

Цифров идентификатор на обекта (DOI): [10.22620/agrisci.2023.36.007](https://doi.org/10.22620/agrisci.2023.36.007)

## ЗАВИСИМОСТ ОТ НАПРЕЖЕНИЕТО НА ЛИСТНИ ТОРОВЕ С ИМУНОРЕГУЛИРАЩИ СВОЙСТВА НА ОСНОВАТА НА КАМЕННО БРАШНО, ВОДНИ РАЗТВОРИ

Доньо Х. Гънчев

Селскостопански университет – Пловдив, България.  
Електронен адрес на автора: [d\\_ganchev@au-plovdiv.bg](mailto:d_ganchev@au-plovdiv.bg)

### Резюме

Беше изследвана електрическата проводимост на няколко тора на основата на каменно брашно с изразена имунорегулираща активност, измерена като пад на напрежението при въздействие на електрически ток с ниско напрежение 5 волта (DC и AC) върху техния разтвор в дестилирана вода. В проведените опити като контроли бяха използвани твърда и мека чешмяна вода (с 196 и 65 ppm CaCO<sub>3</sub> твърдост), 1% разтвори в дестилирана вода на NaCl и CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O и 0,1% разтвор на прилепител от органосиликон. Резултатът показва, че твърдата вода, разтворите на NaCl и CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O и разтворите на торове със съдържание на фулвинови киселини могат да причинят пад на напрежението на електрическия ток. Същите резултати са получени за тора на основа на K<sub>2</sub>O, SiO<sub>2</sub>, Cu, въпреки че други продукти с подобно съдържание не предизвикват понижаване на напрежението. Нямаше разлики в опитите, извършени с прав (DC) и променлив (AC) ток.

**Ключови думи:** торове, реакция на имуностимулиране (ISR), електричество, напрежение, твърдост на водата

### ВЪВЕДЕНИЕ

Електрическите свойства на агрохимическите разтвори не са добре проучени, въпреки че те играят важна роля за тяхното действие и ефективност, особено когато за приготвянето на разтвори за третиране се използва много твърда вода. За подобряване на ex-situ биоремедиацията на почви беше използван електрически ток и бяха оценени ефектът от различните приложени напрежения (0,33 – 1,0 V/cm) и ефектът на неорганични (NPK) торове върху електрокинетичната биоремедиация на почвата. Резултатите показват, че при прилагане на напрежение 0,33, 0,67 и 1,0 V/cm биостимулацията с електричество може да бъде много ефективна (Agarry, 2017). Балансирано ниво на подхранване за растението се осигурява чрез управление на рН и електропроводимостта на разтвора на тора в зависимост от рН и електропроводимостта на почвата (Kaur & Kumar, 2013). Перспективното направление в интензификацията на обработването на животински отпадъци е създаването на

специално образуван импулсен високоволтов електрически разряд в обема на течността, под чието въздействие микробната флора – бактерии и гъбички загива интензивно (Спиридонов и др., 2022). С използване на специфичен електрически апарат за наторяване беше изследван механизмът на въздействието на електрическото поле върху физико-химичните характеристики на почвата. Предварителното заключение е, че под въздействието на електричество могат да се спестят количества химически торове (Yaqin et al., 1993), а калиево торене без хлорид може да се осъществи чрез електродиализна метатеза (Han et al., 2018). Твърдата вода създава много проблеми при домашна и промишлена употреба включително в областта на агрохимикалите, причинявайки промени в ефективността на торове, пестициди и промотори на имуностимулирането. (Imai et al., 1997; Roskamp, 2012; Tharp & Sigler, 2013; Devkota & Johnson, 2016). Електрическият потенциал от 6, 12 и 24 V може да се използва за определяне на твърдостта на водата вместо химическа обработка (Malakootian et al., 2010), а също и за намиране на твърдостта на водата

(Bhattacharjee et al., 2013). Твърдата вода може да повлияе и на агрохимическите добавки като прилепители и ударни елементи (Hudson, 1934; DeBoer & Larson, 1961; Osorio et al., 2005), а твърдостта на водата може да се определи чрез различни физически и химически методи и уреди (Capitan-Vallvey et al., 2003; Bhattacharjee et al., 2014; Bouhoun et al., 2021). Чувствителността на агрохимическите продукти не се определя лесно особено при сложни продукти на естествена основа, които са допълнително подсилени с различни прилепители за пръскане.

В настоящото изследване беше изследван прост метод за решаване на този проблем чрез използване на стандартен електронен (цифров) мултицет, който е широко разпространен като уред и е икономически достъпен с множество приложения в областта на електрониката и електричеството и много други научни области, включително медицината и селското стопанство (Gonulol et al., 2008; Chen & Wang, 2018; Shadrin et al., 2019; Zhu et al., 2021).

## МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

В настоящото изследване бяха изпитани няколко неорганични/органични тора на основата на каменно брашно с имуностимулираща активност:

- Panamin Agro – със следното съдържание на неорганични химикали: SiO<sub>2</sub> – 29,29%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,05%; K<sub>2</sub>O – 0,65%; MgO – 3,23%; MgCO<sub>3</sub> – 6,76%; +/- (1,2% + 3). В DC режим: разделителна CaO – 30,5%; CaCO<sub>3</sub> – 54,54%; Cu – 0,0008%; Zn – 0,0015% и Fe – %. pH = 8,8
- Panamin Suspension – със следното съдържание на неорганични химикали: CaO – 30,5% и MgO – 3,23%. pH = 8,8
- Panamin Immuno Active – със следното съдържание на неорганични химикали: CaO – 16,5% и MgO – 10,2%. pH = 6,8
- Panator Immuno Active+ – със следното съдържание на неорганични химикали: CaO – 13%, MgO – 8% and Cu – 5,5%. pH = 6,8
- Panator Immuno Safe – със следното съдържание на неорганични химикали: K<sub>2</sub>O – 9,5%; SiO<sub>2</sub> – 20,5% и Cu – 0,3%. pH = 10,5
- Panator Fulvic Max – със следното съдържание

на неорганични и органични химикали: натриев фулват – 23%; фулвинови киселини – 11,5%; хуминови киселини – 9,2%; K<sub>2</sub>O – 2,3%; аминокиселини 3,5% и екстракт от водорасли – 5,8%. pH = 7,5

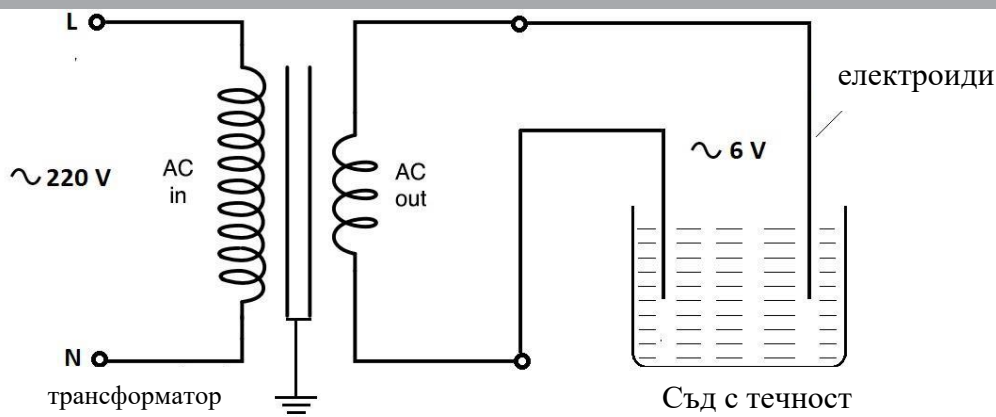
- Panator Alga Max – със следното съдържание на неорганични и органични химикали: екстракт от водорасли – 50%, аминокиселини – 10%, органичен въглерод – 2,1%. Микроелементи: Fe – 0,12%; Mn – 0,06%; B – 0,04%; Zn – 0,04%, Cu – 0,02% и Mo – 0,004%. pH = 4,8

- Panator Fulvic Start – със следното съдържание на неорганични и органични химикали: фулвинови и хуминови киселини – 20%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 5% и l-аминокиселини – 5%. Микроелементи: Zn – 0,5%, Mn – 0,5%, Cu – 0,2% и Mo – 0,05%. pH = 6,5

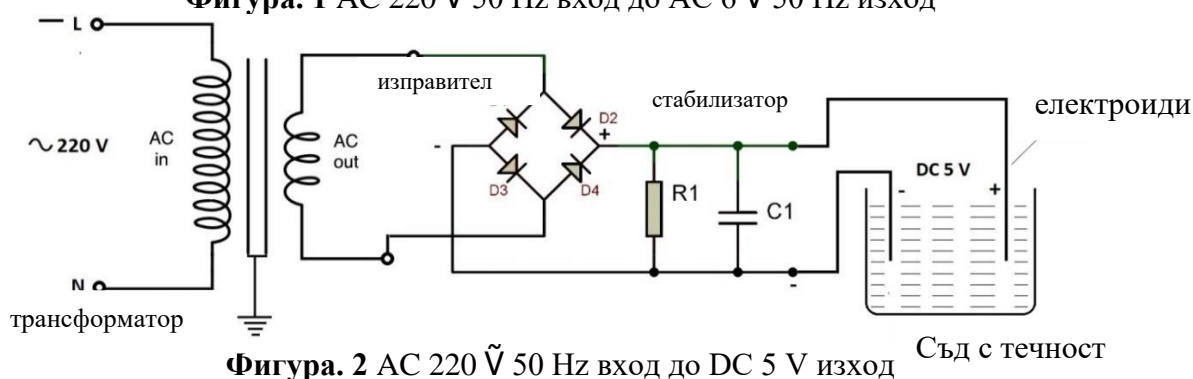
В проведените опити беше бяха използван електрически ток (променлив (AC) и постоянен (DC)) с напрежение 6 волта AC и 5 волта DC. За променлив ток (AC) беше използван електрически трансформатор 220 V 50 Hz входяща мощност, монофазен трансформатор AC EI41 с феритна сърцевина, 6 AC V 50 Hz изход – Фигура.1

За прав ток беше използван преобразувател с вход 220-230 AC  $\checkmark$  50 Hz до 5 V DC изход – Фигура.2

За провеждане на AC/DC ток в опитните разтвори бяха използвани два медни проводника (диаметър 2 mm), потопени в опитните разтвори. За измерване на AC/DC напрежението на електродите беше използван електронен мултицет UT131C. В AC режим: разделителна способност 0,1 V; точност 0,05%; +/- (1,2% + 3). В DC режим: разделителна способност 0,01 V; точност +/- (0,7% + 3). Като контролни варианти в проведените опити бяха използвани дестилирана вода, и разтвори в дестилирана вода на 1% NaCl и CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O. Всички опитни разтвори също бяха приготвени с дестилирана вода при регистрирани концентрации.



Фигура. 1 AC 220 V 50 Hz вход до AC 6 V 50 Hz изход



Фигура. 2 AC 220 V 50 Hz вход до DC 5 V изход

Процентното отклонение спрямо дестилирана вода беше изчислено по формулата:

Процентно отклонение спрямо дестилирана вода =  $\left( \frac{\text{Напрежение на опитния разтвор}}{\text{Напрежение на дестилирана вода}} \right) \cdot 100 - 100$

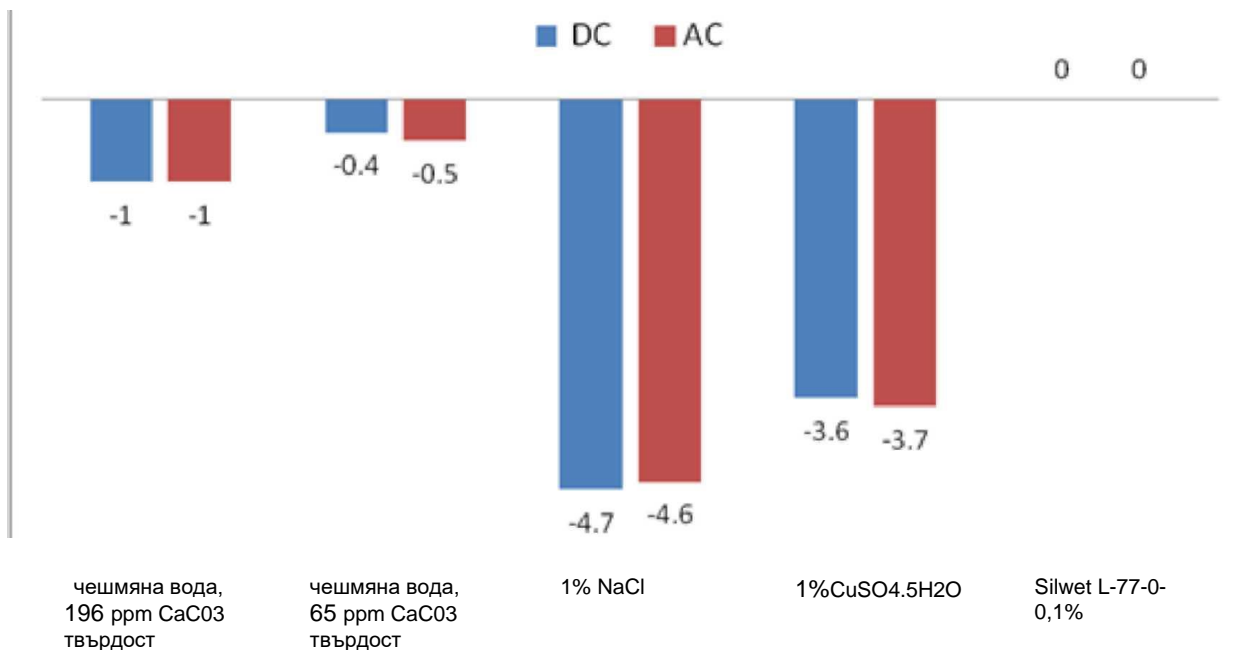
Твърдостта на водата беше измерена със стандартен цветен тестер Supreme –T-WH в единици ppm CaCO<sub>3</sub>.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Първите проведени опити бяха извършени с дестилирана вода, твърда чешмяна вода (с твърдост 196 CaCO<sub>3</sub> твърдост) и мека чешмяна вода (с твърдост 65 ppm CaCO<sub>3</sub>) и разтвор на прилепители. Прилепители от органосиликон Silwet L-77 с което означава, че подобни продукти не са регистрирана концентрация 0,1%. Водният чувствителни към твърдостта на водата. Нямаше разлики в опитите, извършени с прав (DC) и дестилирана вода. Бяха изпитани и 1% разтвори на NaCl и CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O в дестилирана вода. Резултатите са представени на фигурата по-долу (Фигура.3)

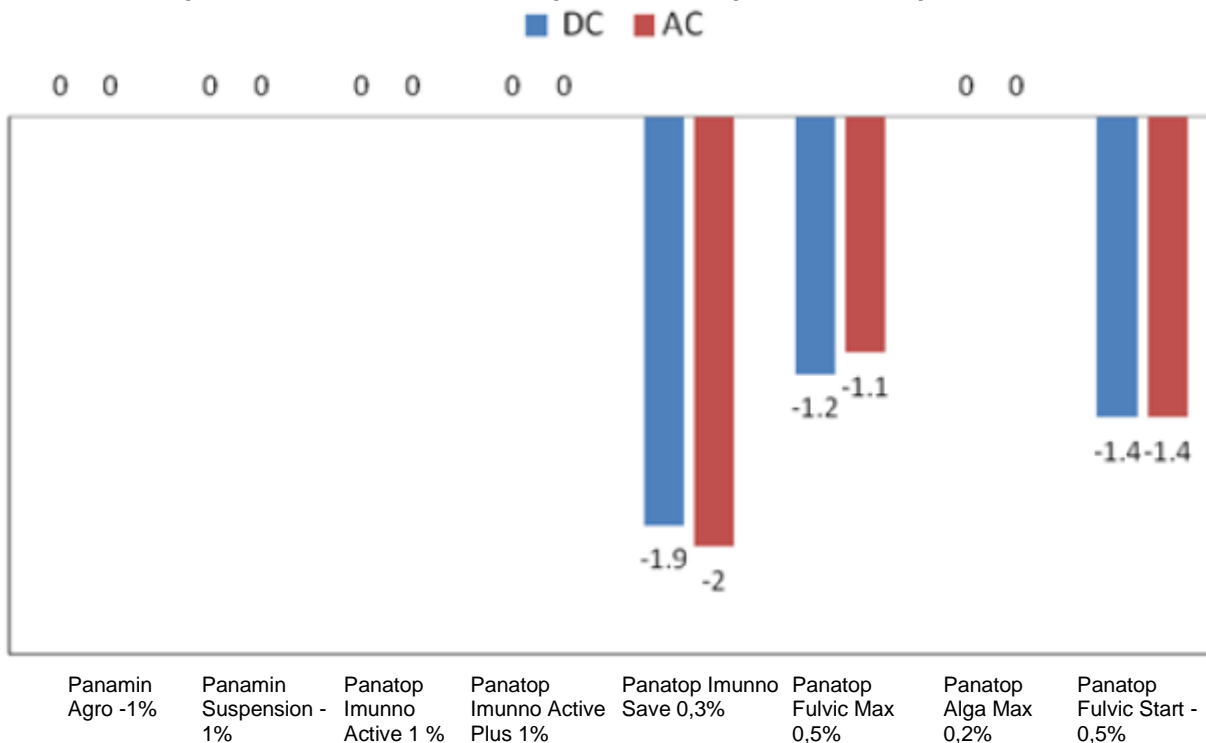
При потапянето на електродите в дестилирана вода измереното електрическо напрежение беше 5 волта за постоянен ток и 6 волта за променлив ток. Нямаше разлики в напрежението, когато електродите не бяха потопени в развора. От фигурата по-горе обаче се вижда, че когато електродите бяха потопени в твърда вода, напрежението спадна с 1% заради твърдостта на водата. В мека чешмяна вода падът на напрежението е само 0,4-0,5%. Когато електродите бяха потопени в разтвор на типични електролити като NaCl и CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, падът на напрежението беше значителен (4,6-4,7% за NaCl и 3,6-3,7% за CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O). На следващата фигура 4 са представени резултатите от опитите, проведени с изпитваните торове.

Процентно изменение на напрежението спрямо дестилирана вода



Фигура 3. Процентно изменение на напрежението спрямо дестилирана вода

Процентно изменение на напрежението спрямо дестилирана вода



Фигура 4. Процентно изменение на напрежението спрямо дестилирана вода

На фигурата по-горе резултатите потвърждават, че няма разлики в измереното напрежение при DC и AC. От изпитваните продукти разтворите в дестилирана вода на Panator Imunno Safe, Panator Fulvic Max и Panator Fulvic Start причиниха пад на напрежението: -1,9-2% за Panator Imunno Safe, -1,4% за Panator Fulvic Start и -1,1-1,2% за Panator Fulvic Max. Резултатите за Panator Fulvic Max бяха идентични със стойностите, получени с твърда вода (196 ppm CaCO<sub>3</sub>) и бяха изненадващи поради факта, че този продукт съдържа калиев фулват - химикал, за който е установено, че намалява (елиминира) твърдостта на водата (Mohamed et al., 2017; Zhou et al., 2018). Другите пет продукта не причиняват пад на напрежението (т.е. идентично действие с дестилирана вода), въпреки че Panator Imunno Safe, който показва по-голям пад на напрежението, съдържание подобно на Panamin Agro, който не промени електрическото напрежение. Същите резултати получихме за Panator Imunno Active+, въпреки че този продукт съдържа 5,5% мед. Всички съдържащи фулвинови киселини опитни продукти обаче проявиха активност, която намали напрежението.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведеното изпитване показва, че три от изпитваните продукти: Panator Imunno Safe, Panator Fulvic Start и Panator Fulvic Max проявяват електрическа активност, измерена като пад на напрежението. След това техните разтвори в дестилирана вода бяха повлияни с електрически ток с ниско напрежение от 5 волта за постоянен ток и 6 волта за променлив ток и проявиха електролитна активност и съответно чувствителност към твърдостта на водата. Изпитваната твърда вода (196 ppm CaCO<sub>3</sub>) прояви идентична електрическа активност като тази на Panator Fulvic Max. В проведените опити опитният органосилокенов прилепител (който е неполярен тип ПАВ) логично не прояви никаква електрическа активност. Използваните в това изследване

метод могат да бъдат широко приложими в селскостопанската практика поради простотата на използваните електрически уреди и достъпността и цената на измервателния уред мултицет.

## РЕФЕРЕНЦИИ

- Agarry, S. E. (2017). Enhanced ex-situ bioremediation of soil contaminated with petroleum refinery waste effluents by biostimulation through electrokinetics and inorganic fertilizer (Ускорена ex-situ биоремедиация на почва, замърсена с отпадни води от петролни рафинерии чрез биостимулация през електрокинетиката и неорганични торове). *Nigerian Journal of Technology (Нигерийски журнал за технологии)*, 36(2), 534-542.
- Bhattacharjee, T., Jiang, H., & Behdad, N. (2013, ноември). Sensor design for water hardness detection (Конструкция на датчици за определяне на твърдостта на водата). В *SENSORS (ДАТЧИЦИ)*, IEEE, 1-4.
- Bhattacharjee, T., Jiang, H., & Behdad, N. (2014). A fluidic colorimetric sensor design for water hardness detection (Конструкция на флуиден колориметричен датчик за определяне на твърдостта на водата). *IEEE sensors Journal (Журнал датчици на IEEE)*, 15(2), 819-826.
- Bouhoun, M. L., Blondeau, P., Louafi, Y., & Andrade, F. J. (2021). A paper-based potentiometric platform for determination of water hardness (Хартиена потенциометрична платформа за определяне на твърдостта на водата). *Chemosensors (Хемодатчици)*, 9(5), 96.
- Capitán-Vallvey, L. F., Fernández-Ramos, M. D., de Cienfuegos Gálvez, P. A., & Santoyo-Gonzalez, F. (2003). Characterisation of a transparent optical test strip for quantification of water hardness (Характеризиране на прозрачна оптична

- тестова лента за количествено определяне на твърдостта на водата). *Analytica chimica acta*, 481(1), 139-148.
- Chen, Y. S., & Wang, J. Y. (2018). Computer vision-based approach for reading analog multimeter (Базиран на компютърно зрение подход за отчитане на аналогов мултицет). *Applied Sciences (Приложни науки)*, 8(8), 1268.
- DeBoer, L. M., & Larson, T. E. (1961). Water hardness and domestic use of detergents (Твърдост на водата и домашна употреба на перилни препарати). *Journal-American Water Works Association (Журнал на американската водопроводна асоциация)*, 53(7), 809-822.
- Devkota, P., & Johnson, W. G. (2016). Glufosinate efficacy as influenced by carrier water pH, hardness, foliar fertilizer, and ammonium sulfate (Ефикасност на глюфозинат, повлияна от рН на водата носител, твърдостта, листния тор и амониевия сулфат). *Weed Technology (Технология на плевелите)*, 30(4), 848-859.
- Gonulol, E., Polat, R., Ulger, P., Kayisoglu, B., Kuscu, H., Toruk, F., & Polat, C. (2008). Stray voltage problems in dairy farms and effects on animal behavior (Проблеми с паразитните напрежения в млечните ферми и ефекти върху поведението на животните). *Philippine Agricultural Scientist (Филипински селскостопански учен)*, 91(4), 251.
- Han, X., Yan, X., Wang, X., Ran, J., Wu, C., & Zhang, X. (2018). Preparation of chloride-free potash fertilizers by electro dialysis metathesis (Приготвяне на безхлоридни калиеви торове чрез електродиализна метатеза). *Separation and Purification Technology (Технология за сепариране и пречистване)*, 191, 144-152.
- Hudson, H. W. (1934). Soap Usage and Water Hardness (No. 13) (Използване на сапун и вода Твърдост (№ 13)). Department of Registration and Education, State Water Survey (Отдел за регистрация и образование, Държавно водно проучване).
- Imai, T., Tsuchiya, S., & Fujimori, T. (1997). Effect of water hardness on the activity of insecticidal soap for the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) (Влияние на твърдостта на водата върху действието на инсектицидният сапун срещу зелената прасковена листна въшка *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)). *Applied entomology and zoology (Приложна ентомология и зоология)*, 32(1), 245-246.
- Kaur, B., & Kumar, D. (2013). Development of automated nutrients composition control fertigation system (Разработване на автоматизирана поливна система за контрол на състава на подхранващите вещества). *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications (Международен журнал за компютърни науки, инженерство и приложения)*, 3(3), 67.
- Malakootian, M., Mansoorian, H. J., & Moosazadeh, M. (2010). Performance evaluation of electrocoagulation process using iron-rod electrodes for removing hardness from drinking water (Оценка на ефективността на процеса на електрокоагулация с помощта на електрод от железен прът пръчка за елиминиране на твърдостта на питейната вода). *Desalination (Обезсоляване)*, 255(1-3), 67-71.
- Mohamed, M. F., Essawy, H. A., Ammar, N. S., & Ibrahim, H. S. (2017). Potassium fulvate-modified graft copolymer of acrylic acid onto cellulose as efficient chelating polymeric sorbent (Модифициран с калиев фулват присаден кополимер на акриловата киселина върху целулоза като ефективен хелатиращ полимерен сорбент). *International journal of biological macromolecules (Международен журнал за биологични макромолекули)*, 94, 771-780.
- Osorio, V. K., de Oliveira, W., & El Seoud, O.

- (2005). Hard water and soft soap: dependence of soap performance on water hardness. A classroom demonstration (Твърда вода и мек сапун: зависимост на ефективността на сапуна от твърдостта на водата. Демонстрация в класна стая). *Journal of chemical education (Журнал за обучение по химия)*, 82(2), 257.
- Roskamp, J. M. (2012). *The influence of water pH, water hardness, and co-applied herbicides and fertilizers on the efficacy of selected herbicides* (Doctoral dissertation, Purdue University) (Влияние на рН на водата, твърдостта на водата и съвместно прилаганите хербициди и торове върху ефикасността на избрани хербициди (докторска дисертация, университет Пърдю).
- Шадрин, Д., Меншиков, А., Ермилов, Д., и Сомов, А. (2019). Designing future precision agriculture: Detection of seeds germination using artificial intelligence on a low-power embedded system (Проектиране на бъдещо прецизно земеделие: Определяне на покълването на семена с помощта на изкуствен интелект във вградена система с ниска мощност). *IEEE sensors Journal (Журнал датчици на IEEE)*, 19(23), 11573-11582.
- Спиридонов, А. Б., Анисимова, К. В., Главатских, Н. Г. и Поробова, О. Б. (2022). Using the electrohydraulic impact method to obtain manure fertilizers (Използване на метода на електрохидравличното въздействие за получаване на оборски торове). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (В серия от конференции на IOP: Наука за земята и околната среда)*. 949 (1).
- Tharp, C., & Sigler, A. (2013). *Pesticide performance and water quality (Ефективност на пестицидите и качество на водата)*. Montana State University Extension (Филиал на Монтанския държавен университет). Налично на: [https://lewisclark.msuextension.org/documents/MSU\\_Pesticide\\_Performance\\_and\\_Water\\_Qual.pdf](https://lewisclark.msuextension.org/documents/MSU_Pesticide_Performance_and_Water_Qual.pdf) (достъп на 2 януари 2021 г.).
- Yaqin, W., Bo, G., Yinghong, D., Shaoqing, D., Yingxian, L., Hongxi, L., & Daolin, M. (1993). Mechanism of electric field on physical and chemical properties of soil (Действие на електрическото поле върху физическите и химическите свойства на почвата). *Journal of Northeast Forestry University (Журнал на Североизточния университет по лесотехника)*, 4, 77-81.
- Zhou, X., Essawy, H. A., Mohamed, M. F., Ibrahim, H. S., & Ammar, N. S. (2018). Grafting polymerization of acrylic acid onto chitosan-cellulose hybrid and application of the graft as highly efficient ligand for elimination of water hardness: Adsorption isotherms, kinetic modeling and regeneration (Присаждане на полимер на акриловата киселина върху хитозан-целулозен хибрид и приложение на присадката като високоефективен лиганд за елиминиране на твърдостта на водата: адсорбционни изотерми, кинетично моделиране и регенерация). *Journal of Environmental Chemical Engineering (Журнал за екологична инженерна химия)*, 6(2), 2137-2147.
- Zhu, L., Lv, Z., Yin, Z., Li, M., & Tang, D. (2021). Digital multimeter-based point-of-care immunoassay of prostate-specific antigen coupling with a flexible photosensitive pressure sensor (Базиран на дигитален мултицет имуноанализ на място за лечение на специфично за простатата антигенно свързване с гъвкав фоточувствителен датчик за налягане). *Sensors and Actuators B: Chemical (Датчици и задвижвания B: химически)*, 343, 130121.