



Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 631.1:631.192

© 2019

ОБГРУНТУВАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЗРОШЕННЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМУ ЛІСОСТЕПУ З УРАХУВАННЯМ ТЕНДЕНЦІЙ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Р.В. Сайдак¹, Я.П. Цвей², Ю.О. Тараріко³

¹кандидат сільськогосподарських наук

²доктор сільськогосподарських наук, професор

³доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН

^{1,3}Інститут водних проблем і меліорації НААН

вул. Васильківська, 37, м. Київ, 03022, Україна

²Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна

e-mail: ¹agroresurs@bigmir.net, ²tsvey_isb@ukr.net, ³urtar@bigmir.net

Надійшла 13.08.2019

Мета. Здійснити аналіз кліматичних змін у центральній частині Лісостепу, обґрунтувати доцільність відновлення і розширення зрошуваних меліорацій. **Методи.** Оцінку змін агрометеорологічних ресурсів території здійснювали методом математико-статистичного аналізу комплексних показників умов тепловологозабезпечення: кліматичний водний баланс і гідротермічний коефіцієнт. Дані стаціонарного дослідження обробляли методами системного узагальнення, кореляційного, економічного, розрахунково-порівняльного аналізів. **Результати.** Клімат регіону визначається достатнім рівнем забезпечення тепловими ресурсами та нестійким зволоженням. У результаті стійкого підвищення температурного режиму забезпеченість активними температурами повітря підвищилася від 2880°C до 3300–3500°C, сумарний річний дефіцит водного балансу збільшився до 150 мм. Унаслідок цього в регіоні у 32% випадків, тобто 3 роки з 10-ти, спостерігаються сильно та середньо посушливі умови вегетаційного періоду. Коливання метеорологічних умов за роками безпосередньо впливає на рівень урожайності польових культур, зокрема пшениці озимої і буряків цукрових. Роки з високою урожайністю сільськогосподарських культур характеризуються близьким до оптимального рівнем природного вологозабезпечення. Установлено, що коефіцієнт варіації урожайності пшениці озимої за роками залежно від попередника і фону удобрення може досягати 39, буряків цукрових — 41%. **Висновки.** У лісостеповій зоні забезпечити повніше використання потенціалу наявних агрометеорологічних (тепло, світло) і хіміко-техногенних ресурсів можна за умови регулювання водного режиму з обов'язковим урахуванням

інших факторів, що визначають високий рівень ефективної родючості ґрунту. Так, природний фон чорнозему типового глибокого малогумусного в Правобережному Лісостепу забезпечує продуктивність пшениці озимої на рівні 4 т/га. За поліпшення умов живлення і зволоження максимальна врожайність культури підвищується в 1,7 раза, а за оптимізації усіх факторів вона може бути збільшена в 2,5 раза.

Ключові слова: агрометеорологічні ресурси, пшениця озима, продуктивність, оптимізація, вологозабезпечення.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201912-09>

Дослідженнями останніх десятиліть, проведеними в НМЦ «Водні ресурси і меліорація», і зокрема в Інституті водних проблем і меліорації НААН, доведено, що меліоровані території зон зрошення і осушення України характеризуються досить високим агроресурсним потенціалом [1–6]. За усередненими багаторічними даними, продуктивність зональних сівозмін на природному фоні родючості органогенних і мінеральних ґрунтів Полісся за основною і побічною продукціями відповідно становить 40 і 45 к. од. ц/га, у Степу на чорноземі звичайному — 30 ц к. од./га. З поліпшенням поживного режиму цих ґрунтів продуктивність типових сівозмін зростає і становить відповідно 65, 75 і 40 ц к. од./га, оптимізація сівозміни і поживного режиму забезпечує 90, 100 і 50 ц к. од./га. На меліорованих землях додаткове регулювання водно-повітряного режиму органогенного ґрунту дає змогу отримувати 140 ц к. од./га, мінерального — 150, чорнозему звичайного в Степу — 130 ц к. од./га [7–10].

Водночас були проведені дослідження щодо тенденцій змін клімату в різних ґрунтово-кліматичних зонах України [11, 12]. Якщо в Степу такі зміни призводять до зниження сприятливості умов вирощування усіх польових культур, то в гумідній зоні спостерігаються позитивні тенденції в продуктивності сільськогосподарських угідь. В умовах лісостепової зони з великою вірогідністю прояву сприятливих і несприятливих гідротермічних умов зазначені тенденції дають підстави очікувати підвищення варіабельності або нестабільності продуктивності посівів і прибутковості аграрного виробництва [13].

Станом на 1994 р. в Україні площа зрошуваних земель становила 2604,9 тис. га. З них

у лісостеповай зоні в межах Вінницької, Київської, Полтавської, Сумської, Тернопільської, Харківської, Хмельницької, Черкаської та Чернівецької областей зрошувальною мережею було охоплено 791,8 тис. га. Зокрема в Полтавській області загальна площа меліорованих земель становила 88 тис. га, у т. ч. 69 зрошувальних систем на площі 50,8 тис. га, на території Харківської області облікова площа меліорованих земель була 94,2 тис. га, з них зрошуваних земель — 82,4 тис. га, у Вінницькій області налічувалося 81,1 тис. га меліорованих земель, з них 23,8 тис. га — зрошуваних угідь, у Черкаській області — 118,9 тис. га меліорованих земель, у тому числі, 63,2 тис. га зрошуваних, на території Київської області площа меліорованих земель становила 232,7 тис. га, з них зрошуваних — 43,9 тис. га [14, 15]. На жаль, стосовно можливості регулювання водно-повітряного режиму ґрунту нині ці землі використовують незадовільно, що за стрімкого погіршення умов зволоження потребує вжиття відповідних заходів.

Мета досліджень — здійснити аналіз кліматичних змін в центральній частині Лісостепу, обґрунтувати доцільність відновлення і розширення площі зрошуваних земель.

Методика досліджень. Оцінку кліматичних змін проводили на основі значень кліматичного водного балансу (КВБ) і гідротермічного коефіцієнта (ГТК). Для розв'язання поставлених завдань використовували багаторічні гідротермічні показники метеостанції Біла Церква (широта 49.78°; довгота 30.12°, індекс ВМО 33464) та інформаційну базу стаціонарного польового агротехнічного дослідження Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН «Пошук шляхів підвищення ефективної родючості ґрунту і врожайності

сільськогосподарських культур на базі поєднання різних сівозмін і систем удобрення» [16]. Дослід закладено в 1973 р. на Білоцерківській дослідно-селекційній станції. Сівозмін: 1 — конюшина, 2 — пшениця озима, 3 — буряки цукрові, 4 — горох, 5 — пшениця озима, 6 — буряки цукрові, 7 — кукурудза на зелений корм, 8 — пшениця озима, 9 — буряки цукрові, 10 — ячмінь. Обробіток ґрунту різноглибинний комбінований: глибока оранка на 28–30 см під буряки цукрові, на 20–25 см — під кормові, мілкий обробіток під зернові (12–15 см). Порівнювали системи удобрення: 1 — контроль, 2 — $N_{50}P_{66}K_{66}+8$ т/га гною.

Ґрунт — чорнозем типовий глибокий малогумусний крупнопилуватосередньо-суглинковий з умістом гумусу 3,6–4,1%, рухомих фосфору і калію (за Чиріковим) відповідно 13–15 і 5–7 мг/100 г ґрунту, азоту лужногідролізованого (за Корнфілдом) — 12–14 мг/100 г ґрунту.

Для оцінки коливань урожайності культур і продуктивності сівозмін за роками використовували коефіцієнт варіації [17]. Розрахунковий коефіцієнт варіації (K_v) досліджуваного показника може групуватися відповідно до прийнятої шкали якісної оцінки: менше 15% — низький; 15–30 — середній; понад 30% — високий.

Природний фон родючості визначається у варіантах без добрив за показниками середньої за роками врожайності культур. Максимальний рівень продуктивності посівів на цьому фоні в найсприятливіший за історію ведення дослідів рік показує роль оптимізації водно-повітряного режиму ґрунту. Середня за роки досліджень урожайність за тривалого застосування органо-мінеральних систем удобрення свідчить про роль поліпшення поживного режиму ґрунтового покриву. Максимальна продуктивність культур на фонах тривалого застосування добрив імітує одночасне покращення умов вологозабезпечення і живлення рослин.

Результати досліджень. Клімат регіону визначається достатнім рівнем забезпечення тепловими ресурсами та нестійким зволоженням. Середньорічна температура повітря за 1991–2018 рр. становила 9,0°C і постійно зростала. За останні 10 років її значення лише в 2-х випадках було нижче 9,5°C (рис. 1).

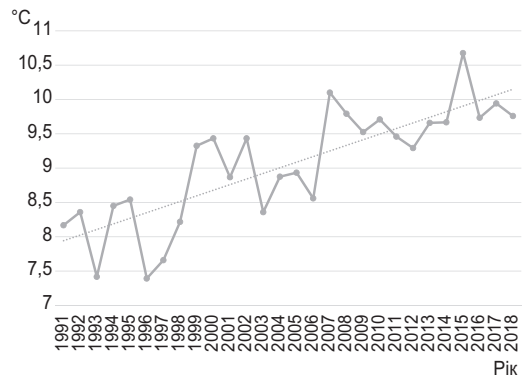


Рис. 1. Динаміка середньорічної температури повітря, °C

Завдяки стійкому підвищенню температурного режиму регіон відзначається зростанням рівня забезпечення активними температурами повітря (вище 10°C). Так, якщо до середини 90-х років минулого століття сума активних температур повітря становила в середньому 2880°C, то нині вона коливається в межах 3300–3500°C.

Ефективне використання теплових ресурсів у регіоні обмежується нестійкими умовами зволоження. Середньорічна кількість опадів за 1991–2018 рр. становить 615 мм, і їх загальна динаміка з 1991 р. спрямована на незначне зниження.

Режим вологозабезпечення території і сільськогосподарських культур визначається не лише кількістю опадів, а й їх витратною частиною. Скажімо, у регіоні впродовж січня–квітня у середньому випадає щомісяця 35–40 мм опадів, що в сумі становить майже 150 мм. За цей період потенційне сумарне випаровування у середньому — 140 мм (рис. 2).

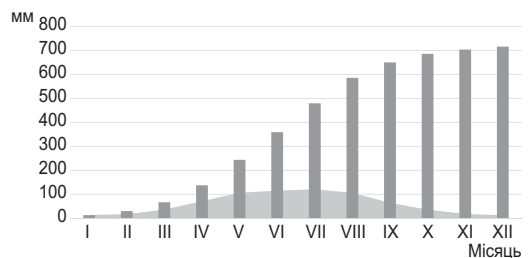


Рис. 2. Потенційне сумарне випаровування за місяцями у 1991–2018 рр., мм: ■ — за місяць; ■ — за наростаючим підсумком (для рис. 2,3)

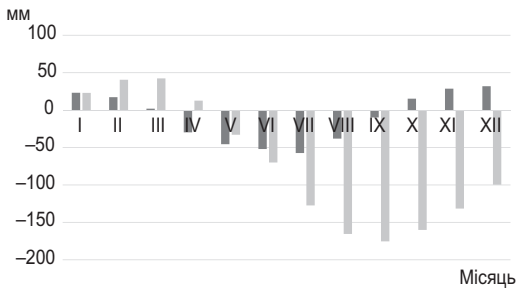


Рис. 3. Значення кліматичного водного балансу за місяцями року (середнє за 1991–2018 рр.), мм

Проте вже на кінець травня потенційне випаровування (за наростаючим підсумком) у середньому сумарно переважає обсяги вологи, що надходить з опадами з початку року на 33 мм, а на кінець червня дефіцит вологи вже становитиме 70 мм, липня — 127 мм (рис. 3). Це свідчить про те, що для формування оптимального рівня продуктивності ранніх культур потрібно забезпечити додаткове надходження вологи в межах 1100–1300 тис. м³/га.

До кінця вегетації пізніх культур (серпень–вересень) у зв'язку зі значним рівнем випаровування (евапотранспірації) дефіцит зволоження ще зростає і досягає 165–175 мм. Тобто зрошувальна норма для забезпечення урожайності сої в межах 4–4,5 т/га, кукурудзи на зерно — 12–14 т/га зростатиме до 1600–1800 м³/га. Розрахунки, наведені на рис. 3, 4, є основою для визначення зрошувальних і поливних норм залежно від виду сільськогосподарських культур. Загалом у регіоні в зв'язку зі збереженням тенденції

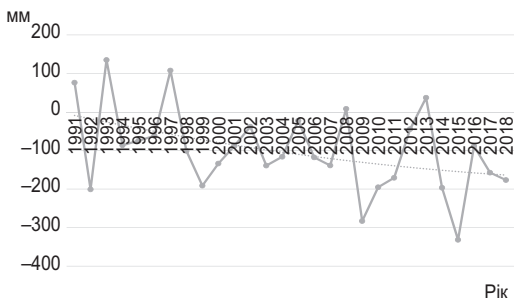


Рис. 4. Динаміка річного КВБ за 1991–2018 рр., мм

1. Частота повторень різних рівнів зволоження у вегетаційний період (квітень–вересень) за 1991–2018 рр.

ГТК	Ступінь посушливості	Частота, %
Менше 0,7	Сильно посушливо	7
0,71–1,00	Середньо посушливо	25
1,01–1,20	Слабке зволоження	25
1,21–1,80	Достатнє зволоження	43

до підвищення температурного режиму динаміка КВБ спрямована в бік погіршення умов зволоження (рис. 4).

Для оцінки умов зволоження вегетаційного періоду в регіоні та ухвалення рішення щодо доцільності зрошення можна також використовувати й ГТК (співвідношення суми опадів до суми активних температур повітря). Якщо на початку 90-х років минулого століття ГТК вегетаційного періоду в середньому становив 1,4 і відповідав умовам достатнього зволоження, то за останні 4 роки він не перевищував 1, що відповідає посушливим умовам.

Окрім цього, за 1991–2018 рр. в регіоні у 32% випадків, тобто 3 роки із 10-ти, спостерігаються сильно- та середньопосушливі умови вегетаційного періоду (табл. 1).

У 43% випадків відзначається достатній рівень зволоження у вегетаційний період. Однак це не свідчить про те, що зникає потреба у водорегулюванні в окремі періоди розвитку рослин, адже ГТК дає уявлення про умови зволоження вегетаційного періоду загалом і не характеризує окремі його періоди.

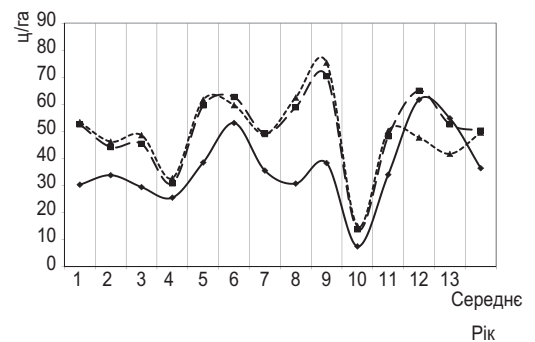


Рис. 5. Коливання урожайності пшениці озимої після кукурудзи за різних систем удобрення: — — кукурудзь; - - - солома + NPK; - · - · гній + NPK

2. Вплив агрометеорологічних умов на врожайність культур та її варіабельність

Рік	Середньорічна температура повітря, °С	Річна сума опадів, мм	ГТК вегетаційного періоду	Річний КВБ, мм	Урожайність, ц/га	
					без добрив	з добривами
<i>Пшениця озима, Kv=16–39%</i>						
1993	7,4	756	1,6	135	35,2	75,4
1994	8,5	592	1,2	-86	8,2	16,0
<i>Буряки цукрові, Kv=16–41%</i>						
2002	9,4	699	1,54	-38	342	412
2003	8,4	547	0,91	-139	135	165

Отже, зміни метеорологічних умов за роками безпосередньо впливають на рівень урожайності польових культур, що підтверджується результатами регіонального польового стаціонарного дослідження, де інші фактори виробництва впродовж тривалого періоду залишаються незмінними.

Скажімо, на 9-му році досліджень (рис. 5) відзначалася відносно висока врожайність пшениці озимої, яка становила від 35,2 ц/га на фоні природної родючості ґрунту (без застосування добрив) до 75,4 ц/га за органічно-мінеральної системи удобрення (табл. 2).

У 1994 р., спостерігалось значне зниження її врожайності: на фоні природної родючості ґрунту — до 8,2 ц/га, на удобрених ділянках — до 16 ц/га.

Аналіз агрометеорологічних умов за значених років засвідчив, що річна сума опадів у високоврожайному 1993 р. становила 756 мм, ГТК вегетаційного періоду відповідав вологим умовам — 1,6, а річний кліматичний водний баланс був позитивним і становив 135 мм. У 1994-му маловрожайному році агрометеорологічні умови значно різнилися: річна сума опадів була 592 мм (на 22% менше, ніж у 1993 р.), ГТК — 1,2 (на 25% нижчий), а дефіцит КВБ року становив 86 мм.

Аналогічна ситуація і стосовно врожайності буряків цукрових. Скажімо, у помірно вологому 2002 р. її рівень у 2,5 рази перевищував показник 2003 р., який характеризувався значним дефіцитом вологи.

Висновки

Унаслідок кліматичних змін дефіцит КВБ в зоні Центрального Лісостепу за 1991–2018 рр. збільшився на 150 мм, а гідротермічний коефіцієнт вегетаційного періоду знизився з 1,5 (достатнє зволоження) до 1 (середньо посушливі умови). Установлено, що в ґрунтово-кліматичних умовах Правобережного Лісостепу продуктивність посівів усіх культур визначається особливостями погодних умов окремого року і вирізняється високою нестабільністю. Міжрічний коефіцієнт варіації

урожайності пшениці озимої за роками залежно від попередника і фону удобрення коливається у межах 16–39, буряків цукрових — 16–41%. Максимальна реалізація потенціалу наявних агрометеорологічних (тепло, світло) і хіміко-техногенних ресурсів у регіоні досліджень можлива лише за умови регулювання водного режиму з обов'язковим урахуванням інших факторів, що визначають високий рівень ефективної родючості ґрунту.

Сайдак Р.В.¹, Цвей Я.П.², Тарарико Ю.А.³

¹ Інститут водних проблем і меліорації НААН, ул. Васильковская, 37, г. Київ, 03022, Україна, ² Інститут біоенергетических культур і сахарної свеклы НААН, ул. Клиническая, 25,

г. Киев, 03141, Україна; e-mail: ¹agroresurs@bigmir.net, ²tsvey_isb@ukr.net, ³urtar@bigmir.net

Обоснование восстановления орошения в Центральной Лесостепи с учетом тенденций климатических изменений

Цель. Осуществить анализ климатических изменений в центральной части Лесостепи, обосновать целесообразность восстановления орошаемых мелиоративных систем. **Методы.** Оценку изменений агрометеорологических ресурсов территории осуществляли методом математико-статистического анализа комплексных показателей условий теплового обеспечения: климатический водный баланс и гидротермический коэффициент. Данные стационарного опыта обрабатывали методами системного обобщения, корреляционного, экономического, расчетно-сравнительного анализов. **Результаты.** Климат региона определяется достаточным уровнем обеспечения тепловыми ресурсами и неустойчивым увлажнением. Вследствие устойчивого повышения температурного режима обеспеченность активными температурами воздуха увеличилась от 2880 °C до 3300–3500 °C, суммарный годовой дефицит водного баланса возрос до 150 мм. В результате в регионе в 32% случаев, то есть 3 года из 10-ти, наблюдаются сильно и средне засушливые условия вегетационного периода. Колебания метеорологических условий по годам напрямую влияют на уровень урожайности полевых культур, в частности пшеницы озимой и свеклы сахарной. Годы с высокой урожайностью сельскохозяйственных культур характеризуются близким к оптимальному уровню естественного влагообеспечения. Установлено, что коэффициент вариации урожайности пшеницы озимой по годам в зависимости от предшественника и фона удобрения может достигать 39, свеклы сахарной — 41%. **Выводы.** В лесостепной зоне максимальная реализация потенциала имеющихся агрометеорологических (тепло, свет) и химико-техногенных ресурсов возможна только при условии регулирования водного режима с обязательным учетом других факторов, определяющих высокий уровень эффективного плодородия почвы. Так, природный фон чернозема типичного глубокого малогумусного в Правобережной Лесостепи обеспечивает урожайность пшеницы озимой на уровне 4 т/га. При улучшении условий питания и увлажнения максимальная урожайность культуры повышается в 1,7 раза, а при оптимизации всех факторов она может быть увеличена в 2,5 раза.

Ключевые слова: агрометеорологические ресурсы, пшеница озимая, продуктивность, оптимизация, влагообеспечение.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201912-09>

Saidak R.¹, Tsvei Ya.², Tarariko Yu.³

^{1,3}Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS, 37 Vasylkivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine;
²Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of

NAAS, 25 Klinichna Str., Kyiv, 03141, Ukraine;
e-mail: ¹agroresurs@bigmir.net, ²tsvey_isb@ukr.net, ³urtar@bigmir.net

Justification of irrigation restoration in the central forest-steppe taking into account the climate change trend

The purpose. To carry out an analysis of climatic changes in the central part of the Forest-Steppe, to justify the feasibility of restoring irrigated drainage systems. **Methods.** Assessment of changes in the agrometeorological resources of the territory was carried out by the method of mathematical-statistical analysis of complex indicators of heat and moisture conditions: climate water balance and hydrothermal coefficient. The stationary experiment data were processed by the methods of system generalization, correlation, economic, calculation, and comparative analyses. **Results.** The climate of the region is determined by a sufficient level of heat resources and unsustainable moisture. Due to a steady increase in the temperature regime, the supply of active air temperatures increased from 2880 °C to 3300-3500 °C, the total annual deficit of the water balance increased to 150 mm. As a result, in 32% of cases, that is, 3 years out of 10, in the region strong and moderate arid conditions of the growing season are observed. Fluctuations in meteorological conditions over the years directly influence the yield of field crops, in particular, winter wheat and sugar beet. Years with high crop yields are characterized by close to optimal levels of natural moisture supply. It has been established that the coefficient of variation of winter wheat yield over the years depending on the predecessor and the background of fertilizer can reach 39, sugar beet — 41%. **Conclusions.** In the forest-steppe zone, the maximum realization of the potential of the existing agrometeorological (heat, light) and chemical-technogenic resources is possible only if the water regime is regulated with the obligatory consideration of other factors determining a high level of effective soil fertility. So, the natural background of the typical deep low-humus chernozem in the Right-Bank Forest-Steppe provides the yield of winter wheat at the level of 4 t/ha. With the improvement of nutrition and moisture conditions, the maximum crop yield increases 1.7 times, and with the optimization of all factors, it can be increased 2.5 times.

Key words: agrometeorological resources, winter wheat, productivity, optimization, moisture supply.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201912-09>

Бібліографія

1. *Інтегроване управління водними і земельними ресурсами на меліорованих територіях:* монографія. Київ: Аграрна наука, 2016. 784 с.

2. *Концепція ефективного сільськогосподарського використання земель гумідної зони України.* Київ: Едельвейс, 2014. 54 с.

3. *Концепція* відновлення та розвитку зрошення у південному регіоні України. Київ: ЦП «Компринт», 2014. 28 с.

4. *Концепція* ефективного використання осушуваних земель гумідної зони України (наукові засади). Київ: ЦП «Компринт», 2015. 22 с.

5. *Меліоровані* агроєкосистеми. Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2017. 696 с.

6. *Наукові засади* розвитку аграрного сектора економіки південного регіону України; за ред. Ромащенко М.І., Вожегової Р.А., Шатковського А.П. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. 438 с.

7. *Біоенергетичні* зрошувані агроєкосистеми. Київ: ДІА, 2010. 86с.

8. *Формування* біоенергетичних агроєкосистем в зоні Полісся України. (Рекомендації). Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва Лівобережного Полісся. Київ: ДІА, 2012. 248 с.

9. *Біоорганічні* системи землеробства в зоні осушення. (Рекомендації). Київ: ДІА, 2014. 216 с.

10. *Формування* систем аграрного виробництва на осушуваних землях Центрального Полісся. (Рекомендації). Київ: ЦП «Компринт», 2016. 142 с.

11. *Romashchenko M.I., Saydak R.V., Matyash T.V.* Development of irrigation and drainage as the basis of

sustainable agriculture in Ukraine in climate change/ IX International scientific and technical conference «Modern problems of water management, environmental protection, architecture and construction», 2019. 22–27 July. Georgia. С. 243–250.

12. *Тараріко Ю.О., Сайдак Р.В., Сорока Ю.В., Вітвіцький С.В.* Районування території України за рівнем забезпеченості гідротермічними ресурсами та обсягами використання сільськогосподарських меліорацій. Київ: ЦП «Компринт», 2015. 62 с.

13. *Тараріко Ю.О., Сорока Ю.В., Сайдак Р.В., Лукашук В.П.* Стан та перспективи розвитку аграрного виробництва в Лісостепу в умовах змін клімату. *Вісник аграрної науки*, 2019. № 6. С. 52–59. doi: 10.31073/agrovisnyk201906-08

14. *Наличие и распределение* земельного фонда в Украинской ССР. Киев: ГОСАГРОПРОМ УССР. Управление землепользования и землеустройства. 1987. 99 с.

15. *Державний* земельний кадастр України. Київ: Державний комітет України по земельних ресурсах. 1994. 179 с.

16. *Стаціонарні* польові дослідження України. Реєстр атестатів. Київ: Аграрна наука, 2014. 146 с.

17. *Лакін Г. Ф.* Биометрия. Москва: Высшая школа, 1990. 352 с.