добавки може да доведе до намалени емисии на тези газове (МОСВ, 2020).

Има различни подходи за изследване на състоянието на почвения микробиом. Част от тях са основани на дезинтегративния подход с изследване на култивируемите клетки на физиологичните групи микроорганизми. Активността на бактериите в почвата и физиологичното разнообразие на съобществата им се характеризират в пълнота чрез системата BIOLOGTM, Ecoplates[®] (Garland and Mills, 1991; Insam and Goberna, 2008). Тези екоплаки осигуряват чувствителен и надежден индекс на промените в околната среда. Количествените и качествени характеристики представляват метаболитен отпечатък на съобществата (Gomez et al., 2006) и се свързват пряко с промени извършващи се в почвите. В допълнение, почвените ензимни активности (дехидрогеназа, β -глюкозидаза, фосфатаза, арил-сулфатаза, уреаза и др.) отразяват трансформацията на веществата в почвата показвайки ролята на съобществата и ефекта от различни външни въздействия върху тях (Nannipieri et al., 2018).

1.3. Актуални въпроси.

Запасеността на почвите с биогенни елементи се определя чрез съдържанието на общ азот, органичен въглерод и общ фосфор, както и съотношението между органичен въглерод и общ азот. Тези показатели имат пряка връзка с почвеното плодородие и с храненето на растенията. България се намира сред страните с отрицателен до нулев баланс на органично вещество в сравнение с европейските обработваеми почви. Този факт сочи високи нива на отделяне спрямо поглъщане на почвен въглерод, което в бъдеще може да доведе до изтощаване на почвата и ниска активност на

почвените микроорганизми. В тази връзка, торенето с органични торове би могло да допринесе за подобряване на запасеността на почвата, но също така и да окаже въздействие върху почвения микробиом. Прилагането на биовъглен намалява степента на минерализация на въглерода и повишава улавянето му в почвата (Parageorgiou et al., 2021). В допълнение, внасянето на органични и минерални торове поставя въпроси свързани с отделянето на парникови газове, като CO_2 и N_2O и тяхната интензивност при различните системи на земеползване. Степента на въздействие на торенето (органично, минерално и орвано-минерално) все още не е напълно изяснена, особено при конкретните почвени типове и видове торове. Тези емисии са пряко свързани с почвения микробиом, неговото оцеляване, активност и възпроизводство, както и с типа сеитбообращение. Гореезложеното предполага запълване на празнините в научната литература свързани с поведението на микробните съобщества на почвата и взаимовръзката с отделените емисии в конкретните условия.

2. Цели и задачи.

2.1. Цел.

Целта на настоящия дисертационен труд е да се установят промените в почвения микробиом и в емисиите на парникови газове при сеитбообращение с различни типове торене. Нашата хипотеза е, че различните типове торене оказват различно влияние върху отделените парникови газове и почвения микробиом в тригодишно сеитбообращение.

2.2. Задачи.

За изпълнението на целта се поставят следните задачи:

1. Установяване на промените във физиологичните профили на почвения микробиом в сеитбообращението при различните култури и торене;
2. Проследяване на промените в активността и количеството на микробиома;
3. Проучване на промените в почвените физикохимични показатели;
4. Установяване на зависимостите между развитието на микробиома и физикохимичните показатели;
5. Изследване на почвените емисии на парниковите газове и връзката им с другите изследвани показатели;
6. Установяване промените в биометричните характеристики на растенията.

3. Методика на изследванията.

3.1. Обект на изследването.

Обект на изследването е почвеният микробиом в сеитбообращенията и отделените емисии на парникови газове. Неговото охарактеризиране ще се извърши с описаните по-долу методи и апарати. При необходимост, с цел задълбочаване на изследванията е възможно да се пристъпи към допълнителни подходи.

3.2. Експериментална постановка.

Дисертационният труд е част от проект финансиран от ФНИ и ще се реализира на опитното поле на ИПАЗР „Пушкарров“ в землището на с. Цалапица, общ. Родопи. Опитното поле е с дългогодишни изследвания по отношение внасянето на органични и минерални торове, което е предпоставка за по-доброто управление на опита. Ще се използват варианти на опита с минерално торене, компост, комбинация от компост и минерален тор, както и нетретирани контрола. Първата култура в сеитбообращението ще е сладка царевица (*Zea mays*, var. *saccharata*), следвана от зимуваща тревна смеска. Всеки вариант ще се състои от четири повторения при рандомизирана блок-схема.

4. Изследвани показатели, използвани методи и апаратура.

- Биометрични показатели на растенията;
- Свежа и суха маса;
- Почвени физикохимични показатели (pH, EC, Alef and Nannipieri, 1995; Общ N, БДС EN 13342:2003; N-NH₄, ISO5664; N-NO₃, ISO7898; P, БДС EN ISO 6878:2005; K, Mg, БДС EN ISO 11260:2011; обща и разтворима органичен въглерод);
- Почвени ензимни активности (дехидрогеназа, β-глюкозидаза, фосфатаза, арил-сулфатаза или уреаза; Alef and Nannipieri, 1995);
- Изследване на физиологичното профилиране на почвените микробни съобщества (система Biolog, MicroLog, Ecoplates; Garland and Mills, 1991; Insam and Goberna, 2008);
- Активност и биомаса на почвения микробиом (базово и субстрат-индуцирано почвено дишане; Alef, 1995);
- Брой к.о.е. от различни физиологични групи микроорганизми (Alef and Nannipieri, 1995).

Списък на използваната литература.

- Alef, K. 1995. Soil respiration, In: Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry; Alef, K., Nannipieri, P. (Eds.) Academic Press: Cambridge, MA, USA, 214-219.
- Alef, K., Nannipieri, P. 1995. Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. Alef, K., Nannipieri, P. (Eds.), Academic Press: Cambridge, MA, USA.
- Barea, J.M., 2015. Future challenges and perspectives for applying microbial biotechnology in sustainable agriculture based on a better understanding of plant microbiome interactions. J. Soil Sci. Plant Nutr. 15 (2), 261–282.

- GAP Report, 2018. Global Agricultural Productivity Report (GAP Report) Global Harvest Initiative. Washington. Available at: https://globalagriculturalproductivity.org/wpcontent/uploads/2019/01/GHI2018-GAP-Report_FINAL-10.03.pdf (assessed December 15, 2023).
- Garland, J.L. and Mills, A.L. (1991) Classification and Characterization of Heterotrophic Microbial Communities on the Basis of Patterns of Community-Level Sole-Carbon-Source Utilization. *Applied and Environmental Microbiology*, 57, 2351-2359.
- Gomez, E., Ferreras, L., Toresani, S. (2006). Soil bacterial functional diversity as influenced by organic amendment application. *Bioresource Technology*, 97(13): 1484-1489, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.06.021>.
- Guttman, D., McHardy, A.C., Schulze-Lefert, P. (2014). Microbial genome-enabled insights into plant microorganism interactions. *Nat Rev Genet* 15: 797–813.
- Insam, H., M. Goberna (2008). Use of Biolog for the community level physiological profiling (CLPP) of environmental samples. *Mol. Microb. Ecol. Manag.* 452: 853–860.
- Kumar, A., Dubey, A., 2020. Rhizosphere microbiome: engineering bacterial competitiveness for enhancing crop production. *J. Adv. Res.* 24, 337–352.
- Liang, J., Tang, S., Gong, J., Zenga, G., Tang, W., Song, B., Zhang, P., Yang, Z., Luo, Y., (2020), Responses of enzymatic activity and microbial communities to biochar/compost amendment in sulfamethoxazole polluted wetland soil. *Journal of Hazardous Materials*, 385, 121533.
- Nannipieri, P., Trasar-Cepeda, C., Dick, R.P. 2018. Soil enzyme activity: A brief history and biochemistry as a basis for appropriate interpretations and meta-analysis. *Biology Fertility of Soils*, 54, 11–19.
- Prashar, P., Shah, S. 2016. Impact of fertilizers and pesticides on soil microflora in agriculture. *In: Sustainable Agriculture Reviews*, Lichtfouse, E. (Ed.), Springer Switzerland, 978-3-319-26776-0.
- Ray, P., Lakshmanan, V., Labbé, J.L., Craven, K.D., 2020. Microbe to microbiome: a paradigm shift in the application of microorganisms for sustainable agriculture. *Front. Microbiol.* 11, 622926
- Shilev, S., Azaizeh, H., Vassilev, N., Georgiev, D., Babrikova I. 2019. Interactions in soil-microbe-plant system: adaptation to stressed agriculture. pp.131-171. *In: Singh, D.P., Gupta, V.K., Prabha, R. (Eds.) Microbial Interventions in Agriculture and Environment, Volume 1: Research Trends, Priorities and Prospects. Springer Singapore. DOI: 10.1007/978-981-13-8391-5_6, ISBN: 9789811383915.*
- Shilev, S., Mitova, I., Kuncheva, V., Dinev, and Kabaivanova, L. 2022. Distribution of Soil Microorganisms in Field under Potatoes due to Fertilizer and Organics. *Indian Journal of Agricultural Research*. 56(4), pp. 401-407. DOI: 10.18805/IJARE.A-669.
- Whipps, J.M. (2001). Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. *J Exp Bot*, 52: 487–511.
- Papageorgiou, A., Azzi, E.S., Enell, A., Sundberg, C. 2021. Biochar produced from wood waste for soil remediation in Sweden: carbon sequestration and other environmental impacts *Sci. Total Environ.*, 776, 145953.
- Директива 2006/118/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 12 декември 2006 година за опазване на подземните води от замърсяване и влошаване на състояние.
- МОСВ. 2020. Национална програма за опазване, устойчиво ползване и възстановяване функциите на почвите (2020 – 2030 г.), accessed 20.02.2024.

Методичен план		
ПЪРВА ГОДИНА		
Дейност	Период	Кредити
Изготвяне на библиографска справка	03-10.2024 г.	5
Научноизследователска работа	02-12.2024 г.	10
Участие в научна конференция	10-12.2024 г.	5
Приет годишен отчет	01.2025 г.	10
Сума за I година		30
ВТОРА ГОДИНА		
Дейност	Период	Кредити
Научноизследователска работа	02-12.2025 г.	20
Публикуване на научна статия	04-06.2025	30
Участие в научна конференция	05-07.2025 г.	5
Приет годишен отчет	01.2026 г.	10
Сума за II година		65
ТРЕТА ГОДИНА		
Дейност	Период	Кредити
Научноизследователска работа	02-12.2026 г.	20
Участие в научна конференция	04-07.2026 г.	5
Публикуване на научна статия	02-06.2026 г.	30
Приет годишен отчет	01.2027 г.	10
Сума за III година		65
Общо за научноизследователската работа		160
Общо за курса		198

Научен ръководител:
(проф. д-р Стефан Шилев)

Докторант:
(Теодора Томова)