

---

# МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

---

## MELIORATION AND SOIL FERTILITY

УДК 631.6:631.45:633.18

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.29>

---

### ВПЛИВ ТРИВАЛОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ НА ВЛАСТИВОСТІ ТЕМНО-КАШТАНОВОГО СОЛОНЦЮВАТОГО ҐРУНТУ

---

**Вожегов С.Г.** – д.с.-г.н., с.н.с.,

вчений секретар,

Інститут рису Національної академії аграрних наук України

**Дудченко К.В.** – к.с.-г.н.,

завідувач лабораторії гідротехніки, меліорації

та агроеліоративного моніторингу,

Інститут рису Національної академії аграрних наук України

Тривале використання ґрунтів для вирощування сільськогосподарських культур, як із використанням зрошення, так і без нього призводить до зміни основних ґрунтових процесів, їх інтенсивності та направленості, що в свою чергу, знижує родючість ґрунту та провокує розвиток деградаційних процесів. Метою дослідження є вивчити вплив довготривалого сільськогосподарського використання на родючість темно-каштанового солонцюватого ґрунту за різних меліоративних умов (рисова зрошувальна система, зрошення дощуванням, без зрошення). Для досягнення поставленої мети було визначено щільність складення ґрунту, структурно-агрегатний склад, аніонно-катионний склад водної витяжки ґрунту, вміст гумусу, легкогідролізованого азоту, рухомих сполук фосфору та калію на 3-х варіантах дослідів/ Вивчення фізичних властивостей темно-каштанового солонцюватого ґрунту демонструє найвищі значення щільності складення на ділянці рисової сівозміни, ґрунти, що зрошувались дощуванням та не зрошувались є менш ущільненими. За вмістом повітряно сухих агрономічно цінних агрегатів стан ґрунту усіх дослідних ділянок є незадовільним. За вмістом водостійких агрегатів – ґрунт рисової сівозміни характеризується незадовільним станом, стан ґрунту, що не зрошувався недостатньо задовільний, ґрунт, що зрошувався дощуванням характеризується добрим станом. Дослідження сольового режиму підтверджують промивну дію зрошення на ґрунти – ґрунт із зрошуваних ділянок (рисова сівозміна та зрошення дощуванням) є незасоленим до 1,0 м, глибше – слабозасолений, а профіль ґрунту, що не зрошувався характеризується як незасолений до глибини 2,0 м. Частка токсичних солей у ґрунті рисової сівозміни збільшується з глибиною на 12%, а в ґрунті, що не зрошується знижується на таку ж величину. Середнє значення відсотку токсичних солей у шарі 0-2,0 м на всіх досліджених ділянках приблизно однакове. Вміст гумусу в орному шарі темно-каштанового солонцюватого ґрунту рисової сівозміни є низьким, з ділянок що зрошувались дощуванням та не зрошувались – середній. Вміст легкогідролізованого азоту на всіх дослідних ділянках класифікується, як високий, рухомих сполук фосфору та калію є підвищеним. Результати дослідження ілюструються значне зниження родючості темно-каштанового солонцюватого ґрунту за тривалої експлуатації у рисовій сівозміні та розсолуючої і промивної дії зрошення. Високий рівень агротехніки, обґрунтоване використання добрив не спричиняє зниження родючості ґрунту.

**Ключові слова:** ґрунт, зрошення, родючість, структурно-агрегатний склад, сольовий режим, гумус, макроелементи.

---

***Vozhegov S.G., Dudchenko K.V. The impact of long-term agricultural use on the properties of dark chestnut solonetzic soil***

*Long-term use of soils for growing crops, with irrigation and without it leads to changes of intensity and direction of basic soil processes. It results in soil fertility reduce and provokes the development of degradation processes. The aim of the investigation is to study the impact of long-term agricultural use in different reclamation conditions (rice irrigation system, sprinkling irrigation, without irrigation) on the fertility of dark chestnut solonetzic soil. Soil density, structural-aggregate composition, anionic-cationic composition of aqueous soil extract, humus content, easily hydrolyzed nitrogen, mobile compounds of phosphorus and potassium were determined in 3 variants of the experiment. The physical properties of dark chestnut solonetzic soil show the highest values of the density in the area of rice crop rotation, soils of the irrigated and not irrigated areas are less compacted. The content of dry agronomical valuable aggregates in the soils of all research conditions is unsatisfactory. The content of water-resistant aggregates in the rice crop rotation soil is unsatisfactory, in the not irrigated soil is not satisfactory enough, the sprinkling irrigated soil is characterized by good condition. Salt regime confirms the leaching effect of irrigation on soils. Soil from irrigated areas (rice crop rotation and sprinkler irrigation) is unsalted to 1.0 m, deeper – slightly saline. Non-irrigated soil profile is unsalted to a depth of 2.0 m. The share of toxic salts in the soil of rice crop rotation increases with depth by 12%, and in non-irrigated soil decreases by the same amount. The average value of the percentage of toxic salts in the layer of 0-2.0 m in all studied areas is approximately the same. The content of humus in the arable layer of dark chestnut solonetzic soil of rice crop rotation is low, from other areas – medium. The content of easily hydrolyzed nitrogen, mobile phosphorus and potassium in all research sites is high. The results illustrate a significant decrease in the fertility of dark chestnut solonetzic soil during long-term use in rice crop rotation, flushing acting of irrigation. High level of agricultural technology, reasonable use of fertilizers does not reduce soil fertility.*

**Key words:** soil, irrigation, fertility, structural-aggregate composition, salt regime, humus, macroelements.

**Постановка проблеми.** Тривале використання ґрунтів для вирощування сільськогосподарських культур, як із використанням зрошення, так і без нього призводить до зміни основних ґрунтових процесів, їх інтенсивності та направленості. Різні види зрошення здійснюють негативний вплив на ґрунт наслідком чого є вторинне засолення, осолонцювання, ущільнення, дегуміфікація. Будь-яка сільськогосподарська діяльність людини створює меліоративне навантаження на ґрунтовий покрив, призводить до розвитку процесів деградації, що веде до зниження його родючості і продуктивності. Зазвичай це відбувається через несприятливий хімічний склад зрошувальної води, підйом рівня підґрунтових вод, недотримання сівозміни та недостатній рівень агротехніки [1-3].

Найбільше меліоративне навантаження на ґрунт створює вирощування рису в умовах затоплення. Велика зрошувальна норма (близько 15 тис. м<sup>3</sup>/га), підтримання шару води на полі протягом 3-х місяців, постійні експлуатаційні планування поверхні чеків спричиняють зміни характеру і направленість біологічних, хімічних і фізико-хімічних процесів, що призводить до формування специфічних ґрунтів, які називаються «рисовими» (paddy soils) або акваземами. Довготривале вирощування рису призводить до глибокого розсолонення, розсолонцювання, розкладання органічної частини ґрунту, створює нетиповий водно-повітряний та сольовий режими ґрунтів, знижує вміст гумусу [4-6].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вітчизняними та закордонними вченими проводяться дослідження впливу різних видів зрошення на родючість ґрунтів різних зон. Зрошення дощуванням призводить до переміщення поживних речовин по профілю ґрунту та його розсолонення [7, с. 104]. Значного поширення зараз набуло краплинне зрошення, яке має економічні переваги перед дощуванням за вирощування просапних культур та багаторічних насаджень, але також здійснює негативний вплив, формуючи сольові мішки в зоні крапельниць та підвищуючи строкатість ґрунтового покриття [8, с. 7; 9, с. 10-12].

Для контролю якісного стану ґрунтового покриву використовують показники вмісту солей, поглинутого натрію, доступного азоту, рухомого фосфору та калію, рН, щільність ґрунту, вміст гумусу [10, с. 696; 11, с. 320; 9, с. 10, 12]. Обов'язковим є дослідження агрофізичних властивостей ґрунту, які зазнають істотних змін під впливом зрошення, що проявляються у знеструктуренні орного шару, зростанні брилястості, зниженні вмісту агрономічно-цінних агрегатів, ущільненні та зниженні пористості і водопроникності [13, с. 74].

Дослідження підтверджують, що високий рівень агротехніки, дотримання сівозміни, обґрунтоване використання мінеральних та органічних добрив на фоні зрошення водою I класу якості у довготривалій перспективі не призводить до зниження родючості ґрунтів [9, с. 13; 11, с. 320].

**Постановка завдання.** Метою дослідження є вивчити вплив довготривалого сільськогосподарського використання на родючість темно-каштанового солонцюватого ґрунту за різних меліоративних умов (рисова зрошувальна система, зрошення дощуванням, без зрошення).

Дослідження проведено на території Інституту рису НААН та ДП «ДГ Інституту рису НААН» (с. Антонівка, Скадовський р-н, Херсонська обл.), що знаходяться в зоні сухого Степу України. Клімат регіону, де було проведено дослідження помірно-континентальний, посушливий. Сума активних температур коливається від 3000 до 3800°C. Річна сумарна радіація становить 100–200 ккал/см<sup>2</sup>, а радіаційний баланс – 40–55 ккал/см<sup>2</sup>. Середньорічна кількість опадів становить 300–400 мм, а випаровуваність 800–1000 мм. Атмосферне зволоження за гідротермічним коефіцієнтом складає 0,5–0,7. Безморозний період триває від 155 до 210 днів [14, с. 98–142].

Дослідження впливу вирощування рису проводилось на рисовій зрошувальній системі (РЗС). Зрошувальна мережа відкрита, канали облицьовані залізобетонними плитами, дренажно-скидна мережа – відкрита, канали із земляним руслом. На дослідній РЗС використовують сівозміну із наповненістю рисом не більше 50%.

Вплив зрошення дощуванням вивчався на закритій зрошувальній системі, для зрошення використовуються дощувальні машини ДФ 120 «Дніпро». На ділянках, що зрошуються дощуванням та використовуються без зрошення використовують зернову сівозміну. В умовах зрошення дощуванням та без зрошення сільськогосподарські культури вирощували за загальноприйнятими технологіями. Всі дослідні ділянки використовуються для вирощування сільськогосподарських культур понад 60 років.

Ґрунтовий покрив дослідних ділянок представлено темно-каштановим солонцюватим важкосуглинковим ґрунтом у комплексі і з солонцями [15, с. 169–191]. Для зрошення використовують воду Олександрівського магістрального каналу (джерело р. Дніпро), яка відповідає I класу якості.

Відбір зразків ґрунту для дослідження сольового режиму ґрунтів проводили методом суцільної колонки кожні 20 см до 1 м, та кожні 50 см на глибині 1–2 м. Для визначення структурно-агрегатного складу, вмісту макроелементів, гумусу в орному шарі ґрунту відбирали змішані зразки, методом конверту (0–20 см).

Сольовий склад водної витяжки ґрунту визначали методом водної витяжки (ДСТУ 7908:2015, ДСТУ 7909:2015, ДСТУ 7943:2015 – ДСТУ 7945:2015), рН потенціометрично (ДСТУ 7910:2015), гіпотетичний склад солей – за Н.І. Базилевич та Е.І. Панковою (ДСТУ 7827:2015). Вміст макроелементів у ґрунті – згідно Методи аналізів ґрунтів і рослин, Харків 1999 (легкогідролізований азот

за Тюриним-Коновою), вміст рухомих сполук фосфору за модифікованим методом Мачигіна (ДСТУ 4114-2002). Структурно-агрегатний склад орного шару ґрунту ситовим методом у модифікації Н.І. Саввінова (ДСТУ 4744:2007). Щільність складення ґрунту на суху масу визначали до глибини 1,0 м, кожні 10 см ядерним методом (ДСТУ ISO 11272-2001).

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Антропогенний вплив на ґрунти за найбільш короткої строк, змінює їх механічні характеристики у поверхневих шарах. Щільність складення ґрунту збільшується, залежно від меліоративного навантаження, основними факторами впливу якого є зрошення та механічний обробіток ґрунту [16].

Найбільш ущільненим є ґрунт рисової сівозміни, середнє значення даного показнику у шарі 0-100 см становить  $1,45 \text{ г/см}^3$ . Темно-каштановий солонцюватий ґрунт, що зрошувався дощуванням є менш ущільненим – середнє значення щільності складення –  $1,38 \text{ г/см}^3$ , в умовах без зрошення, середнє значення даного показнику становить  $1,34 \text{ г/см}^3$  (рис. 1). За класифікацією Н.А. Качинського, ґрунт рисової сівозміни та ґрунт, що зрошується дощуванням у поверхневих шарах є дуже ущільненими, ґрунт, що використовується без зрошення у шарі 0-10 см має оптимальний стан, а глибше також є дуже ущільненим.

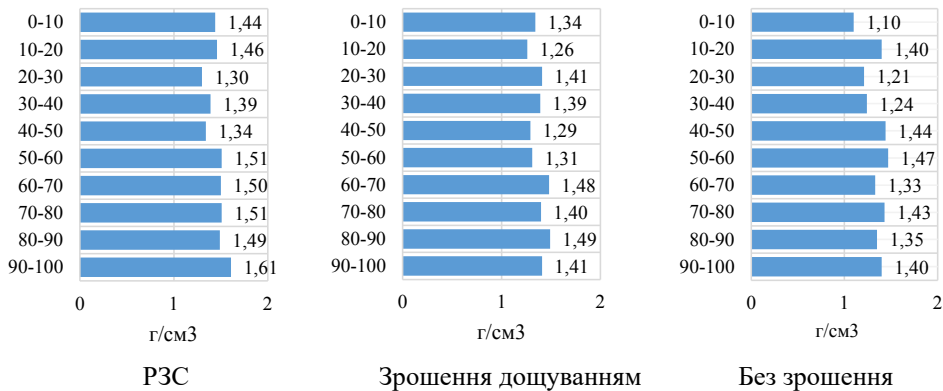


Рис. 1. Щільність складення темно-каштанового солонцюватого ґрунту, що експлуатується у різних меліоративних умовах

З глибиною досліджуваній показник зростає в ґрунті рисової сівозміни до 11,24% та в ґрунті, що використовувався без зрошення до 21,30%. У ґрунті, що зрошується дощуванням дана тенденція не відслідковується, у п'яти з десяти досліджених шарів ґрунту зафіксовано зменшення щільності складення з глибиною до 11,56% (рис. 1). Щільність складення ґрунту рисової сівозміни перевищує даний показник ґрунту, що використовувався без зрошення на величину від -7,56% (шар 40–50 см) до 23,74% (шар 0–10 см). ґрунт, що зрошується дощуванням характеризується нижчими значеннями щільності, порівняно з незрошуваним на 1,90–12,70% у шарах 10–20 см, 40–60 см і 70–80 см, у інших шарах ґрунту перевищує на 0,37–17,85%.

Аналіз структурно-агрегатного складу орного шару ґрунту за різних меліоративних умов свідчить, що вміст повітряно-сухих агрономічно-цінних агрегатів (за шкалою С.І. Долгова, П.У. Бахтіна), тобто фракції 10,0-0,25 мм, по всіх трьох варіантах коливався в межах 23,70–37,50%, що свідчить про незадовільний

стан темно-каштанового солонцюватого ґрунту в усіх досліджених меліоративних умовах. Коефіцієнт структурності для умов без зрошення становить 0,32, за зрошення дощуванням – 0,31, в умовах рисової сівозміни – 0,60.

Оцінка водостійкості структурних агрегатів за методом М.І. Савінова, тобто вміст фракції >0,25 мм (рисова сівозміна – 16,92%, зрошення дощуванням – 52,58%, без зрошення – 28,14%), свідчить про незадовільний стан ґрунту рисової сівозміни, недостатньо задовільний стан ґрунту, що не зрошувався, ґрунт, що зрошувався дощуванням характеризується добрим станом. Коефіцієнт водостійкості за умов рисової сівозміни становить 0,17, без зрошення – 0,28, при зрошенні дощуванням – 0,53.

Зрошення впливає на сольовий режим ґрунтів, при створенні промивного водного режиму ґрунту (рисові зрошувальні системи) відбувається розсолення всього ґрунтового профілю, дощування ж впливає лише на поверхневі шари ґрунту. Ключову роль у процесі розсолення ґрунтів відіграють режим підґрунтових вод та ступінь дренажності території. Сільськогосподарське використання ґрунтів, навіть без зрошення, змінює якісний склад солей. Довготривале використання ґрунтів для вирощування рису призводить до накопичення хлоридів, сульфатів, солей натрію та магнію у поверхневих шарах, розвитку процесу осолонцювання [17].

Результати дослідження сольового складу темно-каштанового солонцюватого ґрунту, що експлуатується в різних меліоративних умовах демонструє вимивання солей з шару 0–100 см у нижче лежачі горизонти за рахунок зрошення (табл. 1). Так, на ділянках, що зрошуються дощуванням і РЗС зафіксовано підвищення за профілем вмісту легкорозчинних солей на 0,12–0,13%. Вміст токсичних солей у ґрунті РЗС також збільшується з глибиною від 70,00% до 81,82% від загального вмісту. В ґрунті, що зрошується дощуванням така тенденція відсутня, токсичні солі розподілені більш рівномірно по профілю, і в середньому становлять 77,21%, що перевищує даний показник на ділянці РЗС (74,89%). На дослідній ділянці, що не зрошувалась вміст легкорозчинних солей незначно зростає з глибиною (на 0,03%), в той час як відсоток токсичних солей – знижується з 90,91% до 78,57% (середнє значення – 77,47%).

Таблиця 1

**Тип та ступінь засолення темно-каштанового солонцюватого ґрунту за різних меліоративних умов**

Глибина, см	Вміст солей, %		Тип засолення		Ступінь засолення
	токсичних	загальний	за аніонним складом	за катіонним складом	
Рисова зрошувальна система					
0-20	0,07	0,10	СдС	Н	незасолений
20-40	0,10	0,13	СдС	Н	незасолений
40-60	0,11	0,15	Сд	МН	незасолений
60-80	0,10	0,15	СдС	КН	незасолений
80-100	0,14	0,19	СдС	Н	незасолений
100-150	0,18	0,22	СдС	Н	слабозасолений
150-200	0,18	0,22	СдС	Н	слабозасолений
Зрошення дощуванням					
0-20	0,10	0,12	СдС	НМ	незасолений

Продовження таблиці 1

20-40	0,11	0,14	СдС	МН	незасолений
40-60	0,13	0,17	СдС	Н	незасолений
60-80	0,08	0,12	СдС	МН	незасолений
80-100	0,14	0,17	СдС	Н	незасолений
100-150	0,19	0,26	С	КН	слабозасолений
150-200	0,20	0,25	С	Н	слабозасолений
Без зрошення					
0-20	0,10	0,11	С	Н	незасолений
20-40	0,10	0,12	С	Н	незасолений
40-60	0,08	0,12	СдС	КН	незасолений
60-80	0,09	0,12	СдС	КН	незасолений
80-100	0,11	0,14	СдС	МН	незасолений
100-150	0,09	0,13	СдС	МН	незасолений
150-200	0,11	0,14	Сд	Н	незасолений

(СдС – содово-сульфатний, Сд – содовий, С – сульфатний, Н – натрієвий, МН – магнієво-натрієвий, КН – кальцієво-натрієвий)

Тип засолення за аніонним складом, на всіх дослідних ділянках, здебільшого содово-сульфатний. За катіонним складом тип засолення однорідний (натрієвий) лише на ділянці РЗС, на інших ділянках чергуються шари з натрієвим, кальцієво- та магнієво-натрієвим. За ступеню засолення ґрунт, що не зрошувався незасолений до глибини 2,0 м, ґрунти, що зрошувались є незасоленими до глибини 1,0 м, глибше – слабозасолені (табл. 1).

Вміст доступних для рослин форм поживних елементів (азоту, фосфору та калію) та гумусу є одними з основних показників, що характеризуються родючість ґрунтового покриву. Найменш родючим є ґрунт РЗС, який характеризується низьким вмістом гумусу, ґрунт, що зрошувався дощування та використовувався без зрошення характеризуються середнім вмістом гумусу в орному шарі (табл. 2).

Таблиця 2

**Вміст макроелементів та гумусу в шарі 0–20 см темно-каштанового солонцюватого ґрунту за різних меліоративних умов**

Умови експлуатації	Легкогідролізований азот, мг/кг	Рухомий фосфор, мг/кг	Рухомий калій, мг/кг	Гумус, %
Рисова зрошувальна система	71,92	30,52	298,7	1,96
Зрошення дощуванням	86,30	30,59	226,5	2,45
Без зрошення	87,90	26,64	232,1	2,09

Найнижчий вміст легкогідролізованого азоту зафіксовано на ділянці РЗС, хоча за ДСТУ 4362:2004 даний показник на всіх дослідних ділянках класифікується, як високий. Вміст рухомих сполук фосфору та калію незначно різняться на досліджуваних масивах і є підвищеним.

**Висновки.** Результати дослідження свідчать, що довготривале використання ґрунту для вирощування сільськогосподарських культур змінює його фізичні та фізико-хімічні показники. Чим більшим є меліоративне навантаження, тим

помітніші зміни зафіксовано. Вивчення фізичних властивостей темно-каштанового солонцюватого ґрунту демонструє найвищі значення щільності складення на ділянці РЗС (1,45 г/см<sup>3</sup>), ґрунти, що зрошувались дощуванням (1,38 г/см<sup>3</sup>) та не зрошувались (1,34 г/см<sup>3</sup>) є менш ущільненими. За вмістом повітряно сухих агрономічно цінних агрегатів стан ґрунту усіх дослідних ділянок є незадовільним. За вмістом водостійких агрегатів – ґрунт рисової сівозміни характеризується незадовільним станом, стан ґрунту, що не зрошувався недостатньо задовільний, ґрунт, що зрошувався дощуванням характеризується добрим станом.

Зрошення впливає на сольовий режим ґрунту та спричиняє вимивання легкорозчинних солей з шару 0-100 см у нижче лежачі горизонти. Частка токсичних солей у ґрунті РЗС збільшується з глибиною на 12%, а в ґрунті, що не зрошується знижується на таку ж величину. Середнє значення відсотку токсичних солей у шарі 0-200 см на всіх досліджених ділянках приблизно однакове. Тип засолення за аніонним складом, на всіх дослідних ділянках, здебільшого содово-сульфатний, за катіонним складом неоднорідний (натрієвий, кальцієво- та магнієво-натрієвий). За ступеню засолення ґрунт, що не зрошувався незасолений до глибини 2,0 м, ґрунти, що зрошувались є незасоленими до глибини 1,0 м, глибше – слабозасолені.

Вміст гумусу в орному шарі темно-каштанового солонцюватого ґрунту із РЗС є низьким, з ділянок що зрошувались дощування та не зрошувались – середній. Вміст легкогідролізованого азоту на всіх дослідних ділянках класифікується, як високий, рухомих сполук фосфору та калію є підвищеним.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ромащенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. Київ : Світ, 2000. 114 с.
2. Національна програма охорони ґрунтів України / за наук. ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва, М. М. Мірошниченка. Харків : Смуґаста типографія, 2015. 58 с.
3. Черемисин А.Ю., Черемисин А.А., Плотников С.А. Уплотнение орошаемых почв под воздействием сельскохозяйственных машин. *Машины и оборудование*. 2013. №4 Т. 3. С 156-160. doi: 10.12737/2198.
4. Tuma K., K. Kawaguchi The classification of soils under rice cultivation (paddy soils). *Ann. edafol. agrohiol.* 1967. V. 26.
5. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Учебное пособие / М.И. Герасимова и др. ; под Г.В. Добровольского. Москва : Ойкумена, 2003. 270 с.
6. Edwards, J., Santos-Medellín, C., Nguyen, B., Kilmer, J., Liechty, Z., Veliz, E., Ni, J., Phillips, G., Sundaresan, V. Soil domestication by rice cultivation results in plant-soil feedback through shifts in soil microbiota. *Genome Biol.* 2019. 20. P. 221. doi.: 10.1186/s13059-019-1825-x.
7. Kachi, N., Kachi, S., Bousnoubra, H. Effects of irrigated agriculture on water and soil quality (case perimeter Guelma, Algeria). *Soil & Water Res.* 2016. 11 (2). P. 97–104. doi: 10.17221/81/2015-SWR.
8. Фомічов М. В. Системи зрошування як економічна категорія та їх ефективність. *Ефективна економіка*. 2019. №3. С. 1-7. doi: 10.32702/2307-2105-2019.3.153
9. Рябков С.В., Діденко Н.О., Новачок О.М. Вплив краплинного зрошення за різних систем удобрення та якості води на екологічні функції ґрунтів. *Вісник Уманського НУС*. 2020, №2. С. 9-13. doi: 10.31395/2310-0478-2020-2-9-13.
10. Adejumbi, M. A., Awe, G. O., Abegunrin, T. P., Oyetunji, O. M., Kareem, T. S. Effect of irrigation on soil health: a case study of the Ikere irrigation project in Oyo State, southwest Nigeria. *Environ. Monit. Assess.* 2016. 188(12). P. 696. doi: 10.1007/s10661-016-5628-1.

11. H. Sun, X. Zhang, X. Liu, X. Liu, Z. Ju and L. Shao. The long-term impact of irrigation on selected soil properties and grain production. *Journal of Soil and Water Conservation*. 2018. 73 (3). P. 310-320; doi: <https://doi.org/10.2489/jswc.73.3.310>.
  12. Abdulrasoul M. Al-Omran, A. R. Al-Harbi, Mahmoud A. Wahb-Allah, Mahmoud Nadeem, Ali Al-Eter. Impact of irrigation water quality, irrigation systems, irrigation rates and soil amendments on tomato production in sandy calcareous soil. *Turk Tarim ve Ormancilik Dergisi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2013. doi:10.3906/tar-0902-22.
  13. Малєєв В.О., Лисюк В.М., Безпальченко В.М. Вплив зрошення на екологію чорноземів південних Херсонської області. *Екологічні науки*. 2019. 24(1). Т. 1. С. 71-75. doi: <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-1-24-1-12>
  14. Рис в Україні : колективна монографія. за ред. д В.А. Сташука, А.М. Рокочинського, Л.М. Грановської. Херсон : Грінь Д.С. 2014. 976 с.
  15. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України: навчальний посібник / М. І. Полупан та ін. Київ/ 2005. 304 с.
  16. Медведєв В. В., Булигін С. Ю., Вітвіцький І. В. Агро-фізика ґрунту. Київ : НУБіП України/ 2018. 272 с.
  17. Кропивко С.М., Турченко В.О. Формування водного режиму та сольового балансу рисової карти-чека під впливом зрошувача-скиду. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28/ № 1. С. 95-98. doi: 10.15421/40280119.
-