

УДК 633:413:581:105

**Ю.В. Сорока, кандидат сільськогосподарських наук****Ю.О. Тараріко, доктор сільськогосподарських наук, член-кореспондент НААН****Р.В. Сайдак, кандидат сільськогосподарських наук****ІНСТИТУТ ВОДНИХ ПРОБЛЕМ І МЕЛІОРАЦІЇ**

## **АГРОРЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗРОШЕННЯ ПІВНІЧНО-ЦЕНТРАЛЬНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

*Мета досліджень – провести комплексну оцінку агоресурсного потенціалу Північно-центрального Степу України, встановити лімітуючі фактори щодо підвищення продуктивності землеробства.*

*У процесі виконання роботи використано загальноприйняті методи досліджень: польовий, лабораторний, аналітично-розрахунковий, порівняльний, імітаційного комп'ютерного моделювання та системного узагальнення отриманих результатів.*

*Експериментальна частина виконана у стаціонарному польовому досліді Запорізької дослідної станції Інституту олійних культур НААН.*

*Дослідження показали, що при систематичному застосуванні добрив за комплексом агрофізичних, фізико-хімічних, агрохімічних показників досліджуваній ґрунт має високий потенціал родючості.*

*Системи обробітку ґрунту на продуктивність сівозміни впливають неістотно. Можна лише відзначити тенденцію до переваги м'яких способів розпушування ґрунту з мульчуванням.*

*Досліджувана сівозмінна за складом культур моделює один із найінтенсивніших варіантів ведення землеробства. Показники урожайності та варіювання коефіцієнту її варіації свідчать про досить низький рівень реалізації потенційної родючості чорнозему звичайного, що пояснюється, з одного боку, стійкою тенденцією до зниження річного водного балансу, з іншого – особливостями формування балансу гумусу, азоту, фосфору і калію за досліджуваних систем удобрення.*

*Залежність урожайності від агрокліматичних (погодних) умов розглянуто на прикладі основної зернової культури регіону – пшениці озимої. Встановлено, що найістотніший вплив на реалізацію потенціалу продуктивності культури мають гідротермічні умови травня – червня.*

*Аналіз результатів дослідження дозволив оцінити агоресурсний потенціал Північно-центрального Степу та встановити вплив основних чинників на формування врожайності сільськогосподарських культур. Зрошення в цій зоні є найвагомішим фактором підвищення продуктивності польових культур, а його впровадження в 70 % випадків може підвищити продуктивність сівозміни не менше, ніж в 1,8 рази.*

**Ключові слова:** лімітуючі фактори, продуктивність, моделювання, потенційна родючість, баланс гумусу, рівні сприятливості.

Використання потенціалу родючості ґрунтів Північно-центрального Степу України обмежується дефіцитом вологи, який має тенденцію до зростання. Згідно із останніми дослідженнями територія аридної та субаридної зон збільшилася на 14%. Натомість 60% років оцінюються як посушливі та сухі і лише 10% з достатнім рівнем зволоження [1, 25]. Тому питання відновлення і розширення площ зрошення є актуальним.

Водночас, значна більшість сучасних господарських формувань має суто рослинницьку спеціалізацію з виробництва зернових і олійних культур. Унаслідок досить високих затрат на зрошення, для отримання прийнятних економічних показників потрібно забезпечувати високий рівень агротехніки і врожайності вирощуваних культур: пшениці озимої не менше – 6, кукурудзи – 10, сої – 3, помідорів – 90 т/га, тощо [2, 51].

З іншого боку, будівництво або реконструкція систем зрошення потребує значних капітальних затрат. Тому за збереження сучасної поширеної практики виробництва зерна окупність інвестиційних ресурсів буде мати тривалий термін [3, 21]. Унаслідок цього актуальним напрямом досліджень є розроблення систем аграрного виробництва, які забезпечать трансформацію високої біопродуктивності в ліквідну і прибуткову продукцію [4, 73].

Комплексна оцінка агоресурсного потенціалу Північно-центрального Степу України, встановлення лімітуючих факторів його інтенсифікації з урахуванням сучасних агротехнологічних можливостей, змін родючості ґрунту та клімату, продуктивності сівозмін з найбільш адаптованими культурами дає можливість змодельовати перспективні сценарії розвитку агроєкосистем регіону.

Дослід закладено в 1974 році (сівозмінна: чорний пар, пшениця озима, кукурудза на зерно, кукурудза на силос, пшениця озима, горох, пшениця озима, соя, сояшник) [5, 93]. Згідно з класифікацією [6, 58] дослід знаходиться в Північному Степу України.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний малогумусний середньо суглинковий із такими показниками родючості: вміст гумусу в орному шарі 3,0 – 3,3%, сполук азоту, що легко гідролізуються (за Корнфілдом) – 90 мг/кг, рухомих сполук фосфору (за Чириковим) – 80 мг/кг, обмінного калію – 220 мг/кг, рН – 7,0.

Клімат регіону – помірно континентальний, з теплим літом і порівняно м'якою зимою та недостатнім і нестійким природним зволоженням.

З кінця квітня по жовтень суми температур вище 10°C сягають 3000 – 3100°C, кількість опадів – 240–260 мм, за рік – 400–450 мм. Гідротермічний коефіцієнт становить 0,8–0,9. Високий температурний

режим і нестачу вологи доповнює низька відносна вологість повітря літніх місяців, часті сухотви, посухи і пилові бурі.

Посівна площа ділянки – 350 м<sup>2</sup>, облікова – 150 м<sup>2</sup>. Повторність досліду – 3-разова, розміщення ділянок у досліді – систематичне. Технологія вирощування культур – загальноприйнята для регіону.

Для оцінки агресурсного потенціалу території використовували весь ряд врожайних даних культур сівозміни, отриманий від закладання досліду з визначенням наступних його модельних параметрів: середня багаторічна врожайність на контролі – моделювання природного потенціалу родючості чорнозему звичайного; максимальна врожайність на контролі – оптимізація умов зволоження; середня врожайність на фоні добрив – оптимізація поживного режиму; максимальна врожайність на фоні добрив – оптимізація поживного і водно-повітряного режимів ґрунту; сівозміна з найпродуктивніших культур у найсприятливіші роки на фоні добрив – оптимізація поживного, водно-повітряного режимів та сівозміни.

Дослідження показали, що структурно-агрегатний склад чорнозему звичайного за всіх досліджуваних агротехнологій можна характеризувати як оптимальний.

На всіх варіантах досліду умови для росту і розвитку рослин як на початку, так і в кінці вегетації, за об'ємною масою також є сприятливими (в межах 1,03-1,22 г/см<sup>3</sup>).

На контролі без добрив запаси гумусу скоротилися на 12-14 т/га. На фоні органо-мінеральної системи удобрення за полицевого, диференційованого та безполицевого мілкого з мульчуванням обробітку ґрунту його кількість має тенденцію до зростання. За безполицевого обробітку як глибокого, так і мілкого, запаси гумусу мають незначну тенденцію до зниження. Проте цей показник варіюється у межах похибки досліду, тобто гумусний стан чорнозему звичайного до вихідного залишився незмінним (табл. 1).

Кількість нітратної форми азоту становить на контролі 55-66 кг/га з максимальним показником до 75 кг/га, що достатньо для формування врожаю пше-

ниці озимої на рівні 2,0-2,5 т/га. На удобрених фонах ці показники значно вищі і відповідно становлять 139-164 та 200 кг/га, що забезпечує отримання 5-7 т/га зерна. Це без урахування вмісту в ґрунті сполук азоту, що легко гідролізуються, а також аміачного азоту.

На варіантах без добрив забезпеченість рухомим фосфором і обмінним калієм середня, за тривалого систематичного застосування добрив ґрунт досяг підвищеного рівня забезпеченості цими елементами.

Таким чином, при систематичному застосуванні добрив за комплексом агрофізичних, фізико-хімічних, агрохімічних показників досліджуваний ґрунт має високий потенціал родючості.

Досліджувана сівозміна за складом культур моделює один із найінтенсивніших варіантів ведення землеробства. За такого чергування культур формується дефіцитний баланс гумусу за всіх досліджуваних систем удобрення. Аналіз даних продуктивності сівозміни, навіть за одну ротацію свідчить, що на контролі без застосування добрив відбувається його дегуміфікація й агрохімічна деградація, у результаті чого продуктивність сівозміни щороку падає майже на 0,08 т/га кормових одиниць (к.од.). За одинарної дози добрив також відмічається тенденція до погіршення цього показника і лише за полуторної дози продуктивність стабілізується на одному рівні. Отже, для стабілізації продуктивності сівозміни у часі, перш за все потрібно збалансувати мінералізацію і надходження органічного вуглецю (табл. 2) за умови оптимальних співвідношення з азотом та інтенсивності балансу елементів живлення.

Так, за одинарної дози добрив по азоту і калію забезпечується близька до оптимальної інтенсивність балансу, а надходження фосфору виявляється надмірним, що у 3 рази перевищує його внос з урожаєм. Подальше підвищення дози добрив у 1,5 рази не супроводжується зростанням продуктивності посівів, тобто при збільшенні обсягів унесення добрив вище оптимальної інтенсивності балансу їхня ефективність лімітується іншими факторами.

Доведено, що системи обробітку ґрунту на продуктивність сівозміни впливають неістотно. Можна

Таблиця 1

**Зміни запасів гумусу в чорноземі звичайному за тривалого застосування різних систем обробітку ґрунту (удобрений фон)**

Система обробітку ґрунту, глибина, см	Запаси гумусу в шарі 0-40 см, т/га			
	до закладання	кінець I ротації	кінець III ротації	± до вихідного рівня
Полицева, 20-27	240	252	248	+8
Безполицева, 20-27	241	247	240	-1
Диференційована, 8-27	233	246	243	+10
Безполицева мілка, 12-14	236	211	232	-4
Безполицева мілка з мульчуванням, 12-14	244	260	255	+11
НІР <sub>0,05, т/га</sub>	-	4,4	4,5	-

лише відзначити тенденцію до переваги мілких способів розпушування ґрунту з мульчуванням.

Як свідчить проведений аналіз, урожайність пшениці озимої по чорному пару на фоні органо-мінеральної системи удобрення коливається за роками у межах 2,4-7,1 т/га із середнім значенням 4,96 т/га і коефіцієнтом варіації ( $V_k$ ) – 22%, по кукурудзі на зерно – 0,46 – 6,18 з середнім значенням 3,86 т/га і  $V_k$  – 38%, кукурудзі МВС – 13,6-52,0 з середнім значенням 23,2 т/га і  $V_k$  – 36%, гороху – 0,6-4,6 з середнім значенням 2,1 т/га і  $V_k$  – 55%, соняшнику – 0,8-3,9 з середнім значенням 2,2 т/га і  $V_k$  – 30%. Середня продуктивність сівозміни за III ротацію на варіанті без добрив становила 2,8 т/га к. од., на удобреному фоні – 3,9 т/га к. од.

Ці показники свідчать про досить низький рівень реалізації потенційної родючості чорнозему звичайного, що пояснюється, з одного боку, стійкою тенденцією до зниження річного водного балансу, з іншого, особливостями формування балансу гумусу, азоту, фосфору і калію за досліджуваних систем удобрення.

Залежність урожайності від агрокліматичних (погодних) умов розглянемо на прикладі основної зернової культури регіону – пшениці озимої.

Середня врожайність пшениці на удобрених фонах становить близько 5,0 т/га. У найсприятливіший за гідротермічним режимом рік, що моделює зрошення, урожайність перевищує 7,0 т/га. Добрива сприяють зростанню врожайності цієї культури лише на 0,5-0,7 т/га або до 15 %. Тоді, як близький до оптимального рівень зволоження у сприятливий рік підвищує врожайність на 2,0 т/га проти середнього на удобрених фонах. У критичні за зволоженням роки врожайність культури знижується на 2,0-2,5 т/га.

Встановлено, що найістотніший вплив на реалізацію потенціалу продуктивності пшениці озимої мають гідротермічні умови травня-червня.

Залежність урожайності пшениці озимої від цих факторів описується регресійним рівнянням 2-го порядку (рис. 1).

З графічного зображення моделі видно, що врожайність понад 6,0 т/га забезпечується лише при сумі опадів за травень-червень понад 115 мм. На основі даної залежності та статистичного аналізу даних агрометеоспостережень нами встановлено вірогідність формування різних рівнів урожайності пшениці озимої за температурного фактора та природного зволоження (табл. 3).

Таблиця 2

Баланс гумусу та органічних добрив за варіантами систем удобрення, т/га

Варіанти систем удобрення	Баланс гумусу			Баланс гною	
	утворюється	мінералізується	різниця	необхідно вносити	фактично вноситься
К	0,58	1,21	-0,63	10,1	0
1Д	0,74	1,21	-0,47	7,5	3,8
1,5Д	0,87	1,21	-0,34	5,4	5,6

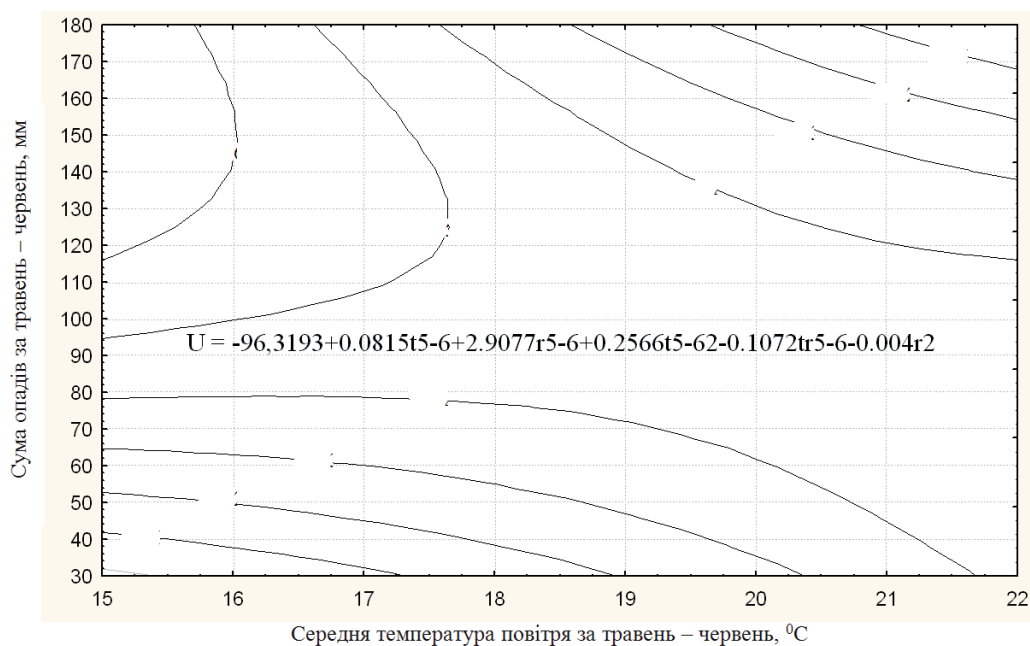


Рис. 1.

Залежність урожайності пшениці озимої від температури повітря та суми опадів за травень-червень

Таблиця 3

Забезпеченість різними рівнями сприятливості агрометеорологічних умов весняно-літнього періоду для формування врожайності пшениці озимої в зоні Північно-центрального Степу, %

Можливий рівень урожайності, т/га	Температура повітря, °C			Сума опадів, мм		
	нижче 17,0	17,0-18,5	вище 18,5	менше 80	80-125	понад 125
Менше 4,0	-	-	37	38	-	-
4,0-5,0	-	44	-	-	32	-
Більше 5,0	19	-	-	-	-	30

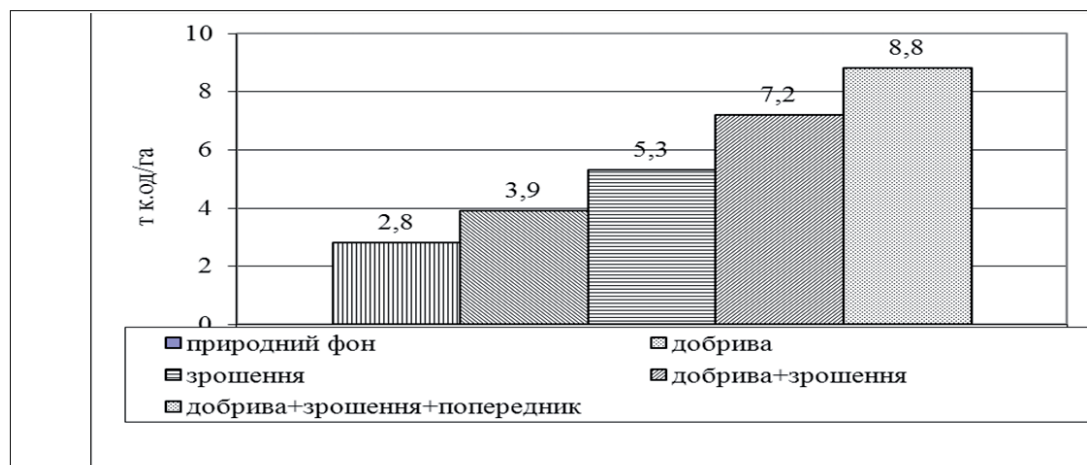


Рис. 2.

#### Фактори реалізації агресурсного потенціалу продуктивності Північно-центрального Степу України

Проведені розрахунки забезпечення різних рівнів сприятливості температурного режиму та сум опадів свідчать, що найбільш оптимальні температури повітря (нижче 17°C) у весняно-літній період у цій зоні спостерігаються в 19 % роко-випадків і можуть сприяти формуванню врожаю пшениці озимої понад 5,0 т/га. У 44 % випадків спостерігаються температури повітря в межах 17,0-18,5°C, що відповідає можливій врожайності пшениці в діапазоні 4,0-5,0 т/га. Високі температури повітря (понад 18,5°C) знижують потенціал продуктивності до 4,0 т/га і нижче, імовірність їх повторення становить 37 % випадків. Поряд з цим, у 38 % років спостерігається значний дефіцит зволоження весняно-літнього періоду, коли сума опадів не перевищує 80 мм (табл. 2). Оптимальна кількість опадів для формування врожайності понад 5,0 т/га відмічається в 30 % років.

Імовірність забезпечення різними рівнями сприятливості режиму зволоження весняно-літнього періоду дозволяє провести розрахунки в доцільності зрошення, визначити поливні норми та оцінити можливий ефект від його застосування. Так, наприклад, якщо в 38 % роко-випадків (4 роки із десяти) сума опадів не перевищує 80 мм, то доведення її до 125 мм за допомогою зрошення, забезпечить врожайність пшениці на рівні 5,0 т/га, тобто ефект від зрошення становитиме додатково 1,0 т/га зерна пшениці. На фоні застосування добрив, цей приріст буде не нижчим за 3,0 т/га.

Аналогічні результати отримано і для інших культур, внесок яких у загальну продуктивність сівозміни за органо-мінеральної системи удобрення

складає: соняшник – 6,2 %, пшениця озима залежно від попередника – 13,9-19,8, горох – 8,0, кукурудза на зерно – 17,1, кукурудза МВС – 19,5%. Тобто, крім поліпшення водно-повітряного і поживного режимів ґрунту, більш повно використовувати агресурсний потенціал регіону можна завдяки оптимізації складу культур у сівозміні.

Завдяки аналізу інформаційної бази регіонального агротехнічного дослідження встановлено кількісне значення основних факторів інтенсифікації і реалізації агресурсного потенціалу регіону (рис. 2).

Так, природний потенціал продуктивності становить 2,8 т к. од./га, поліпшення водного режиму із усіх факторів є найвагомішим і забезпечує зростання цього показника до 5,3 т к. од./га, оптимізація поживного режиму – лише 3,9, покращення водно-повітряного і поживного режимів – 7,2, а додаткова оптимізація сівозмінного фактора дасть змогу довести даний показник майже до 9 т к. од./га.

**Висновки.** Аналіз результатів досліджень дозволив оцінити агресурсний потенціал Північно-центрального Степу та встановити вплив основних чинників на формування врожайності сільськогосподарських культур.

У зоні Північно-центрального Степу головним фактором, лімітуючим рівень врожайності сільськогосподарських культур, є волога, а не родючість ґрунту. Зрошення в цій зоні є найвагомішим заходом підвищення продуктивності польових культур, а його впровадження в 70 % випадків може підвищити продуктивність сівозміни не менше ніж у 1,8 раза.



## Література

1. Сайдак Р.В., Сорока Ю.В. Агрометеорологічний потенціал степової зони України // *Агрокол. журн.* – 2014. – №3.
2. Формування енергетичних біоорганічних агроєкосистем. / За ред. Ю. Тараріко. – Київ : ДІА, 2008.
3. Козаченко О.А., Сорока Ю.В. Оптимізація салузового виробництва в зоні зрошення // *Стан та перспективи виробництва сільськогосподарської продукції на зрошуваних землях: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (Херсон 14 – 16 червня 2012 р.)*. – Херсон: Інститут зрошуваного землеробства, 2012.
4. Біоенергетичні зрошувані агроєкосистеми. Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва (Південний Степ України) / За ред. Ю. Тараріко. – Київ : ДІА, 2010. – 86 с.
5. Довгострокові стаціонарні польові дослідження України. Реєстр атестатів. – Харків, 2006. – Вид. «Друкарня № 13» - 120 с.
6. Методика суцільного ґрунтового-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України. – Київ : 1994. – 162 с.

## References

1. Saydak, R.V. & Soroka, Yu.V. (2014). *Ahrometeorologichnyy potentsial stepovoyi zony Ukrayiny. Agroekol. zhurnal*, 3.
2. Tarariko, Yu. (Ed.). (2008). *Formuvannya enerhetychnykh bioorhanichnykh ahroekosystem*. Kyiv : DIA.
3. Kozachenko, O.A. & Soroka, Yu.V. (2012). *Optymizatsiya haluzevoho vyrobnytstva v zoni zroshennya // Stan ta perspektyvy vyrobnytstva sil'skohospodars'koyi produktsiyi na zroshuvanykh zemlyakh: materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf. (Kherson 14 – 16 chervnya 2012 r.)*. Kherson.
4. Tarariko, Yu. (Ed.). (2010). *Bioenerhetychni zroshuvani ahroekosystemy. Naukovo-tekhnologichne zabezpechennya ahrarnoho vyrobnytstva (Pivdennyy Step Ukrayiny)*. Kyiv.
5. *Dovhostrokovy statsionarni pol'ovi doslidy Ukrayiny. Reyestr atestativ*. (2006). Kharkiv, Drukarnya, 3.
6. *Metodyka sutsilnoho gruntovo-ahrokhimichnoho monitorynhu silskohospodarskykh uhyd Ukrayiny*. (1994). Kyiv.

Сорока Ю.В. Тараріко Ю.А., Сайдак Р.В.

## Агроресурсный потенциал и обоснование целесообразности орошения Северно-Центральной Степи Украины

Агроресурсный потенциал Северно-Центральной Степи Украины и обоснование целесообразности орошения в регионе. Тараріко Ю.О., д-р с.-х.н., чл.-кор. НААН, Сорока Ю.В. к.с.-х. н., Сайдак Р.В. к.с.-х. н. Институт водных проблем и мелиорации НААН.

Цель исследования – провести комплексную оценку агроресурсного потенциала Северно-Центральной Степи Украины, установить лимитирующие факторы по повышению продуктивности земледелия.

В процессе работы использовались общепринятые методы исследований: полевой, лабораторный, аналитический, сравнительный, имитационного компьютерного моделирования и системного обобщения полученных результатов.

Экспериментальная часть проведена в стационарном полевом опыте Запорожской опытной станции Института масличных культур НААН.

Исследования показали, что при систематическом применении удобрений по комплексу агрофизических, физико-химических, агрохимических показателей исследуемая почва имеет высокий потенциал плодородия.

Системы обработки почвы на продуктивность севооборота влияют незначительно. Можно лишь отметить тенденцию по преимуществу мелких способов рыхления почвы с мульчированием.

Исследуемый севооборот по составу культур моделирует один из наиболее интенсивных вариантов ведения земледелия. Показатели урожайности и варьирование коэффициента ее вариации свидетельствует об относительно низком уровне реализации потенциального плодородия чернозема обычного, что объясняется с одной стороны, устойчивой тенденцией снижения годового водного баланса, с другой, особенностями формирования баланса гумуса, азота, фосфора и калия при исследуемых системах удобрения.

Зависимость урожайности от агроклиматических условий рассмотрено на примере основной зерновой культуры региона – пшенице озимой. Установлено, что наибольшее влияние на реализацию потенциала продуктивности культуры имеют гидротермические условия мая-июня.

Анализ результатов исследований позволил оценить агроресурсный потенциал Северно-Центральной Степи и установить влияние основных факторов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур. Орошение в этой зоне является наиболее важным фактором повышения продуктивности полевых культур, а его внедрение в 70 % случаев может повысить продуктивность севооборотов не менее чем в 1,8 раза.

**Ключевые слова:** лимитирующие факторы, продуктивность, моделирование, потенциальное плодородие, баланс гумуса, уровни благоприятности.

Soroka Y., Tarariko Y.A., Saydak R.V.

## Agroresource potential and rationale for irrigation North-Central Steppe of Ukraine

The purpose of research - a comprehensive assessment of the potential agroresource North-Central Steppe of Ukraine, set limitipuyuschie factors to improve the productivity of agriculture.

During the robot conventional research methods were used: field, laboratory, analytical, comparative, kompyuternoy simulation modeling, and system generalization of the results.

Experiental part held in a stationary field experiment Zaporozhye experimental station Of Institute oil culture NAAS

Studies have shown that the systematic application of fertilizers on a range of agro, chemical, physical, agrohimichesih indicators studied soil has Visokiy potential fertility.

Surfacing Systems of soil on crop rotation productivity impact is immaterial. One can only note the trend for the most minor ways of loosening the soil with mulch.

*The test crop rotation composition simulates one of the most intensive farming options. Indicators of productivity and the variation coefficient of variation it indicates a fairly low level of realization of the potential fertility of chernozem ordinary, which is explained on the one hand, the steady downward trend in the annual water balance, on the other hand, promotion of a balance of humus, nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers at the studied systems.*

*The dependence of the yield of the agro-climatic conditions considered by the example of the main cereal region - winter wheat. It was found that the greatest impact on the implementation of crop production potential are hydrothermal conditions of May - June.*

*Analysis of the results of research allowed to evaluate the potential agresource North Steppe and to establish the impact of the major factors in the formation of crop yields. Irrigation in this zone is the most important factor for improving productivity of crops, and its implementation in 70% of rotations may increase the productivity of not less than 1.8 times.*

**Keywords:** *limiting factors, productivity, modeling, potential fertility, humus balance, levels of favorability.*

#### **Рецензенти**

Вітвіцький С.В. – к.с.-г.н.

Дацько Л.В. – к.с.-г.н.

*Стаття надійшла до редакції – 29.04.2016 р.*