

# СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО

УДК 633.16:631.527:575

DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.21>

## КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ І АНАЛІЗ ШЛЯХУ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЇЇ КОМПОНЕНТІВ У ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

**БУНЯК Н.М.** – науковий співробітник

*orcid.org/0000-0002-2075-0365*

Носівська селекційно-дослідна станція Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла Національної академії аграрних наук України

**Постановка проблеми.** У селекційних програмах зі створення нових сортів багатьох сільськогосподарських культур, селекціонерами широко використовується кореляційний й аналіз коефіцієнтів шляху, який встановлює характер складних взаємозв'язків між урожайністю та її компонентами [1-7]. Кількісне визначення кореляцій між ознаками дозволяє проводити добір за однією або одночасно декількома ознаками, що важливо для успішної селекційної роботи. Кореляції дають уяву про характер успадкування ознак, про наявність або відсутність зчеплення генів які контролюють ці ознаки.

Аналіз коефіцієнта шляху був розроблений та впроваджений Wright [8], який дає чіткішу картину відносної величини компонентів врожаю, має першочергове значення для ефективної селекційної програми [9–10]. Аналіз шляхового коефіцієнта допомагає розділити загальну кореляцію на прямі та непрямі ефекти, що корисно при виборі високоврожайних генотипів [11–13].

Для успішної селекції ячменю ярого важливо знати залежність основної ознаки, за якою проводять добір, від інших кількісних ознак рослин. Особливе значення мають закономірності взаємозв'язку таких кількісних ознак як продуктивність (маса зерна) рослини та її структурні елементи. [14–15].

Коефіцієнти кореляції залежать від виду культури, сорту, ознаки яка вивчається та умов вирощування [16].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Після збирання врожаю селекціонери оцінюють та визначають кореляції між ознаками, що впливають на продуктивність рослини, зокрема, висоту, загальне і продуктивне кушіння, довжину головного колоса, кількість днів до дозрівання, масу полови, вимірюють індекс урожаю, масу 1000 зерен, кількість насіння в головному колосі та ін. Аналіз літературних даних вказує на неоднозначність взаємозв'язків між ознаками що формують продуктивність та їх прямий чи опосередкований вплив на її формування. Компанець та ін. [14] встановили істотну кореляцію між наступними ознаками рослин: продуктивність (маса зерна) рослини і продуктивна кущистість, маса 1000 зерен і висота рослини, кількість зерен з колосу і кількість колосків з колосу, кількість колосків з колосу і висота рослини, маса 1000 зерен і маса зерна з колосу. Mohammad [17] повідомив про зворотню кореляцію між висотою рослин і врожайністю. Пряма кореляція відмічена між висотою рослини і кількістю зерен в головному колосі. Sherwan Esmail Tofiq та ін. [18] в своїх досліджен-

нях підтверджують наявність істотних прямих кореляцій між урожайністю зерна та кількістю продуктивних стебел, масою 1000 зерен та, на противагу іншим дослідникам, з висотою рослини. Що стосується аналізу коефіцієнту шляху врожайності, то встановлено максимальний позитивний прямий вплив на врожайність зерна від кількості продуктивних стебел 0,538. Максимальний позитивний опосередкований вплив на врожайність зерна, зафіксований за масою продуктивних стебел через їх кількість 0,331. У дослідженнях з ячменем ярим в різних середовищах [19] урожайність зерна мала прямі, високі фенотипові та генотипові кореляції з масою 1000 зерен і біологічною врожайністю в усіх середовищах, крім індексу врожаю в Оflа. Аналіз шляху встановив що перш за все біологічна врожайність виявляла максимальний позитивний прямий вплив на врожайність зерна в різних місцях досліджень, а потім індекс урожаю, за винятком Оflа. За даними Matin та ін. [20] кількість зерен у колосі мала найвищий позитивний прямий вплив (5,65) на врожайність, потім вага 1000 насінин (4,65), довжина колоса (1,26). Відзначаючи неоднозначність результатів вказаних досліджень, актуальним є визначення характеру кореляцій та аналізу шляху продуктивності в ячменю ярого.

**Метою дослідження** було встановлення коефіцієнтів кореляції 7-ми кількісних ознак рослин сортів і ліній ячменю ярого та результатів шляхового аналізу продуктивності (маси зерна з рослини) в різних еколого-географічних зонах.

**Матеріали та методика досліджень.** Випробування селекційних зразків (38 шт.) та вивчення кореляцій між кількісними ознаками проводилося впродовж 2020–2022 років у трьох наукових установах Національної академії аграрних наук України, які розташовані в трьох різних агрокліматичних зонах. Носівська селекційно-дослідної станції МІП ім. В.М. Ремесла НААН України (НСДС) – розташована в Українському Поліссі (широта 50°93', довгота 31°69', висота 126 м над рівнем моря). Ґрунти модальні, малогумусні, чорноземи вилугувані. Вміст гумусу 2,6%, N – 85,0 мг/кг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 122,0 мг/кг, K<sub>2</sub>O – 75,0 мг/кг, рН = 4,6. Клімат зони помірно теплий, м'який, з достатнім зволоженням. Переважаючи західні і північно – західні вітри приносять до 550–600 мм опадів на рік. Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН України (МІП) розташований в центральній частині Українського Лісостепу

(широта 49°64', довгота 31°08', висота 153 м). Ґрунти глибокі, малогумусні, чорнозем слабовилугуваний. Вміст гумусу 3,8 %, азоту лужно гідролізованого (N) – 59,0 мг/кг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 220,1 мг/кг, K<sub>2</sub>O – 96,0 мг/кг, рН = 5,8. Інститут сільського господарства степу НААН України (ІСГС) розташований у Північному Степу України (широта 48°56', довгота 32°32', висота 171 м). Ґрунти глибокі, середньогумусні, чорноземи глинисті суглинні. Вміст гумусу 4,6%, N – 120,0 мг/кг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 116,0 мг/кг, K<sub>2</sub>O – 118,0 мг/кг, рН = 5,4.

В загальному, в усіх екологічних нішах виявлено підвищення місячної температури повітря у червні та липні порівняно з багаторічними даними, за винятком НСДС у липні 2022 р. Місячна кількість опадів у різних агрокліматичних зонах суттєво коливалася в різні роки та місяці. Отже, мінливість за температурою повітря й кількістю опадів впродовж вегетаційного періоду ячменю ярого та ґрунтовою відміною в різних середовищах сприяла можливості надати об'єктивну оцінку кореляцій між ознаками та їх впливу на продуктивність у досліджуваних зразків.

У фазу повної стиглості рослини виривали з корінням, збирали в снопи та провели аналіз за основними показниками продуктивності: довжина стебла, продуктивна куцистість, довжина колоса основного стебла, кількість зерен з колосу, маса зерна з колосу, маса зерен з рослини, маса 1000 зерен. Визначали парні коефіцієнти кореляції та аналіз коефіцієнта шляху продуктивності за допомогою програмного забезпечення OPSTAT [21].

**Результати досліджень.** За три роки дослідження в різних зонах встановлено взаємозв'язок між семи кількісними ознаками.

В умовах НСДС (табл. 1) пряму істотну кореляцію маси зерна з рослини встановлено в усі три роки дослі-

джень з довжиною колоса ( $r = 0,47; 0,42; 0,53$ ), кількістю зерен у колосі ( $r = 0,47; 0,47; 0,51$ ), масою зерна з колоса ( $r = 0,67; 0,73; 0,71$ ) та масою 1000 зерен ( $r = 0,38; 0,52; 0,45$ ). При цьому кореляції за силою зв'язку були середніми, лише з продуктивністю колоса у 2021 та 2022 роках – сильною. Також прямий середній зв'язок продуктивності рослин встановлено з висотою рослин ( $r = 0,43, 2022$  р.) та кількістю продуктивних стебел ( $r = 0,65, 2021$  р.  $0,41$  2022 р.). Отже, кожна кількісна ознака в тій чи іншій мірі в розрізі років позитивно впливала на прояв продуктивності рослин ячменю ярого.

Довжина колоса за три роки спостережень виявила істотну середню кореляцію з висотою рослин ( $r = 0,47; 0,58; 0,69$ ), тобто збільшення довжини стебла на 22,1–47,6 % визначало довший колос у рослин. Істотну пряму кореляцію (середню та сильну) протягом років досліджень відзначили між кількістю зерен в колосі та довжиною колоса ( $r = 0,70; 0,68; 0,83$ ). Отже, добір рослин з довгим колосом може призвести до збільшення кількості зерен в колосі. А оскільки маса зерна з колоса істотно залежала від довжини колоса ( $r = 0,63; 0,70; 0,71$ ) та кількості зерен у колосі ( $r = 0,63; 0,76; 0,72$ ) передбачається істотне зростання продуктивності головного колоса на рослині. Кількість зерен в колосі ( $r = 0,41$ ) та маса зерна з колоса ( $r = 0,44$ ) виявила прямий істотний зв'язок з висотою рослин в 2022 році. Дана кореляція не є сприятливою оскільки добір за елементами продуктивності (к-сть зерен та маса зерна з колоса) може призвести до зростання довжини рослини та відповідно вилягання, що спричинятиме недобір врожаю ячменю ярого. Селекція повинна бути спрямована на добір рослин зі сполученням короткого стебла з довгим продуктивним колосом. Встановлено істотну пряму середню кореляцію між масою зерна з колоса та крупністю зерна

Таблиця 1

**Коефіцієнти кореляції ознак ячменю ярого в умовах НСДС**

Ознака	Рік	Висота рослин	К-сть стебел	Довжина колоса	К-сть зерен в колосі	Маса зерна з колоса	Маса 1000 зерен
К-сть стебел	2020	-0,24	1				
	2021	-0,19					
	2022	-0,06					
Довжина колоса	2020	0,47*	-0,17	1			
	2021	0,58*	-0,08				
	2022	0,69*	-0,09				
К-сть зерен в колосі	2020	0,21	-0,16	0,70*	1		
	2021	0,29	-0,05	0,68*			
	2022	0,41*	-0,05	0,83*			
Маса зерна з колоса	2020	0,23	-0,31	0,63*	0,63*	1	
	2021	0,26	0,00	0,70*	0,76*		
	2022	0,44*	-0,16	0,71*	0,72*		
Маса 1000 зерен	2020	0,11	-0,21	0,07	-0,24	0,60*	1
	2021	0,05	0,04	0,22	-0,09	0,58*	
	2022	0,20	-0,18	0,08	-0,09	0,62*	
Маса зерна з рослини	2020	0,15	0,02	0,47*	0,47*	0,67*	0,38*
	2021	0,07	0,65*	0,42*	0,47*	0,73*	0,52*
	2022	0,43*	0,41*	0,53*	0,51*	0,71*	0,45*

Примітка: \* – достовірно при  $P < 0,05$ .

протягом трьох років ( $r = 0,60; 0,58; 0,62$ ), що дозволяє добирати високопродуктивні генотипи з крупним вирівняним зерном ярого.

В умовах МІП (табл. 2) пряму істотну кореляцію маси зерна з рослини протягом трьох років відмічали з кількістю продуктивних стебел ( $r = 0,33; 0,81; 0,39$ ), масою 1000 зерен ( $r = 0,68; 0,37; 0,45$ ) та масою зерна з колоса ( $r = 0,72; 0,58; 0,66$ ). Два роки (2020 та 2022) фіксували істотний середній зв'язок продуктивності рослини з довжиною колоса ( $r = 0,39$  та  $0,36$  відповідно) та один рік (2022) з кількістю зерен у колосі ( $r = 0,35$ ).

Зворотню кореляцію встановлено між висотою рослин і кількістю продуктивних стебел, яка виявилася істотною в умовах 2020 та 2021 рр. ( $r = -0,34$  та  $-0,37$  відповідно). Отже зростання довжини стебла зменшувало кількість продуктивних стебел у  $11,6\text{--}13,7\%$  випадків. Істотну пряму кореляцію висоти рослин встановлено з довжиною колоса ( $r = 0,33; 0,54$ , 2021 та 2022 рік відповідно), кількістю зерен у колосі ( $r = 0,35$ , 2022 р.) та масою зерна з колоса ( $r = 0,37$ , 2022 р.). Вказані кореляції відмічали і в умовах НСДС.

Маса зерна з колоса виявила істотну пряму кореляцію протягом трьох років з довжиною колоса ( $r = 0,69; 0,44; 0,70$ ), кількістю зерен в колосі ( $r = 0,57; 0,35; 0,71$ ) та крупністю зерна ( $r = 0,47; 0,47; 0,43$ ). При цьому крупність зерна мала зворотню кореляцію з кількістю зерен у колосі ( $r = -0,41; -0,53; -0,32$ ), яка була істотною в 2020 та 2021 роках. Тобто зростання кількості зерен у колосі призводило до зменшення його крупності.

В умовах ІГС (табл. 3) пряму істотну кореляцію маси зерна з рослини протягом трьох років встановлено з кількістю зерен у колосі ( $r = 0,37; 0,53; 0,55$ ), масою

зерна з колоса ( $r = 0,83; 0,78; 0,76$ ). Продуктивність рослин також виявила істотну пряму кореляцію з висотою рослини ( $r = 0,32; 0,37$ , 2020–2021 рр.), кількістю продуктивних стебел ( $r = 0,73; 0,72$ , 2021–2022 рр. відповідно), довжиною колоса ( $r = 0,44; 0,53$ , 2021–2022 рр.) та масою 1000 зерен ( $r = 0,46; 0,54$ , 2020–2021 рр.).

Істотну пряму кореляцію висоти рослин встановлено з довжиною колоса ( $r = 0,39; 0,47$ , 2020 та 2022 рік відповідно), масою зерна з колоса ( $r = 0,34; 0,46$ , 2020 та 2021 рр.) та масою 1000 зерен ( $r = 0,33$ , 2021 р.).

Маса зерна з колоса виявила істотну пряму кореляцію протягом трьох років з довжиною колоса ( $r = 0,44; 0,50; 0,67$ ), кількістю зерен в колосі ( $r = 0,60; 0,71; 0,67$ ). Також встановлено пряму залежність продуктивності колоса від крупності зерна ( $r = 0,69; 0,42$ , 2021 та 2022 роки). Істотну зворотню кореляцію між масою 1000 зерен і кількістю зерен у колосі ( $r = -0,42$ ) встановлено лише в 2020 році.

Отже, встановлено, що кореляція продуктивності з іншими кількісними ознаками та між ознаками що формують продуктивність залежно від зони досліджень та умов року варіює переважно за тісністю та інколи змінює напрямок (прямий чи зворотній). Для вичленення основних кореляцій, що пов'язані з продуктивністю, було проведено аналіз за середніми значеннями ознак за три роки у трьох зонах (табл. 4, рис. 1).

У результаті було встановлено, що продуктивність найбільш тісно пов'язана з масою зерна з основного колоса ( $r = 0,77; 0,74; 0,78$ ) в усіх трьох зонах. Середній рівень істотної кореляції встановлений з довжиною колоса ( $r = 0,51; 0,35; 0,44$ ) та масою 1000 зерен ( $r = 0,40; 0,52; 0,54$ ). Кількість стебел з продуктивністю рослин істотно була пов'язана в умовах МІП та ІГС

Таблиця 2

## Коефіцієнти кореляції ознак ячменю ярого в умовах МІП

Ознака	Рік	Висота рослин	К-сть стебел	Довжина колоса	К-сть зерен в колосі	Маса зерна з колоса	Маса 1000 зерен
К-сть стебел	2020	-0,34*	1				
	2021	-0,37*					
	2022	-0,24					
Довжина колоса	2020	0,15	-0,22	1			
	2021	0,33*	0,02				
	2022	0,64*	-0,30				
К-сть зерен в колосі	2020	-0,14	-0,19	0,55*	1		
	2021	-0,03	0,11	0,63*			
	2022	0,35*	-0,29	0,79*			
Маса зерна з колоса	2020	0,05	-0,11	0,69*	0,57*	1	
	2021	0,10	0,07	0,44*	0,35*		
	2022	0,37*	-0,36*	0,70*	0,71*		
Маса 1000 зерен	2020	0,17	0,04	0,22	-0,41*	0,47*	1
	2021	0,23	0,03	0,03	-0,53*	0,47*	
	2022	0,08	-0,10	-0,06	-0,32	0,43*	
Маса зерна з рослини	2020	-0,04	0,33*	0,39*	0,09	0,72*	0,68*
	2021	-0,23	0,81*	0,26	0,22	0,58*	0,37*
	2022	0,17	0,39*	0,36*	0,35*	0,66*	0,45*

Примітка: \* – достовірно при  $P < 0,05$ .

Таблиця 3

## Коефіцієнти кореляції ознак ячменю ярого в умовах ІСГС

Ознака	Рік	Висота рослин	К-сть стебел	Довжина колоса	К-сть зерен в колосі	Маса зерна з колоса	Маса 1000 зерен
К-сть стебел	2020	-0,04	1				
	2021	0,07					
	2022	0,07					
Довжина колоса	2020	0,39*	-0,11	1			
	2021	0,29	0,19				
	2022	0,47*	0,11				
К-сть зерен в колосі	2020	0,21	-0,21	0,60*	1		
	2021	0,26	0,23	0,54*			
	2022	0,22	0,13	0,71*			
Маса зерна з колоса	2020	0,34*	-0,02	0,44*	0,60*	1	
	2021	0,46*	0,26	0,50*	0,71*		
	2022	0,29	0,11	0,67*	0,67*		
Маса 1000 зерен	2020	0,16	0,20	-0,24	-0,42*	0,23	1
	2021	0,33*	0,05	0,27	0,21	0,69*	
	2022	0,23	0,01	0,16	-0,16	0,42*	
Маса зерна з рослини	2020	0,32*	0,23	0,22	0,37*	0,83*	0,46*
	2021	0,37*	0,73*	0,44*	0,53*	0,78*	0,54*
	2022	0,23	0,72*	0,53*	0,55*	0,76*	0,31

Примітка: \* – достовірно при  $P < 0,05$ .

Таблиця 4

## Коефіцієнти кореляції ознак ячменю ярого в загальному досліді (три роки x три зони)

Ознака	Зона	Висота рослин	К-сть стебел	Довжина колоса	К-сть зерен в колосі	Маса зерна з колоса	Маса 1000 зерен
К-сть стебел	НСДС	-0,27	1				
	МІП	-0,35*					
	ІСГС	0,01					
Довжина колоса	НСДС	0,61*	-0,23	1			
	МІП	0,41*	-0,24				
	ІСГС	0,46*	-0,01				
К-сть зерен в колосі	НСДС	0,30	-0,16	0,78*	1		
	МІП	0,04	-0,16	0,68*			
	ІСГС	0,29	-0,02	0,66*			
Маса зерна з колоса	НСДС	0,30	-0,32*	0,73*	0,76*	1	
	МІП	0,16	-0,07	0,62*	0,54*		
	ІСГС	0,42*	-0,01	0,57*	0,64*		
Маса 1000 зерен	НСДС	0,09	-0,27	0,05	-0,21	0,48*	1
	МІП	0,16	0,09	0,00	-0,49*	0,43*	
	ІСГС	0,31	0,07	0,08	-0,16	0,55*	
Маса зерна з рослини	НСДС	0,15	0,29	0,51*	0,56*	0,77*	0,40*
	МІП	-0,03	0,53*	0,35*	0,24	0,74*	0,52*
	ІСГС	0,38*	0,57*	0,44*	0,46*	0,78*	0,54*

Примітка: \* – достовірно при  $P < 0,05$ .

( $r = 0,53; 0,57$ ). Залежність між продуктивністю рослин та кількістю зерен у головному колосі встановили в умовах НСДС та ІСГС ( $r = 0,56$  та  $0,46$  відповідно). Довжина стебла рослин ячменю ярого була істотно пов'язана з продуктивністю лише в умовах ІСГС ( $r = 0,38$ ).

Для зручності сприйняття, кореляції були графічно виражені у вигляді плеяд (рис. 1).

Так, в умовах ІСГС продуктивність рослини (7) мала пряму істотну кореляцію з усіма ознаками. В умовах НСДС та МІП продуктивність рослин ячменю ярого (7) мала пряму істотну кореляцію з чотирма ознаками: найбільш тісну з масою зерна з колоса (5), середню з довжиною колоса (3) та крупністю зерна (6), також з кількістю зерен у колосі (4, НСДС) й кількістю продуктивних

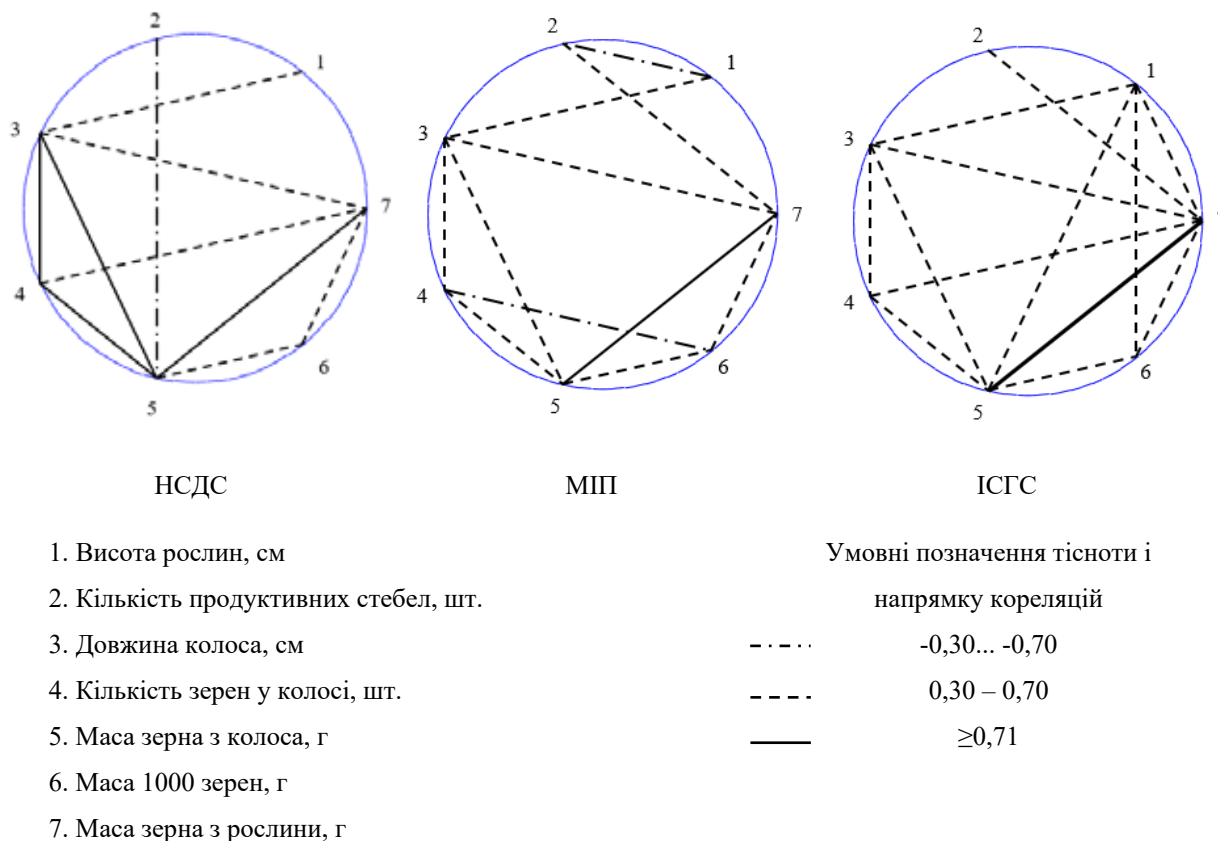


Рис. 1. Кореляційні плеяди ячменю ярого в різних зонах

Таблиця 5

Шляховий аналіз продуктивності рослини ячменю ярого з кількісними ознаками

Ознака	Зона дослід.	Висота рослин	К-сть стебел	Довжина колоса	К-сть зерен в колосі	Маса зерна з колоса	Маса 1000 зерен
Висота рослин	НСДС	<b>0,003</b>	-0,153	-0,046	0,338	-0,091	0,084
	МІП	<b>0,034</b>	-0,209	0,009	0,021	0,031	0,093
	ІСГС	<b>0,026</b>	-0,006	0,015	0,066	0,204	0,074
К-сть стебел	НСДС	-0,001	<b>0,589</b>	0,015	-0,179	0,117	-0,259
	МІП	-0,012	<b>0,593</b>	-0,005	-0,073	-0,019	0,050
	ІСГС	0,000	<b>0,571</b>	-0,002	-0,020	-0,008	0,020
Довжина колоса	НСДС	0,002	-0,120	<b>-0,076</b>	0,895	-0,235	0,043
	МІП	0,014	-0,141	<b>0,023</b>	0,317	0,148	-0,004
	ІСГС	0,012	-0,031	<b>0,033</b>	0,152	0,258	0,019
К-сть зерен в колосі	НСДС	0,001	-0,092	-0,059	<b>1,148</b>	-0,244	-0,190
	МІП	0,002	-0,092	0,015	<b>0,466</b>	0,135	-0,288
	ІСГС	0,007	-0,049	0,022	<b>0,230</b>	0,283	-0,040
Маса зерна з колоса	НСДС	0,001	-0,215	-0,056	0,879	<b>0,319</b>	0,409
	МІП	0,004	-0,043	0,013	0,244	<b>0,258</b>	0,256
	ІСГС	0,011	-0,010	0,018	0,137	<b>0,476</b>	0,134
Маса 1000 зерен	НСДС	0,000	-0,164	-0,004	-0,234	-0,140	<b>0,934</b>
	МІП	0,005	0,051	0,000	-0,231	0,113	<b>0,583</b>
	ІСГС	0,008	0,047	0,003	-0,038	0,268	<b>0,237</b>

стебел (2, МІП). З рис. 1 можна виділити ще один кластер взаємопов'язаних ознак: маса зерна з колоса (5) – довжина колоса (3); кількість зерен у колосі (4); маса 1000 зерен (6).

Зворотні кореляції між ознаками встановлені в умовах НСДС – маса зерна з колоса (5) з кількістю продуктивних стебел (2) та в умовах МІП – висота рослин (1) з кількістю продуктивних стебел (2) і кількість зерен у колосі (4) з масою 1000 зерен (6).

Отже, провівши аналіз середніх величин кореляцій в різних зонах для однакової вибірки сортів ячменю ярого, можна зробити висновок, що основними ознаками для добору на продуктивність є маса зерна з основного колоса, крупність зерна та довжина колоса. Ознаки продуктивне кушіння та кількість зерен у колосі можуть змінюватися під впливом середовища, тому добір за цими ознаками може бути не досить ефективним.

Аналіз шляху (*Path Analysis*) продуктивності ячменю ярого показав (табл. 5), що найбільш прямий позитивний ефект на продуктивність в умовах НСДС виявила кількість зерен в головному колосі (1,148), крупність зерна (0,934) та кількість продуктивних стебел (0,589). Найбільший негативний прямий вплив був від довжини головного колоса (-0,076).

Максимальний позитивний непрямий ефект визначений продуктивністю колоса через кількість зерен (0,879) та крупність зерна (0,409). Максимальне значення негативного непрямого ефекту становило -0,259 визначеного кількістю продуктивних стебел через крупність зерна.

В умовах МІП прямий позитивний ефект на продуктивність виявила кількість продуктивних стебел (0,593) та крупність зерна (0,583). Максимальний позитивний непрямий ефект визначений довжиною (0,317) та продуктивністю (0,244) колоса через кількість зерен. Також високий показник непрямого ефекту на продуктивність рослин виявила маса зерна з колоса виражена через крупність зерна (0,256). Максимальне значення негативного непрямого ефекту становило -0,288 визначеного кількістю зерен в колосі через крупність зерна.

В умовах ІСГС прямий позитивний ефект на продуктивність виявила кількість продуктивних стебел (0,571) та маса зерна з колоса (0,476). Максимальний позитивний непрямий ефект визначений кількістю зерен в колосі (0,283), крупністю зерна (0,268) та довжиною колоса (0,258) через масу зерна з колоса. Максимальне значення негативного непрямого ефекту становило -0,038 визначеного крупністю зерна через кількість зерен в колосі.

**Висновки.** В умовах трьох зон встановлено істотну високу пряму кореляцію маси зерна з рослини з продуктивністю колоса, крупністю зерна та довжиною колоса. У різних зонах, формування продуктивності, за показником аналізу шляху, залежало від різних ознак: в умовах НСДС найбільший прямий позитивний ефект на продуктивність виявила кількість зерен в головному колосі (1,148), потім крупність зерна (0,934) та кількість продуктивних стебел (0,589); в умовах МІП високий прямий позитивний ефект на продуктивність виявила кількість

продуктивних стебел (0,593) та крупність зерна (0,583); в умовах ІСГС прямий позитивний ефект на продуктивність виявила кількість продуктивних стебел (0,571) та маса зерна з колоса (0,476).

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Samonte S.O., Wilson L.T., Clung Mc.M. Path analysis of yield and yield-related traits of fifteen diverse rice genotypes. *Crop Science*. 1998, 38: 1130–1136.
- Sinebo W. Yield relationships of barleys grown in a tropical highland environment. *Crop Science*. 2002, 42: 428–437.
- Vasylenko A.O., Vus N.O., Ponurenko S.H., Shevchenko L.M., Bezuhlyi I.M., Glyantsev A.V. Advanced correlation analysis of the performance of pea varieties. *Селекція і насінництво*. 2023, Вип. 123. 6–17.
- Полякова І.О. Кореляційно-регресійний аналіз господарських ознак в селекційній роботі з льоном олійним. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2020, № 29. С. 92–101. DOI: 10.36710/ioc-2020-29-09.
- Перегрим О.Р. Кореляційні зв'язки між ознаками продуктивності в селекції конюшини повзучої (*Tifolium perens L.*). *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016, Вип. 59. С. 136–143.
- Жупина А.Ю., Базалій Г.Г., Усик Л.О., Марченко Т.Ю., Сучкова В.М., Міщенко С.В., Лавриненко Ю.О. Успадкування маси зерна колоса гібридами пшениці озимої різного еколого-генетичного походження в умовах зрошення. *Аграрні інновації*. 2022, № 14, С. 152–160. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.22>
- Riaz A.T., et al. Developing a Selection Criterion Using Correlation and Path Coefficient Analysis in Sunflower (*Helianthus Annuus L.*). *Helia*. 2019. 10.1515/helia-2017-0031.
- Wright S. Correlation and causation. *J. Agric. Res.* 1921, 20: 202–209.
- Selvaraja C.I., Nagarajan P. Inter relationship and path coefficient studies for qualitative traits, grain yield, and other yield attributes among maize (*Zea mays L.*). *Int. J. of Plant breeding and Genetics*. 2011, 5(3): 209–223.
- Desta Abebe Belete, Atsedemariam Tewachew, Mulugeta Bitew, Tafere Muluallem. Correlation and path coefficient studies for yield and its components of upland rice (*Oryza sativa L.*) in North Western Ethiopia. *Journal of Scientific Agriculture*. 2022, 6: 14–19 doi: 10.25081/jsa.2022.v6.7253.
- Drikvand R., Samiei K., Hossinpor T. Path coefficient analysis in Hulled Barley under rainfed condition, *Australian Journal of Basic and Applied Sci.* 2011, 5(12): 277–279.
- Saleh M.M., Salem K.F.M., Elabd A.B. Definition of selection criterion using correlation and path coefficient analysis in rice (*Oryza sativa L.*) genotypes. *Bull Natl Res Cent.* 2020, 44 (143). <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00403-y>.
- Vidya C, Jagtap V.S, Santhosh N. Correlation and path coefficient analysis for yield and yield attributing characters in chilli (*Capsicum annum L.*) genotypes. *Int J Curr Microbiol Appl Sci.* 2018, 7(1): 3265–3268. doi:10.20546/ijcmas.2018.701.390.
- Компанець К.В., Козаченко М.Р., Васько Н.І., Наумов О.Г., Солонечний П.М., Святченко С.І. Кореляція між кільк-

- кісними ознаками сортів ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2016, Вип. 109. С. 40–46.
15. Nessa D., Islam H., Mirza S.H., Azimuddin M., Genetic variability, correlation and path analysis in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Bangladesh J. Bot.*, 1998, 32: 181–185.
  16. Четверик О.О., Козаченко М.Р. Коефіцієнти кореляції та детермінації між ознаками сортів пшениці м'якої озимої. *Селекція і насінництво*. 2015, Вип. 107. С. 105–114.
  17. Mohammad Zaefizadeh, Marefat Ghasemi, Jafar Azimi, Majid Khayatnezhad and Babak Ahadzadeh; Correlation Analysis and Path Analysis for Yield and its Components in Hulled Barley. *Advances in Environmental Biology*. 2011, 5(1): 123–126.
  18. Sherwan Esmail Tofiq, Taban Najmalddin Hama Amin, Suaad Muhammad Sheikh Abdulla, Dana Azad Abdulkhaleq. Correlation and path coefficient analysis of grain yield and yield components in some barley genotypes created by full diallel analysis in sulaimani region for F<sub>2</sub> generation. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*. 2015, Vol. 5, Issue-4, P. 76–79.
  19. Hailu A., Alamerew S., Nigussie M., Assefa E. Correlation and Path Coefficient Analysis of Yield and Yield Associated Traits in Barley (*Hordeum vulgare* L.) *Germplasm. Adv Crop Sci*. 2016, Tech 4: 216. doi:10.4172/2329-8863.1000216.
  20. Matin M.Q.I. et al. *Int. J. Appl. Sci. Biotechnol.* 2019, Vol. 7(2): 243–247. DOI: 10.3126/ijasbt.v7i2.24635.
  21. Sheoran O.P., Tonk D.S., Kaushik L.S., Hasija R.C., Pannu R.S. Statistical Software Package for Agricultural Research Workers. Recent Advances in information theory, Statistics & Computer Applications by D.S. Hooda & R.C. Hasija Department of Mathematics Statistics, CCS HAU, Hisar. 1998, 139–143.
- REFERENCES:**
1. Samonte S.O., Wilson L.T., Clung Mc.M. (1998). Path analysis of yield and yield-related traits of fifteen diverse rice genotypes. *Crop Science* 38:1130-1136.
  2. Sinebo W. (2002). Yield relationships of barleys grown in a tropical highland environment. *Crop Science*. 42:428-437.
  3. Vasylenko A.O., Vus N.O., Ponurenko S.H., Shevchenko L.M., Bezuhlyi I.M., Glyantsev A.V. (2023). Advanced correlation analysis of the performance of pea varieties. *Plant Breeding and Seed Production*. 2023. 123. 6–17.
  4. Poliakova I.O. (2020). Koreliatsiino-rehresiyni analiz hospodarskykh oznak v selektsiinii roboti z lonom oliinym. [Correlation-regression analysis of economic traits in breeding of oil flax]. *Sci-Tech Bul IOC*, 29. 92–101. DOI: 10.36711/ioc-2020-29-09. [in Ukrainian].
  5. Perehrym O.R. (2016). Koreliatsiini zviyazky mizh oznakamy produktyvnosti v selektsii koniushyny povzuchoi (*Trifolium repens* L.). [Correlation relations among the marks of productivity in the breeding of creeping clovers (*Trifolium repens* L.)]. *Foothill and mountain agriculture and stockbreeding*. 59. 136–143. [in Ukrainian].
  6. Zhupyna A.Iu., Bazalii H.H., Usyk L.O., Marchenko T.Iu., Suchkova V.M., Mishchenko S.V., Lavrynenko Yu.O. (2022). Uspadkuvannia masy zerna kolosa hibrydamy pshenytsi ozymoi riznoho ekoloho-henetychnoho pokhodzhennia v umovakh zroshennia. [Inheritance of ear grain mass by winter wheat hybrids of different ecological and genetic origin under irrigation conditions]. *Agrarian innovations*. 14. 152–160. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.22 [in Ukrainian].
  7. Riaz, A.T., et al. (2019). Developing a Selection Criterion Using Correlation and Path Coefficient Analysis in Sunflower (*Helianthus Annuus* L.). *Helia*. 10.1515/helia-2017-0031.
  8. Wright S. (1921). Correlation and causation. *J. Agric. Res*, 20:202-209.
  9. Selvaraja C.I., Nagarajan P. (2011). Inter relationship and path coefficient studies for qualitative traits, grain yield, and other yield attributes among maize (*Zea mays* L.). *Int. J. of Plant breeding and Genetics*, 5(3): 209–223.
  10. Desta Abebe Belete, Atsedemariam Tewachew, Mulugeta Bitew, Tafere Mulualem. (2022). Correlation and path coefficient studies for yield and its components of upland rice (*Oryza sativa* L.) in North Western Ethiopia. *Journal of Scientific Agriculture*. 6: 14–19 doi: 10.25081/jsa.2022.v6.7253.
  11. Drikvand R., Samiei K., Hossinpor T. (2011). Path coefficient analysis in Hulled Barley under rainfed condition. *Australian Journal of Basic and Applied Sci.* 5(12): 277–279.
  12. Saleh M.M., Salem K.F.M., Elabd A.B. (2020). Definition of selection criterion using correlation and path coefficient analysis in rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. *Bull Natl Res Cent*. 44, 143 https://doi.org/10.1186/s42269-020-00403-y.
  13. Vidya C., Jagtap V.S., Santhosh N. (2018). Correlation and path coefficient analysis for yield and yield attributing characters in chilli (*Capsicum annum* L.) genotypes. *Int J Curr Microbiol Appl Sci*. 7(1): 3265–3268. doi:10.20546/ijcmas.2018.701.390.
  14. Kompanets K.V., Kozachenko M.R., Vasko N.I., Naumov O.G., Solonechniy P.N., Sviatchenko S.I. (2016). Koreliatsiia mizh kilkisnymy oznakamy sortiv yachmeniu yaroho. [Correlation between traits of spring barley varieties]. *Plant Breeding and Seed Production*. 109, 40–46. [in Ukrainian].
  15. Nessa D., Islam H., Mirza S.H., Azimuddin M. (1998). Genetic variability, correlation and path analysis in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Bangladesh J. Bot.*, 32: 181–185.
  16. Chetveryk O.O., Kozachenko M.R. (2015). Koeffitsiienty koreliatsii ta determinatsii mizh oznakamy sortiv psheynytsi miakoi ozymoi. [Coefficients of correlation and determination of soft winter wheat varieties traits]. *Plant Breeding and Seed Production*. 107, 105–114. [in Ukrainian].
  17. Mohammad Zaefizadeh, Marefat Ghasemi, Jafar Azimi, Majid Khayatnezhad and Babak Ahadzadeh. (2011). Correlation Analysis and Path Analysis for Yield and its Components in Hulled Barley. *Advances in Environmental Biology*, 5(1): 123–126.
  18. Sherwan Esmail Tofiq, Taban Najmalddin Hama Amin, Suaad Muhammad Sheikh Abdulla, Dana Azad Abdulkhaleq. (2015). Correlation and path coefficient analysis of grain yield and yield components in some barley genotypes created by full diallel analysis in sulaimani region for F<sub>2</sub> generation. *International*

- Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 5(4).76–79.
19. Hailu A., Alamerew S., Nigussie M., Assefa E. (2016). Correlation and Path Coefficient Analysis of Yield and Yield Associated Traits in Barley (*Hordeum vulgare* L.) *Germplasm. Adv Crop Sci.* 4:216. doi:10.4172/2329-8863.1000216.
  20. Matin M.Q.I. et al. (2019) *Int. J. Appl. Sci. Biotechnol.* 7(2): 243–247. DOI: 10.3126/ijasbt.v7i2.24635.
  21. Sheoran O.P., Tonk D.S., Kaushik L.S., Hasija R.C., Pannu R.S. (1998). Statistical Software Package for Agricultural Research Workers. Recent Advances in information theory, Statistics & Computer Applications by D.S. Hooda & R.C. Hasija Department of Mathematics Statistics, CCS HAU, Hisar (139–143).

#### Буняк Н.М. Кореляційний аналіз і аналіз шляху продуктивності та її компонентів у ячменю ярого

Кореляційний й аналіз коефіцієнтів шляху встановлює характер складних взаємозв'язків між урожайністю та її компонентами. **Мета** роботи полягає у визначенні коефіцієнтів кореляції 7-ми кількісних ознак рослин сортів і ліній ячменю ярого та результатів шляхового аналізу продуктивності (маси зерна з рослини) в різних еколого-географічних зонах. **Методи.** Провели аналіз за основними показниками продуктивності: довжина стебла, продуктивна кущистість, довжина колоса основного стебла, кількість зерен з колосу, маса зерна з колосу, маса зерен з рослини, маса 1000 зерен. Визначали парні коефіцієнти кореляції та аналіз коефіцієнта шляху продуктивності за допомогою програмного забезпечення OPSTAT.

**Результати.** Аналіз середніх величин кореляцій в різних зонах для однакової вибірки сортів ячменю ярого свідчить, що основними ознаками для добору на продуктивність є маса зерна з основного колоса, крупність зерна та довжина колоса. Ознаки продуктивне кушіння та кількість зерен у колосі можуть змінюватися під впливом середовища, тому добір за цими ознаками може бути не досить ефективним. **Висновки.** В умовах трьох зон встановлено істотну високу пряму кореляцію маси зерна з рослини з продуктивністю колоса, крупністю зерна та довжиною колоса. У різних зонах формування продуктивності, за показником аналізу шляху, залежало від різних ознак: в умовах НСДС найбільший прямий позитивний ефект на продуктивність виявила кількість зерен в головному колосі (1,148), потім крупність зерна

(0,934) та кількість продуктивних стебел (0,589); в умовах МІП високий прямий позитивний ефект на продуктивність виявила кількість продуктивних стебел (0,593) та крупність зерна (0,583); в умовах ІСГС прямий позитивний ефект на продуктивність виявила кількість продуктивних стебел (0,571) та маса зерна з колоса (0,476).

**Ключові слова:** ячмінь ярий, кореляції, аналіз шляху, продуктивність, добір.

#### Bunyak N.M. Correlation and path analysis of productivity and its components in spring barley

Correlation and analysis of path coefficients establishes the nature of complex interrelationships between productivity and its components. The **purpose** of the work is to determine the correlation coefficients of 7 quantitative plant traits of varieties and lines of spring barley and the results of a path analysis of productivity (grain weight per plant) in different ecological and geographical zones. **Methods.** The analysis was carried out according to the main indicators of productivity: plant height, productive tillering, spike length, kernel number per spike, grain weight per spike, grain weight per plant, weight of 1000 grains. Pairwise correlation coefficients and path coefficient analysis were determined using OPSTAT software.

**Results.** The analysis of average values of correlations in different zones for the same sample of spring barley varieties shows that the main characteristics for selection for productivity are grain weight per spike, weight of 1000 grains and spike length. The signs of productive tillering and kernel number per spike can change under the influence of the environment, so selection for these signs may not be effective enough. **Conclusions.** In the conditions of the three zones, a significant high direct correlation of grain weight per plant with grain weight per spike, weight of 1000 grains and spike length was established. In different zones, the formation of productivity, according to the path analysis indicator, depended on different signs: in the conditions of NSDS, the kernel number per spike (1.148), followed by weight of 1000 grains (0.934) and the productive tillering (0.589) showed the greatest direct positive effect on productivity; in the conditions of MIP, the productive tillering (0.593) and weight of 1000 grains (0.583) showed a high direct positive effect on productivity; in ISGS conditions, the productive tillering (0.571) and the grain weight per spike (0.476) showed a direct positive effect on productivity.

**Key words:** spring barley, correlations, path analysis, productivity, selection.