

УДК: 633.11:631.67(477.72)

## КОРЕЛЯЦІЙНІ ЗВ'ЯЗКИ ВРОЖАЙНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ І ЗАПАСІВ ВОЛОГИ В ҐРУНТІ, В РІЗНІ ФАЗИ РОЗВИТКУ РОСЛИН

*Нетис І.Т.* - д. с.-г. н., Інститут зрошуваного землеробства НААН

*У статті наведені результати досліджень кореляційних зв'язків між урожайністю пшениці озимої і запасами доступної вологи в ґрунті, в різні фази розвитку рослин. Найбільша залежність урожайності пшениці від вологозапасів спостерігається в період, коли формуються елементи продуктивності рослин.*

**Ключові слова:** пшениця озима, волога, попередник, урожайність, кореляція.

**Нетис И.Т. Корреляционные связи урожайности пшеницы озимой и запасов влаги в почве, в различные фазы развития растений**

*В статье приведены результаты исследований корреляционных связей между урожайностью пшеницы озимой и запасами доступной влаги в почве, в различные фазы развития растений. Наибольшая зависимость урожайности пшеницы от запасов влаги наблюдается в период, когда формируются элементы продуктивности растений.*

**Ключевые слова:** пшеница озимая, влага, предшественник, урожайность, корреляция.

**Netis I.T. Correlation between winter wheat yield and moisture reserves in the soil in different phases of plant development**

*The article presents the results of research on the correlation between winter wheat yield and available moisture reserves in the soil in different phases of plant development. The strongest dependence of wheat productivity on moisture reserves is observed in the period when the elements of plant productivity are formed.*

**Key words:** winter wheat, moisture, predecessors, harvest, correlation.

**Постановка проблеми.** На півдні України найбільш поширеною зерновою культурою є пшениця озима. Але її врожайність не висока і сильно коливається за роками. Фактором, який найбільше впливає на її продуктивність, є волога, яка тут являється головним лімітуючим урожаєм чинником. Надходження води в рослини залежить від її кількості в ґрунті. Проте в цій зоні запаси вологи в ґрунті сильно коливаються за роками і разом з ними коливається рівень урожайності пшениці. До того ж в різні фази розвитку рослин пшениця по-різному реагує на вологозапаси. Тому для формування високопродуктивних посівів пшениці важливо знати в які періоди її вегетації врожайність найбільше залежить від запасів вологи в ґрунті та кількість вологи, яка забезпечує високу її продуктивність.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Багато вчених зазначають, що існує тісна позитивна залежність урожаю пшениці озимої від запасів доступної вологи в ґрунті при її сівбі, а також рано весною. В ці періоди до колосіння коефіцієнт кореляції між урожайністю і запасами вологи в ґрунті становить 0,51-0,89 [1, 2, 3, 4]. У більш пізні фази розвитку пшениці тіснота цього зв'язку менша [1, 3]. Зменшення тісноти зв'язку в колосіння й пізніше пояснюється тим, що до цього часу закінчується формування колосків у колосі від якого залежить кількість зерен [3].

В науковій літературі йдеться переважно про залежність урожайності пшениці від запасів вологи в ґрунті при сівбі і рано весною, а в інші періоди

вегетації це питання вивчене недостатньо. До того ж різні автори наводять різні коефіцієнти кореляції між вказаними показниками і ці розбіжності досить великі - 0,51- 0,89 [2, 3].

В.К.Дмитренко відмічає, що зв'язок між урожайністю пшениці і весняними запасами вологи був вищий після кукурудзи на силос –  $r = 0,69$ , ніж по чорному пару –  $r = 0,55$  [1]. Натомість Е.С.Уланова наводить коефіцієнти кореляції між вказаними ознаками в основні фази розвитку пшениці, на посівах по стерньовому попереднику і чорному пару, де коефіцієнти досить близькі і автор не відмічає різниці тісноти цих зв'язків залежно від попередника [3].

Отже, вказані питання вивчені недостатньо, тому потрібні дослідження закономірностей цих зв'язків, що дасть можливість оптимізувати продукційні процеси агроценозів та підвищити рівень урожайності культури.

**Постановка завдання.** Метою досліджень було вивчити закономірності кореляційних зв'язків між врожайністю пшениці озимої та запасами доступної вологи в ґрунті, в основні фази розвитку рослин, за різних умов вирощування. Для цього було проведено статистичний аналіз двох багаторічних дослідів, де вивчались вказані питання на посівах пшениці після пшениці і по чорному пару, а також на посівах при зрошенні і без зрошення, де попередниками була люцерна і кукурудза на силос.

Дослідження проводились на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства. Ґрунт дослідного поля темно-каштановий середньосуглинковий. Агротехніка в досліді була загальноприйнята для неполивних і зрошуваних земель півдня України. На поливних ділянках вологість шару ґрунту 0,7 м поливами підтримувалась не нижче 70%НВ. Польові досліді закладали в чотириразовій повторності. Облікова площа ділянок становила 30-50 м<sup>2</sup>. Вологість ґрунту визначали до глибини 1-1,5 м, в 3-4 разовій повторності. Польові досліді проводили за методикою Б.А. Доспехова [5].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Статистичний аналіз показав, що існує тісна кореляційна залежність урожайності пшениці озимої, після непарового попередника, від запасів доступної вологи в ґрунті. На цьому попереднику коефіцієнти кореляції між вказаними показниками були досить високі в усі основні періоди вегетації культури і становили від 0,69 до 0,95 (табл.1).

**Таблиця 1 – Коефіцієнти кореляції між урожайністю пшениці озимої і запасами доступної вологи в шарі ґрунту 1 м, в основні періоди вегетації, на різних попередниках (середнє за 2007-2010 рр.)**

Попередник	Коефіцієнт кореляції в період					Середня врожайність, т/га
	сівби	рано весною	вихід у трубку	колосіння	молочна стиглість	
Стерньові	0,69	0,76	0,77	0,75	0,95	3,58
Чорний пар	0,21	0,49	0,09	0,90	0,73	5,08

НП<sub>0,5</sub>, т/га 0,52-0,84

Одержані дані свідчать також, що врожайність пшениці після пшениці значно залежить від запасів вологи в ґрунті при сівбі. У цей період між ними коефіцієнт кореляції становив 0,69. При цьому сприятливі умови для одержан-

ня сходів і розвитку рослин восени забезпечували запаси доступної вологи в метровому шарі ґрунту 80 мм і більше.

Не менше значення для врожайності пшениці мали запаси вологи в ґрунті рано весною, при виході рослин у трубку і в колосіння, коли коефіцієнти кореляції становили 0,76, 0,77 і 0,75 відповідно. Таке велике значення вологозапасів у цей період для пшениці пояснюється тим, що в цей час формуються більшість елементів її продуктивності, розвиток яких значно залежить від водозабезпечення рослин.

На цьому попереднику найбільш тісна залежність між досліджуваними показниками ( $r = 0,95$ ) відмічалась у молочну стиглість зерна. Це обумовлено тим, що до молочної стиглості запаси доступної вологи в ґрунті часто практично вичерпувались, внаслідок чого налив зерна гальмувався, маса 1000 зерен становила 30-35 г і компенсувати її уже нічим не можливо, що призводило до низького врожаю зерна. У цей період відбувались найбільші коливання вологості ґрунту, в роки досліджень ( $V = 69,5\%$ ), а відповідно збільшується залежність урожаю її зерна від вологозапасів та зростає коефіцієнт кореляції. Статистичний аналіз показав, що коефіцієнти кореляції значною мірою залежать від варіювання вологості ґрунту за роками. Зв'язок між коефіцієнтами кореляції і варіації вологозапасів досить тісний і для непарового попередника становив 0,70, а для пара – 0,63.

На посівах пшениці по чорному пару, де вологи в ґрунті більше і, зазвичай, достатньо для нормального функціонування рослин, існує інша тіснота зв'язку врожаю пшениці й вологості ґрунту. На пару до колосіння цей зв'язок був слабкий і середній –  $r = 0,09-0,49$  і лише після колосіння він значно тісніший –  $r = 0,73-0,90$ .

Різна залежність врожаю пшениці від вологості ґрунту на парах і непарових попередниках обумовлена різною водозабезпеченістю посівів. На непаровому попереднику запаси вологи в ґрунті зазвичай недостатні для нормального розвитку рослин, а коливання водозабезпеченості за роками значно впливає на продуктивність пшениці, тому кореляційні зв'язки між урожаєм і запасами вологи досить тісні в усі періоди вегетації культури. А на пару, де до колосіння вологи в ґрунті зазвичай достатньо для рослин і вола не знаходиться в мінімумі, а лімітуючим урожаєм є якийсь інший фактор, тому зв'язок між вологістю ґрунту і врожайністю був низький і середній. Лише в період колосіння й пізніше, коли запаси вологи в ґрунті суттєво знижується, і на пару вола стає в мінімумі, коефіцієнт кореляції між урожайністю і вологістю ґрунту значно збільшується. У цей період на пару відбуваються більші коливання запасів вологи в ґрунті за роками ( $V = 44,7\%$ ), ніж до колосіння (7,5-12,0%), а відповідно це більше відбивається на формуванні врожаю зерна і на коефіцієнті кореляції.

Отже, на недостатньо забезпечених вологою посівах пшениці (непарові попередники) зв'язок урожайності і запасів вологи в ґрунті тісний в усі періоди її вегетації. На таких посівах вола є лімітуючим урожаєм фактором та відбуваються сильніші коливання його за роками. По чорному пару, де вологи в ґрунті більше, тісніша залежність урожаю від вологозапасів спостерігається в колосіння й пізніше, коли запаси вологи в ґрунті знижуються і коливання водозабезпеченості рослин за роками збільшуються.

У другому досліді на варіанті без зрошення, де вологи було недостатньо для нормального функціонування рослин, залежність урожайності пшениці від запасів доступної вологи в ґрунті була висока в усі періоди вегетації, як і в першому досліді. Коефіцієнт кореляції між цими показниками при сівбі був досить високий і становив 0,80, рано весною – 0,83, при виході рослин у трубку – 0,87, в колосіння – 0,74, в молочну стиглість зерна – 0,76 (табл.2).

**Таблиця 2 – Коефіцієнти кореляції між урожайністю пшениці і запасами вологи в шарі ґрунту 0-150 см, в основні періоди вегетації, за різних умов водозабезпечення (середнє за 7 років)**

Умови вирощування	Коефіцієнт кореляції в період					Середня врожайність, т/га
	сівби	рано весною	вихід у трубку	колосіння	молочна стиглість	
Без зрошення	0,80	0,83	0,87	0,74	0,76	4,50
При зрошенні	-0,13	-0,06	0,04	0,20	-0,21	6,96

НІР<sub>0,5</sub>, т/га 0,56-0,72

Без зрошення врожайність пшениці найбільше залежала від запасів доступної вологи в ґрунті восени, рано весною і при виході рослин у трубку –  $r = 0,80-0,87$ . Це пояснюється тим, що в цей період формуються основні елементи продуктивності пшениці – густина продуктивного стеблостою і розміри колосу, а вологість ґрунту при цьому має вирішальне значення.

У цьому варіанті коефіцієнти кореляції між урожайністю і запасами вологи в ґрунті до колосіння були вищі, а після колосіння – нижчі, ніж в аналогічному варіанті першого досліді. Це пояснюється різною кількістю опадів і температурою повітря в роки досліджень першого і другого дослідів, що свідчить про їх вплив на коефіцієнти кореляції.

Встановлено також, що на відміну від природного зволоження, де спостерігається тісна залежність урожайності пшениці від запасів вологи в ґрунті –  $r = 0,74-0,87$ , на варіанті із зрошенням кореляційний зв'язок між цими показниками, в усі періоди вегетації, досить слабкий і навіть слабо зворотній –  $r = -0,21-0,20$ . Але це не означає, що при зрошенні врожайність пшениці не залежить від запасів вологи в ґрунті. Низькі коефіцієнти кореляції між досліджуваними ознаками є свідченням того, що при зрошенні запаси вологи в ґрунті не є лімітуючим урожай пшениці фактором. В умовах оптимального режиму зрошення всі елементи продуктивності рослин розвиваються нормально і формується висока врожайність, без різких коливань за роками, тому зв'язок між урожайністю і запасами вологи в ґрунті слабкий.

Одержані дані свідчать, що тіснота зв'язку між врожаєм пшениці та запасами вологи в ґрунті досить мінлива. На непарових попередниках, де вологозапаси низькі, вказані зв'язки тісні в усі періоди вегетації. При покращенні водозабезпечення пшениці (чорний пар) урожайність тісно залежить від запасів вологи в ґрунті в колосіння й пізніше, а в умовах зрошення практично не залежить від них.

Слід також відзначити, що волога не завжди знаходиться в першому мінімумі при вирощуванні пшениці. За роками, на різних полях і протягом вегетації вона може бути як в мінімумі, так і в оптимумі, залежно від запасів вологи в ґрунті. При зрошенні пшениці волога не знаходиться в мінімумі і не є

фактором лімітуючим урожай. Тут в першому мінімумі зазвичай добрива, захист рослин, температурний режим тощо і саме вони є факторами, які визначають рівень урожайності культури. За їх допомогою можна управляти рівнем урожаю пшениці, підтримуючи вологість поливами на оптимальному рівні. Досліди показують, якщо на посівах пшениці волога в мінімумі, то дія всіх інших заходів обмежена, а за достатніх запасів вологи в ґрунті віддача від них, як правило, висока [2].

Високі значення коефіцієнтів кореляції, які отримані на непарових попередниках свідчать, що дефіцит вологи на будь-якому етапі органогенезу негативно впливає на продукційні процеси і врожайність пшениці. Проте її врожайність найбільше змінюється залежно від вологозапасів у період формування елементів продуктивності: восени, при виході рослин у трубку, в колосіння і в налив зерна, внаслідок формування різної кількості продуктивних стебел, зерен у колосі та маси 1000 зерен. Отже, це є критичні періоди пшениці по відношенню до вологи.

Ряд вчених розробили рівняння залежності врожаю пшениці озимої від запасів вологи в ґрунті рано весною і методи його прогнозування [3, 6]. Для сортів того часу Одеська 16, Безоста 1, Миронівська 808 такий прогноз був досить точним. Зараз потенціал продуктивності існуючих сортів значно вищий і ті рівняння дають незадовільні результати.

Тим не менше, весняні запаси вологи в ґрунті мають велике значення для весняно-літньої вегетації та врожайності пшениці озимої. Коефіцієнт кореляції між урожайністю пшениці і запасами доступної вологи в ґрунті рано весною на непарових попередниках становив 0,76-0,83, а на чорному парі – 0,49. Ці дані свідчать, що від весняних вологозапасів урожайність пшениці більше залежить на посівах після непарових попередників, ніж по чорному парі, що обумовлено різною водозабезпеченістю та різним станом посівів. В роки, коли на початку весни запаси вологи в ґрунті низькі, то зазвичай формується низький урожай зерна пшениці. Високі запаси вологи в цей період здебільшого забезпечують високі врожаї зерна, навіть за малої кількості опадів у весняно-літній період вегетації. Так, у 2007 і 2008 роках, коли весною запаси доступної вологи в шарі ґрунту 1 м становили 80-85 мм, урожайність пшениці після пшениці була в межах 1,12-3,80 т/га, а в 2009 і 2010 роках, при запасах вологи 157-161 мм – 4,26-5,12 т/га. Багаторічні дані свідчать, що високий урожай зерна пшениця озима формує в роки, коли на початку весни запаси доступної вологи в шарі ґрунту 0-100 см становлять 150 мм і більше, задовільний – при 130-140, низький – при 100 мм і менше [2]. Такий тісний зв'язок між цими ознаками може бути основою для прогнозування врожаю.

Статистичний аналіз одержаних даних показав, що зв'язок між урожайністю пшениці після непарових попередників і весняними запасами вологи в ґрунті описується рівнянням регресії:

$$y = 0,030x - 0,41, R = 0,76$$

де  $y$  – урожайність, т/га;  $x$  – запас доступної вологи в метровому шарі ґрунту, мм

Для пшениці по чорному парі рівняння регресії має вигляд:

$$y = 0,039x - 0,73 R = 0,49$$

Ці рівняння дають можливість прогнозувати рівень урожайності пшениці на непарових попередниках і чорному пару за запасами доступної вологи в ґрунті рано весною, з точністю 0,3-0,5 т/га.

При середніх весняних запасах вологи на посівах пшениці після непарових попередників 130 мм, а по чорному пару 150 мм та дотриманні всіх вимог прийнятої технології, за цими рівняннями найбільш можлива врожайність зерна становить 3,5 і 5,2 т/га відповідно.

Ці дані свідчать, що для підвищення врожайності пшениці озимої важливо збільшувати запаси вологи в ґрунті та розширити її посіви після краще забезпечених вологою попередників, передусім, на чорних парах і зрошенні.

**Висновки.** Тіснота зв'язку між урожайністю пшениці озимої і запасами доступної вологи в ґрунті досить мінлива і значно залежить від водозабезпечення посівів. На посівах пшениці після непарових попередників, зв'язок урожайності і запасів вологи в ґрунті тісний в усі періоди її вегетації. На чорному пару, де вологи більше, у період до колосіння цей зв'язок слабкий і середній, а після колосіння, коли вологість ґрунту знижується, він тісніший. На зрошенні кореляційний зв'язок між урожайністю пшениці і запасами вологи в ґрунті, в усі періоди вегетації, слабкий. Урожайність пшениці найбільше залежить від вологозапасів в період, коли формуються елементи продуктивності – восени, при виході рослин у трубку, в колосіння і в налив зерна. Розроблені рівняння регресії, які дають можливість, за запасами доступної вологи в ґрунті рано весною, прогнозувати рівень урожайності пшениці.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дмитренко В.К. Залежність врожаю зерна озимої пшениці від попередників та метеорологічних факторів /В.К.Дмитренко //Вісник с.-г. наук. – 1980. – №3. – С.15-19.
2. Нетіс І.Т. Пшениця озима на півдні України: Монографія /І.Т.Нетіс. – Херсон: Олді-плюс, 2011. – 460 с.
3. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы /Е.С.Уланова. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 302 с.
4. Коваленко А.М. Шляхи стабілізації виробництва зерна в південному Степу //Зрошуване землеробство: Вип.48. Херсон: Айлант, 2007. – С.6-9.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А.Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
6. Кулик М.С. Методическое пособие по составлению долгосрочных агрометеорологических прогнозов средней областной урожайности озимых зерновых в нечерноземной зоне / М.С.Кулик. – М.: Гидрометеиздат, 1971. – 24 с.