

УДК 635.655:631.527  
DOI: 10.37128/2707-5826-2026-2-14

**СУЧАСНІ МОДЕЛІ  
ПРОДУКТИВНОСТІ  
НОВИХ ПЕРСПЕКТИВНИХ  
СОРТІВ СОЇ**

**Л. Г. БІЛЯВСЬКА**, доктор с.-г. наук,  
професор  
**А. О. ДІЯНОВА**, аспірантка  
Полтавський державний аграрний  
університет

*Мета.* Розробити загальну модель для сортів сої та встановити цінність господарських ознак й кореляційні зв'язки між ними. *Методи.* Польові досліді проводили впродовж 2022–2024 рр. у селекційній сівозміні ФГ «Грига» (Полтавська обл.). Об'єктом досліджень слугували нові українські сорти полтавської селекції. *Результати.* Розроблена модель та проведено комплексний аналіз морфогенетичних та генеративних параметрів сортів сої дозволили встановити цілісну систему закономірностей, що визначають формування їх продуктивності. Встановлено, що вегетативний блок ознак – висота рослин, кількість гілок та вузлів – формує фундамент продуктивності. Генеративний блок характеризується високим ступенем кореляційної впорядкованості: кількість бобів майже лінійно залежить від кількості вузлів, а кількість насінин – від кількості бобів. Визначено, що для всіх сортів формування насіння визначається кількістю насінин. Кореляції між кількістю насінин і масою насіння сягають значень  $r = 0,85-1,00$ , що підкреслює домінування екстенсивного шляху продуктивності. Урожайність сортів відрізняється високою залежністю від маси насіння з рослини ( $r = 0,87-0,98$ ). Така закономірність підтверджує, що внутрішня структура продуктивності функціонує ефективно, а індивідуальна продуктивність рослин практично повністю трансформується в урожайність посіву. Сорти виявилися мало варіабельними у морфогенезі, але водночас демонструють нерівномірну кореляційну чіткість й інтенсивність генеративного розвитку. *Висновки.* Отримані результати дозволяють надати характеристику перспективним сортам, прогнозувати їх пристосованість до умов середовища та оцінити зв'язок між ознаками у формуванні врожайності культури рослин сої.

**Ключові слова:** соя, генотип, селекція, сорт, модель, ознака, кореляція, елементи продуктивності, врожайність.

**Табл. 5., Рис. 1., Літ. 20.**

**Постановка проблеми.** Пріоритетним сучасним завданням для селекціонерів є створення сортів із специфічними механізмами самоналаштування, які забезпечуватимуть оптимальне функціонування рослин у будь яких умовах середовища [1-3]. За різних ґрунтово-кліматичних умов України сорт повинен мати підвищену адаптивність, пристосованість [4-5] та самостійно регулювати закладену генетичну інформацію. Тому, модель сорту сої, яка має значний пріоритет у їх створенні, повинна містити наступну базу даних: енергетичний потенціал регіону вирощування, деталізовану характеристику селекційних і господарських ознак із впливом головних на продуктивність, якість насіння та пристосованість проти несприятливих чинників середовища [6]. У даному випадку, важливими стають знання щодо біологічних процесів й управління ними. Моделювання повинно бути інформаційним. А управління інформаційними даними – головним завданням для розробки моделі сорту [7].



Слід чітко знати та враховувати залежність урожайності й технологічних властивостей від сортотипу (комплекс морфологічних ознак сорту).

**Аналіз останніх досліджень** Для кожного регіону слід підбирати сорти з урахуванням ґрунтових й кліматичних умов. Але, частіше, де ведеться селекція сої, там й пристосованість сорту оптимальна і в найбільшій мірі розкривається потенціал його врожайності [8]. Так, у полтавському селекцентрі ПДАУ МОН України вже частково деталізована й обґрунтована модель для окремих скоростиглих сортів сої [9]. Ряд науковців вважає, що насамперед слід скласти математичну модель сорту. Але модель для окремих груп стиглості також важлива тому що це своєрідний потенціал, особливості реакції на комплекс факторів середовища. Максимальна продуктивність рослин сої завжди формується за рахунок оптимальному співвідношенню всіх кількісних та якісних показників продуктивності. Ліміт будь-якого фактору, особливо у сприятливих умовах розвитку рослин, може підтримуватися за рахунок одного або комплексу інших елементів структури. Кожний елемент продуктивності рослини формується послідовно на різних етапах органогенезу. Кожний етап розвитку рослин сої потребує особливих умов. Ці вимоги можуть мати різні межі, варіювати, а іноді можуть бути контрастними. Присутні у рослин сої взаємовідносини досить різноманітні [9]. Частіше формування таких зв'язків складають наступні показники: висота рослини, висота прикріплення нижнього бобу, товщина стебла, кількість вузлів, кількість бобів з рослини, кількість насінин з рослини, маса насіння з рослини, маса 1000 шт. насінин, які головним чином пов'язують з продуктивністю. Використовують також індекси, що являють собою співвідношення між цими ознаками. Формування однієї ознаки відбувається в комплексі з іншими. Іноді одні обмежують інші, а для других вони можуть слугувати своєрідним каталізатором [10]. Несприятливі умови вирощування значно знижують загальний потенціал сорту. Формування елементів продуктивності залежить від фізіологічного стану рослини [11-12]. Значний вплив на рослини має чинники, що пов'язані з порушенням головних складових технології вирощування. Але, закладений у насінні потенціал сорту може демонструвати стійкість проти вилягання, розтріскування бобів, посухостійкість, адаптивність та пристосованість до умов вирощування [13-14]. Межі варіабельності кожного окремого елемента структури продуктивності можливі у визначених межах його пластичності [15]. За практичної побудови моделі сорту сої з відповідними залежностями (між основними елементами продуктивності) обов'язково слід враховувати їх групу стиглості, згідно з Міжнародним класифікатором [16]. Такі сорти мають різну тривалість періоду вегетації. Тому, відбувається перерозподіл структурних ознак і змінюється внесок кожної ознаки у кінцеву продуктивність рослин [17].

*Мета досліджень* – встановити цінність господарських ознак та кореляційні зв'язки розробити загальну модель для групи сортів сої і перспективних селекційних ліній та встановити особливості впливу умов вирощування на формування основних елементів продуктивності сої.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проводили впродовж 2022-2024 рр. на території ФГ «Грига» Полтавського району. Тип ґрунту – чорнозем опідзолений. Кислотність – нейтральна, або слабо-кисла (рН 6,3). Вміст гумусу – 3,6 %. Умови розташування дослідів – зона недостатнього зволоження. Клімат помірно-континентальний. Річна кількість опадів коливається за роками і становить 280-510 мм. Сума температур вище 10 С становить 2700-2900 С. Волога є лімітуючим фактором. Але, застосування сучасної технології вирощування сої частково усуває обмежуючий вплив дефіциту вологи. Досліджували нові українські сорти: ‘Анніт’, ‘Моріон’, ‘Сердолік’, ‘Цитрин’. Площа облікової ділянки – 25 м<sup>2</sup>. Попередник – пшениця озима. Технологія вирощування сої – загальноприйнята для регіону. Фенологічні спостереження та аналіз елементів продуктивності здійснювали за Методикою проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні [18]. Для визначення структури фенотипової продуктивності сортів сої застосовували еколого-генетичну модель кількісних ознак [19]. В основу побудови моделі покладено ієрархічність прояву ознак продуктивності в онтогенезі та відповідність їх прояву в органогенезі. За результуючі ознаки беруться ті, що мають між собою екологічно стабільні зв'язки та найвищий сумарний внесок у кінцеву результуючу ознаку – масу насіння з рослини. Статистичний аналіз досліджень здійснювали за методичними вказівки [20].

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Сорт сої Моріон формував стабільний фенотип з комплексом ознак й високою внутрішньою узгодженістю елементів продуктивності. У середньому, рослини досягали висоти 64,0 см. Варіабельність цієї ознаки не перевищувала 5,6 %, що засвідчує помірну однорідність вегетативного розвитку. Висота прикріплення нижнього бобу становила 10,7 см за середньої її варіабельності (CV = 14,3 %). Це вказує на реакцію ранніх генеративних структур до умов середовища. Сорт стабільно формував приблизно 3 гілки на рослину й це свідчить про фіксовану архітектоніку кущення. Кількість вузлів на головному стеблі досягала 15,3 шт. (CV = 3,8 %), що свідчить про високу стабільність (табл. 1). На рослинах, у середньому, формувалось 82,3 боби (CV = 7,8 %). Загальна кількість насінин досягала 163,3 шт. з варіабельністю 10,8 %. Масу 1000 насінин у цього сорту була на рівні 173,3 г. Варіабельність ознаки (4,4 %) свідчить про стабільний генетично контрольований процес наливу. Маса насіння з однієї рослини досягала 28,3 г (CV = 14,7 %), що було передумовою формування врожайності на рівні 3,0 т/га (CV = 21,7 %). Кореляційний аналіз внутрішньої структури складових продуктивності демонструє послідовну ієрархію залежностей. Висота рослин помірно позитивно корелювала з кількістю вузлів ( $r = 0,72$ ). Сорт Моріон реалізує свій вегетативний потенціал через пропорційне збільшення кількості міжвузлів. Водночас, висота рослин виявляла негативну кореляцію з висотою прикріплення нижнього бобу ( $r = - 0,54$ ).

Таблиця 1

## Кількісні ознаки сої культурної сорту Моріон, 2022-2024 рр.

Показник	Середнє	min	max	CV, %
Висота рослин, см	64,0	60	67	5,6
Висота кріплення нижнього бобу, см	10,7	9	12	14,3
Кількість гілок, шт.	3,0	3	3	0,0
Кількість вузлів, шт.	15,3	15	16	3,8
Кількість бобів, шт.	82,3	75	87	7,8
Кількість насінин, шт.	163,3	145	180	10,8
Маса 1000 насінин, г	173,3	165	180	4,4
Маса насіння з рослини, г	28,3	25	33	14,7
Урожайність, т/га	3,0	2,5	3,7	21,7

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Хоча кореляційний зв'язок між кількістю вузлів і кількістю бобів був слабшим ( $r = 0,36$ ) порівняно з іншими сортами, але така особливість свідчить, що Моріон частково компенсує потенціал бобоутворення не лише кількістю вузлів, а й іншими елементами. Кількість бобів мала тісний позитивний зв'язок із кількістю насінин ( $r = 0,96$ ). Сорт характеризується винятковою стабільністю насінневої наповненості бобів, і за збільшення кількості бобів у нього одночасно збільшувалась загальна кількість насінин.

Кількість насінин тісно пов'язана з масою насіння з рослини ( $r = 0,93$ ), що підтверджує здатність сорту ефективно трансформувати збільшення насінневого потенціалу в реальну продуктивність. Маса насіння з рослини і врожайністю має максимально можливий рівень кореляції ( $r = 1,00$ ). Загалом модель продуктивності сорту Моріон демонструє збереження дуже стабільного гілкування, помірного вегетативного зростання та надзвичайно сильного контролю над насінневою продуктивністю. Сорт Моріон формує врожайність через механізм максимальної стабілізації генеративного блоку ознак. Зберігає сталі морфофізіологічні параметри, що дозволяє ефективно реалізовувати продуктивність. Таким чином, цей сорт є перспективним для технологій, орієнтованих на стабільність продуктивності й мінімальну залежність від коливань погодних факторів.

Сорт сої *Сердолік* демонстрував комплекс ознак, характерних для генотипів із добре структурованою системою формування продуктивності. Середня висота рослин цього сорту (74,7 см) мала відносно низький рівень варіабельності ( $CV = 6,6\%$ ). Висота прикріплення нижнього бобу у сорту становила 11,7 см з варіабельністю цієї ознаки  $CV = 9,9\%$ . Гілкування становило у середньому 2,0 гілки на рослині (табл. 2).

Кількість вузлів на головному стеблі становили 14,0 шт. і характеризувалась помірною варіабельністю ( $CV = 7,1\%$ ). Цей показник є однією з ключових ознак, що визначають потенціал бобоутворення, і саме він відображає структурні можливості сорту.

Таблиця 2

**Кількісні ознаки сої культурної сорту Сердолік, 2022-2024 рр.**

Показник	Середнє	min	max	CV, %
Висота рослин, см	74,7	69	78	6,6
Висота кріплення нижнього бобу, см	11,7	11	13	9,9
Кількість гілок, шт.	2,0	2	2	0,0
Кількість вузлів, шт.	14,0	13	15	7,1
Кількість бобів, шт.	66,7	59	71	10,0
Кількість насінин, шт.	143,0	128	155	9,6
Маса 1000 насінин, г	185,0	165	205	10,8
Маса насіння з рослини, г	26,3	21	30	17,9
Урожайність, т/га	3,0	2,3	3,8	25,7

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

На рослинах *Сердоліка* формувалось 66,7 бобів ( $CV = 10,0\%$ ), що свідчить про добре виражений, але частково варіабельний генеративний потенціал. Кількість насінин становила 143 шт. з варіабельністю 9,6%. Маса 1000 насінин сягала 185,0 г за варіабельності  $CV = 10,8\%$ . Середня маса насіння з рослини становила 26,3 г ( $CV = 17,9\%$ ) й забезпечувала врожайність у межах 3,0 т/га, яка супроводжувалась суттєвою варіабельністю  $CV = 25,7\%$ . Ієрархічна система зв'язків між ознаками продуктивності в *Сердоліку* є однією з найбільш виражених серед сортів, що розглядалися. Висота рослин має сильний позитивний вплив на кількість вузлів ( $r = 0,91$ ). Ще більш вираженим є негативний зв'язок між висотою рослин і висотою прикріплення нижнього бобу ( $r = -0,99$ ). Така залежність є показником сильної компенсаторної регуляції. Кількість вузлів є базовою структурною ланкою моделі й тісно визначає кількість бобів ( $r = 0,90$ ). Цей майже лінійний зв'язок відображає високий потенціал сорту до генеративної реалізації вегетативного каркасу. Наступний етап – перехід від бобів до насінин – характеризується так само високою щільністю зв'язку ( $r = 0,92$ ). Характерно, що кількість насінин позитивно корелює з масою 1000 насінин ( $r = 0,65$ ).

Це вказує на високу фотосинтетичну продуктивність рослин у період наливу насіння, а також на активне «джерело-депо». Найсильнішим структурним зв'язком у моделі є кореляція між кількістю насінин і масою насіння з рослини ( $r = 0,85$ ). Залежність між масою насіння з рослини й урожайністю має високу силу ( $r = 0,88$ ), а це означає, що врожайність у посівах сорту *Сердолік* майже повністю визначається індивідуальною продуктивністю кожної рослини та ступенем реалізації її генеративного потенціалу. Таким чином, сорт *Сердолік* належить до генотипів із сильно інтегрованою, високо кореляційно впорядкованою моделлю продуктивності, де кожен етап формування врожаю є логічним продовженням попереднього. Сорт поєднує високу структурну стабільність вегетативних ознак, чіткий контроль бобоутворення й ефективний механізм наливу насіння.

Тому, модель продуктивності сорту *Сердолік* можна охарактеризувати як модель структурно-консервативного типу з високим рівнем генетичної узгодженості ознак, що забезпечує стабільне формування врожаю за різних умов вирощування.

Сорт сої *Цитрин* характеризується вираженою генеративною спрямованістю продуктивності та водночас зберігає високу структурну стабільність більшості кількісних ознак. За висоти рослини 75,3 см, варіабельність цієї ознаки є низькою ( $CV = 5,0 \%$ ). Висота прикріплення нижнього бобу – 12,0 см за повної відсутності варіабельності, що є унікальною рисою для сортів сої та свідчить про надзвичайно жорстку генетичну фіксацію цієї ознаки. Гілкування сорту *Цитрин* є розвиненим – в середньому 4,3 гілки, з варіабельністю –13,3 %. Це свідчить про певну пластичність реакції рослин сорту на умови середовища. Середня кількість вузлів становила 16,0 ( $CV = 12,5 \%$ ). Саме цей показник є базовим структурним елементом продуктивності сорту (табл. 3).

Таблиця 3

**Кількісні ознаки сої культурної сорту Цитрин, 2022-2024 рр.**

Показник	Середнє	min	max	CV, %
Висота рослин, см	75,3	71	78	5,0
Висота кріплення нижнього бобу, см	12,0	12	12	0,0
Кількість гілок, шт.	4,3	4	5	13,3
Кількість вузлів, шт.	16,0	14	18	12,5
Кількість бобів, шт.	77,0	67	87	13,0
Кількість насінин, шт.	167,0	141	200	18,0
Маса 1000 насінин, г	165,0	160	175	5,2
Маса насіння з рослини, г	27,3	25	31	11,8
Урожайність, т/га	2,9	2,6	3,6	19,7

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Генеративний блок ознак у сорту *Цитрин* є потужним і має певні особливості. Середня кількість бобів становила 77,0 шт. при варіабельності 13,0 %. Кількість насінин сягала 167,0 шт., за варіабельності цього показника 18,0 %. Маса 1000 насінин перебувала на рівні 165 г ( $CV = 5,2 \%$ ). Маса насіння з рослини досягала 27,3 г ( $CV = 11,8 \%$ ), що забезпечувало середню врожайність 2,9 т/га. Висота рослин суттєво впливає на кількість вузлів ( $r = 0,79$ ), підтверджуючи ключову роль цієї ознаки. Відмічено тісний зв'язок між кількістю вузлів і кількістю бобів ( $r = 1,00$ ). Така абсолютна кореляція фактично свідчить про пряме перетворення потенціалу вузлоутворення у генеративну продуктивність. Рослина реалізує майже кожен сформований вузол як майбутній генеративний елемент, що значно підвищує продуктивність. Кількість бобів тісно визначає кількість насінин ( $r = 0,98$ ). Водночас, між кількістю насінин і масою 1000 насінин встановлено сильну негативну кореляцію ( $r = -0,75$ ).

Цей компенсаторний механізм притаманний сортам, які мають високу інтенсивність утворення насінин, але за певних стресових умов змушені розподіляти ресурси між їх кількістю та масою. Цей зв'язок не порушує цілісність моделі. Однак відображає обмеження у фізіологічній здатності рослини забезпечувати повний налив усіх насінин у разі інтенсивного формування бобів. Найвагомішою ознакою продуктивності є маса насіння з рослини, яка майже повністю визначається кількістю насінин ( $r = 0,89$ ). Урожайність сорту, у свою чергу, тісно пов'язана з масою насіння з рослини ( $r = 0,99$ ), що підтверджує силову структуру моделі: практично вся варіація врожайності визначається індивідуальною продуктивністю окремої рослини. Модель сорту *Цитрин* має сильно виражену генеративну домінанту. Таким чином, сорт є типовим представником сортів інтенсивного типу, у яких урожайність формується через нарощування біологічного потенціалу рослини.

Сорт сої *Анніт* належить до генотипів з інтенсивним типом продуктивності, у яких вирішальну роль у формуванні урожаю відіграє поєднання високої насінневої продуктивності та збалансованого морфогенезу (табл. 4). Рослини в середньому були висотою 68,0 см, з варіабельністю ознаки 6,4 %. Висота прикріплення нижнього бобу становила 11,3 см за варіабельності 10,2 %. Сорт *Анніт* мав у середньому 2,3 гілки на рослину. Але, варіабельність цього показника дуже висока – 24,7 %, що свідчить про значну реакцію сорту на густоту стояння, освітленість та конкуренцію всередині ценозу. Середня кількість вузлів – 14,0 шт. за нульовою варіабельністю. У сорту, таким чином, кількість вузлів виступає стабільним структурним фундаментом, який не реагує на зміну умов вирощування. На рослинах формувалось 98,7 бобів. Варіабельність ознаки становить 15,5 %.

Таблиця 4

**Кількісні ознаки сої культурної сорту Анніт, 2022-2024 рр.**

Показник	Середнє	min	max	CV, %
Висота рослин, см	68,0	63	71	6,4
Висота кріплення нижнього бобу, см	11,3	10	12	10,2
Кількість гілок, шт.	2,3	2	3	24,7
Кількість вузлів, шт.	14,0	14	14	0,0
Кількість бобів, шт.	98,7	82	112	15,5
Кількість насінин, шт.	216,3	186	250	14,9
Маса 1000 насінин, г	186,7	185	190	1,5
Маса насіння з рослини, г	40,0	35	46	13,9
Урожайність, т/га	3,9	3,5	4,5	13,6

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Кількість насінин з рослини досягала 216,3 шт. ( $CV = 14,9$  %), а маса 1000 насінин характеризувалась дуже низькою варіабельністю – лише 1,5 % при середньому значенні 186,7 г. Маса насіння з рослини сягала 40 г ( $CV = 13,9$  %). Це найвищий показник серед усіх досліджуваних сортів, що забезпечує урожайність на рівні 3,9 т/га.

Кількість гілок негативно корелювала з висотою рослин ( $r = -0,99$ ), що є нетиповим для більшості сортів сої. Це є показником адаптивної архітектонічної реакції, яка дозволяє рослині компенсувати структурні обмеження (рис.1). Водночас сорт демонструє відсутність сильних структурно-морфогенетичних зв'язків, що становить контраст із сортами *Цитрин* і *Сердолік*. Кількість бобів тісно корелює з кількістю насінин ( $r = 0,96$ ). Водночас між кількістю насінин і масою 1000 насінин встановлено сильну негативну залежність ( $r = -0,82$ ), що вказує на класичний компенсаторний механізм: чим більша кількість насінин, тим менший їх розмір. Кількість насінин мав абсолютний зв'язок із масою насіння з рослини ( $r = 1,00$ ), що свідчить про відсутність втрат у процесах наливу та дозрівання. Сорт повністю реалізує свій потенціал. Маса насіння з рослини майже повністю визначає врожайність ( $r = 0,98$ ).

Узагальнення кореляційної системи сорту *Анніт* дозволяє охарактеризувати його як найбільш продуктивний. Її домінуючим елементом є надзвичайно потужний генеративний блок. Сорт використовує класичний компенсаторний механізм. Таким чином, сорт *Анніт* можна охарактеризувати як високопродуктивний, інтенсивний генотип із потужною насінневою реалізацією. Сорт *Анніт* є одним із найперспективніших генотипів для інтенсивних технологій вирощування, що потребують високої реалізації потенціалу за стабільних або помірно стресових умов.

Незважаючи на відмінності між сортами, усі вони демонструють єдину організаційну закономірність: продуктивність формується через градуальний вплив вегетативних параметрів на генеративні структури і завершальну трансформацію в масу насіння та урожайність (табл. 5).

Таблиця 5

## Узагальнена модель сортів сої культурної, 2022-2024 рр.

Показник	Середнє	min	max	CV, %
Висота рослин, см	71,3	63	80	8,5
Висота кріплення нижнього бобу, см	11,1	9	13	11,0
Кількість гілок, шт.	2,9	2	5	31,9
Кількість вузлів, шт.	14,4	12	18	10,8
Кількість бобів, шт.	80,6	59	112	16,7
Кількість насінин, шт.	168,5	128	250	19,2
Маса 1000 насінин, г	180,9	160	200	7,8
Маса насіння з рослини, г	30,2	21	46	20,6
Урожайність, т/га	3,1	2,3	4,5	21,1

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Роль гілкування у загальній моделі варіює залежно від сорту. У скоростиглих сортів гілкування зазвичай є обмеженим через стислий період органогенезу. Ознака «кількість вузлів на головному стеблі» є центральною ознакою всієї структури продуктивності.

Показник кількості бобів демонструє лінійну залежність від вузлової структури – від  $r = 0,95$  до  $r = 1,00$ , що свідчить про майже математично точний перехід морфологічного потенціалу у генеративний. У переважній більшості випадків кореляція між бобами та насінинами становить 0,94-0,98, тобто система відзначається високою біологічною надійністю (рис. 1).

**Етапи органогенезу:**

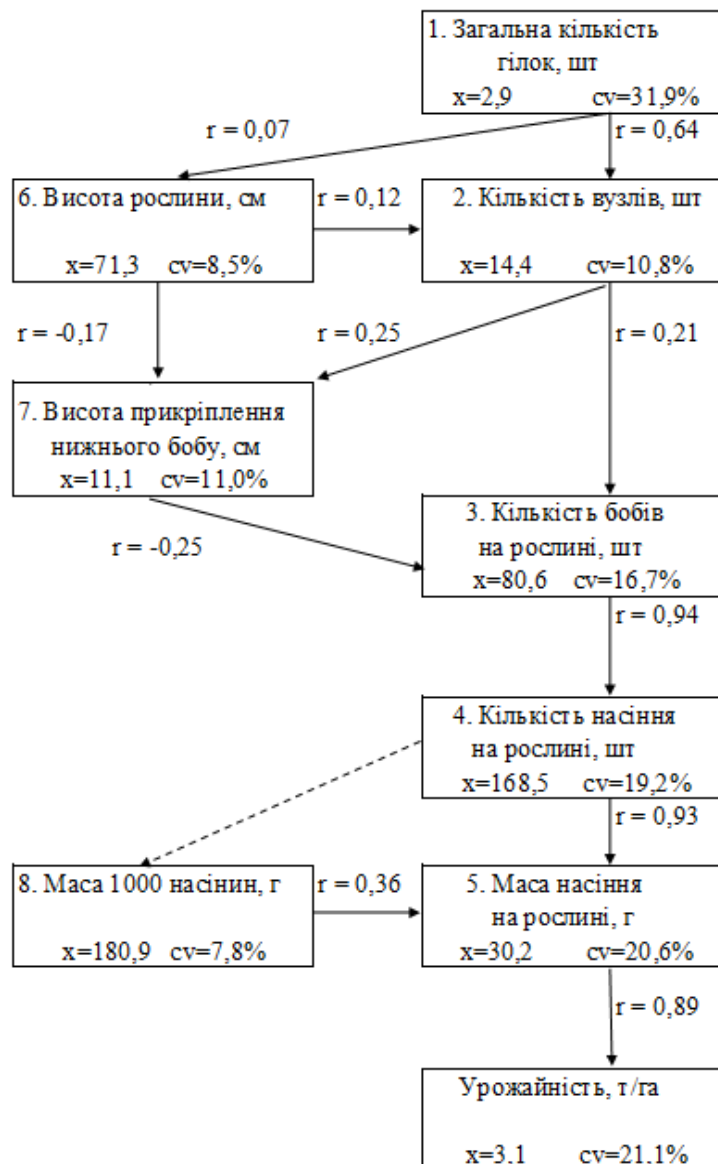
I-III - диференціація стебла, закладання конуса, наростання конуса 2-го порядку.

III, IV - диференціація суцвіть.

IV, V - диференціація квіток.

VI-IX - утворення пилку, зав'язі, цвітіння, запліднення.

X-XII - формування і дозрівання насіння.



**Рис. 1.** Підсумкова модель продуктивності фенотипу сортів сої, 2022-2024 рр.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Маса насіння з рослини є інтегральною ознакою, що акумулює вплив усіх попередніх ознак. У моделі продуктивності сортів сої саме кількість насінин з рослини є головним детермінантом цього показника, про що свідчать кореляції  $r = 0,90-1,00$ , отримані для досліджуваних сортів. Маса 1000 насінин доповнює цю модель. Кореляції маси насіння з рослини із урожайністю у сортів коливаються в межах 0,90-0,98, що свідчить про майже повну трансформацію індивідуальної продуктивності в урожайність агроценозу.

Вегетативні ознаки визначають каркас продуктивності; вузлова структура – потенціал генеративного розвитку; кількість бобів і насінин – інтенсивність реалізації потенціалу; маса 1000 насінин – якісну характеристику наливу; а маса насіння та урожайність – завершальну інтегральну оцінку всієї моделі. Ця система вирізняється високою кореляційною узгодженістю, що робить продуктивність сортів сої передбачуваною та чітко структурованою в межах генетично детермінованих можливостей кожного сорту.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Встановлено, що вегетативний блок ознак – висота рослин, кількість гілок та вузлів формує фундамент продуктивності. Генеративний блок характеризується високим ступенем кореляційної впорядкованості: кількість бобів майже лінійно залежить від кількості вузлів, а кількість насінин – від кількості бобів. Кореляції між кількістю насінин і масою насіння сягають значень  $r = 0,85-1,00$ , що підкреслює домінування екстенсивного шляху продуктивності. Урожайність сортів відзначається надзвичайно високою залежністю від маси насіння з рослини ( $r = 0,87-0,98$ ). Така закономірність підтверджує, що внутрішня структура продуктивності функціонує ефективно, а індивідуальна продуктивність рослин практично повністю трансформується в урожайність. Сорти є доволі стабільними у морфогенезі та демонструють вищу кореляційну залежність і більшу інтенсивність генеративного розвитку, що робить їх цінними для виробників сої.

### Список використаної літератури

1. Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Діянова А. О., Мирний М. В. Сорти сої для Степу та Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 135–140. DOI: 10.31210/visnyk2021.01.16.
2. Sichkar V., Orekhivskiy V., Bilyavskaya L., Kryvenko A., Solomonov R., Diyanova A. Use of soybean genetic resources to create highly adaptive varieties. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2022. Vol.12, Issue 1. P. 3-14. DOI: <https://doi.org/10.31407/ijeess12.1>.
3. Mazur O., Kupchuk I., Biliavska L., Biliavskiy Y., Voloshyna O., Mazur O., Razanov S. Ecological plasticity and stability of soybean varieties under climate change in Ukraine. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*. 2023. Vol. 26, Issue 4. P. 398–411. DOI: <https://doi.org/10.15414/afz.2023.26.04.398-411>.
4. Biliavska L., Biliavskiy Y., Mazur O., Mazur O. (2021). Adaptability and breeding value of soybean varieties of Poltava breeding. *Bulgarian Journal of Agricultural Scienc.* Vol. 27 (2). P. 312–322.
5. Білявська Л.Г., Білявський Ю.В., Мазур О.В., Мазур О.В. Адаптивність та селекційна цінність сортів сої за вирощування в різних ґрунтово-кліматичних умовах України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 3 (22). С. 96-107. DOI:10.37128/2707-5826-2021-3-8.

6. Білявська Л., Діянова А. Модель дуже скоростиглих сортів сої в умовах зміни клімату для зон Степу І Лісостепу України. *Грааль науки*, 2021. № 4. С. 160-165. DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.07.05.2021.029>.
7. DeJong T. M., Da Silva D., Vos J., Escobar-Gutierrez A. J. Using functional-structural plant models to study, understand and integrate plant development and ecophysiology. *Ann. Bot.* 2011. Vol. 108, Issue 6. P. 987–989. DOI: 10.1093/aob/mcr257.
8. Messina C.D., Jones J.W., Boote K.J., Vallejos C.E. A gene-based model to simulate soybean development and yield responses to environment. *Crop Sci.* 2006. Vol. 46, Issue. 1. P. 456–466. DOI: 10.2135/cropsci2005.04-0372.
9. Білявська Л.Г. Господарсько-цінні ознаки, їх рівень та кореляційні зв'язки у потомствах гібридних популяцій сої. *Scientific Progress & Innovations*, 2024. Вип. 27 (2). С. 6-11. DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.02.01>.
10. Fournier C., Andrieu B., Buck-Sorlin G. Functional-Structural modelling of Gramineae. *Functional Structural Plant Modelling in Crop Production*. Dordrecht : Springer. 2007. P. 175–186. DOI: 10.1007/1-4020-6034\_3\_15.
11. Діянова А.О., Кулик М.І. (2024). Формування насінневої продуктивності сої залежно від біометричних показників рослин та умов року вирощування. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*, № 32. С. 93–103. DOI: <https://doi.org/10.47414/nr.32.2024.326050>.
12. Діянова А.О., Кулик М.І. (2025). Формування урожайності сої залежно від сортового складу та умов вирощування. *Аграрні інновації*. 2025. № 30. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.30.28>.
13. Mazur O., Kupchuk I., Voloshyna O., Mazur O., Biliavska L., Poltoretskiy S. Adaptive Value of Soybean Varieties by the Seed Quality Parameters. *Acta fytotechn zootechn*, 2024. Vol. 27, Issue 2. P. 157–171. DOI: <https://doi.org/10.15414/afz.2024.27.02.157-171>.
14. Mazur O., Mazur O., Zayka K., Didur I., Biliavska L., Tsyhanskyi V., Verheles P. Variability of soybean varieties in terms of yield components and yield in the conditions of the Forest-Steppe of Right-Bank Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 2025, Vol. 26, Issue 7. P. 186–195. DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/205208>.
15. Karpuk L., Prysiazhniuk O. Construction of multiple regressive models of sugar beet growth and development. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. 2014. Вип. 2. С. 74–82.
16. Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine max* (L.) Merr. / укладачі : Л. Н. Кобизева, В. К. Рябчун, О. М. Безугла та ін. Харків, 2004. 37 с.
17. Mohanty M., Probert M.E., Sammi Reddy K., Dalal R.C., Mishra A.K., Subba Rao A., Singh M., Menzies N.W. Simulating soybean-wheat cropping system: APSIM model parameterization and validation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2012. Vol. 152. P. 68–78. DOI: 10.1016/j.agee.2012.02.013.

18. Ткачик С.О. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 82 с.

19. Базиленко Є.О., Марченко Т.Ю., Лавриненко Ю.О. Прояв і мінливість ознаки «кількість бобів на продуктивних вузлах рослини» у гібридів та сортів сої різних груп стиглості. *Аграрні інновації*. 2022. № 15. С.128–133. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.19>.

20. Статистичний аналіз агрономічних досліджень даних в пакеті Statistica 6.0: методичні вказівки. уклад.: Е.Р. Ермантраут, О.І. Присяжнюк, І.Л. Шевченко. Полтава: Поліграф Консалтинг, 2007. 55 с.

### Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Biliavska L.H., Biliavskiy Yu.V., Diianova A.O., Myrnyi M.V. (2021). Certy soyi dlia Stepu ta Lisostepu Ukrainy [*Soybean varieties for the Steppe and Forest-Steppe of Ukraine*]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. 1. DOI: [10.31210/visnyk2021.01.16](https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.16). [in Ukrainian].

2. Sichkar V., Orekhivskiy V., Bilyavskaya L., Kryvenko A., Solomonov R., Diyanova A. (2022). Use of soybean genetic resources to create highly adaptive varieties. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. Vol. 12, Issue 1. P. 3-14. DOI: <https://doi.org/10.31407/ijeess12.1>. [in English].

3. Mazur O., Kupchuk I., Biliavska L., Biliavskiy Y., Voloshyna O., Mazur O., Razanov S. (2023). Ecological plasticity and stability of soybean varieties under climate change in Ukraine. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*. Vol. 26, Issue 4. P. 398–411. DOI: <https://doi.org/10.15414/afz.2023.26.04.398-411>. [in English].

4. Biliavska L., Biliavskiy Y., Mazur O., Mazur O. (2021). Adaptability and breeding value of soybean varieties of Poltava breeding. *Bulgarian Journal of Agricultural Scienc.* Vol. 27 (2). P. 312–322. [in English].

5. Biliavska L.H., Biliavskiy Yu.V., Mazur O.V., Mazur O.V. (2021). Adaptivnist ta selektsiina tsinnist sortiv soi za vyroshchuvannia v riznykh hruntovo-klimatychnykh umovakh Ukrainy [*Adaptivnist ta selektsiina tsinnist sortiv soi za vyroshchuvannia v riznykh hruntovo-klimatychnykh umovakh Ukrainy*]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. 3 (22). DOI: [10.37128/2707-5826-2021-3-8](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-3-8) [in Ukrainian].

6. Biliavska L., Diianova A. (2021). Model duzhe skorostyhykh sortiv soi v umovakh zminy klimatu dlia zon Stepu I Lisostepu Ukrainy [*Model of very precocious soybean varieties under climate change conditions for the steppe and forest-steppe zones of Ukraine*]. *Hraal nauky Grail of science. Grail of science – Grail of science*, 4. DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.07.05.2021.029>. [in Ukrainian].

7. DeJong T.M., Da Silva D., Vos J., Escobar-Gutierrez A.J. (2011). Using functional-structural plant models to study, understand and integrate plant development and ecophysiology. *Ann. Bot.* Vol. 108, Issue 6. P. 987–989. DOI: [10.1093/aob/mcr257](https://doi.org/10.1093/aob/mcr257). [in English].

8. Messina C. D., Jones J.W., Boote K.J., Vallejos C. E. (2006). A gene-based model to simulate soybean development and yield responses to environment. *Crop Sci.* Vol. 46, Issue. 1. P. 456–466. DOI: 10.2135/cropsci2005.04-0372. [in English].
9. Biliavska L.H. (2024). Hospodarsko-tsinni oznaky, yikh riven ta koreliatsiini zviazky u potomstvakh hibrydnykh populiatsii soi [*Economically valuable traits, their level and correlations in the offspring of hybrid soybean populations*]. *Scientific Progress & Innovations.* Issue 27 (2). DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.02.01>. [in Ukrainian].
10. Fournier C., Andrieu B., Buck-Sorlin G.H. (2007). Functional-Structural modelling of Gramineae. *Functional Structural Plant Modelling in Crop Production.* Dordrecht : Springer. P. 175–186. DOI: 10.1007/1-4020-6034 3\_15. [in English].
11. Diianova A.O., Kulyk M.I. (2024). Formuvannia nasinnievoi produktyvnosti soi zalezno vid biometrychnykh pokaznykiv roslyn ta umov roku vyroshchuvannia [*Soybean seed productivity as affected by biometric parameters of plants and cultivation conditions*]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv – Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet.* 32. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.32.2024.326050> [in Ukrainian].
12. Diianova A.O., Kulyk M.I. (2025). Formuvannia urozhainosti soi zalezno vid sortovoho skladu ta umov vyroshchuvannia [*The formation of soybean productivity depending on the varietal composition and growing conditions*]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations.* 30. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.30.28> [in Ukrainian].
13. Mazur O., Kupchuk I., Voloshyna O., Mazur O., Biliavska L., Poltoretskiy S. (2024). Adaptive Value of Soybean Varieties by the Seed Quality Parameters. *Acta fytotechn zootechn.* Vol. 27, Issue 2. P. 157–171. DOI: <https://doi.org/10.15414/afz.2024.27.02.157-171>. [in English].
14. Mazur O., Mazur O., Zayka K., Didur I., Biliavska L., Tsyhanskyi V., Verheles P. (2025). Variability of soybean varieties in terms of yield components and yield in the conditions of the Forest-Steppe of Right-Bank Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology,* Vol. 26, Issue 7. P. 186–195. DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/205208>. [in English].
15. Karpuk L., Prysiashniuk O. (2014). Construction of multiple regressive models of sugar beet growth and development. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii: Roslynyystvo, selektsiia i nasynnyystvo, plodoovochivnyystvo – Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Crop production, selection and seed production, fruit and vegetable production.* Issue. 2. [in Ukrainian].
16. Kobyzieva L.N., Riabchun V.K., Bezuhla O.M., Drepina T.O., Driepin I.M., Potomkina L.M., Biliavska L. H. (2004). Shyrokyi unifikovanyi klasyfikator rodu *Glycine max* (L.) Merr. [*Complete unified classifier of genus Glycine max* (L.) Merr.]. Kharkiv. [in Ukrainian].

17. Mohanty M., Probert M.E., Sammi Reddy K., Dalal R.C., Mishra A.K., Subba Rao A., Singh M., Menzies N.W. (2012). Simulating soybean-wheat cropping system: APSIM model parameterization and validation. *Agric. Ecosyst. Environ.* Vol. 152. P. 68–78. DOI: 10.1016/j.agee.2012.02.013. [in English].

18. Tkachyk S.O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Zahalna chastyna [Methods of conducting qualification tests of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. General part]*. (4th ed., rev.). Vinnytsya: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian].

19. Bazylenko Ye.O., Marchenko T.Yu., Lavrynenko Yu.O. (2022). Proiav i minlyvist oznaky «kilkist bobiv na produktyvnykh vuzlakh roslyny» u hibrydiv ta sortiv soi riznykh hrup styhlosti [*Manifestation and variability of the trait "the number of beans on the productive nodes of the plant" in hybrids and soybean varieties of different maturity groups*]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations*. 15. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.19> [in Ukrainian].

20. Ermantraut E.R., Prysiashniuk O.I., Shevchenko I.L. (2007). Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidzhen danykh v paketi Statistica 6.0: metodychni vkazivky [*Statistical analysis of agronomic research data in the Statistica 6.0 package: methodological instructions*].: Poltava: Polihraf Konsal'tynh, [in Ukrainian].

## ANNOTATION

### **CURRENT YIELD MODELS FOR NEW PROMISING SOYBEAN VARIETIES**

*Objective.* To develop a general model for soybean varieties and to determine the value of agronomic traits and the correlations between them. *Methods.* Field experiments were conducted during 2022–2024 in the breeding rotation of the “Hryga” Farm (Poltava region). The research focused on new Ukrainian soybean varieties developed in Poltava. *Results.* The developed model and comprehensive analysis of the morphogenetic and generative parameters of soybean varieties allowed us to establish a comprehensive system of patterns determining the formation of their productivity. It was found that the vegetative set of traits-plant height, number of branches, and number of nodes-forms the foundation of productivity. The generative block is characterized by a high degree of correlational order: the number of pods is almost linearly dependent on the number of nodes, and the number of seeds is dependent on the number of pods. It has been determined that, for all varieties, seed formation is determined by the number of seeds. Correlations between the number of seeds and seed weight reach values of  $r = 0.85–1.00$ , which underscores the dominance of the extensive production pathway. The yield of varieties is characterized by an extremely high dependence on seed weight per plant ( $r = 0.87–0.98$ ). This pattern confirms that the internal structure of productivity functions effectively, and individual plant productivity is almost entirely transformed into crop yield. The varieties proved to be less variable in morphogenesis, but at the same time demonstrate uneven correlation clarity and intensity of generative development. **Conclusions.** The obtained results allow us to characterize promising varieties, predict their adaptability to environmental conditions, and assess the relationship between traits in crop yield formation.

**Keywords:** soybean, genotype, breeding, variety, model, trait, correlation, productivity components, yield.

**Table 5., Fig 1., Ref. 20.**

### Інформація про авторів

**Діянова Анна Олександрівна**, аспірантка кафедри селекції, насінництва і генетики Полтавського державного аграрного університету МОН України (36003, вул. Сквороди, 1/3, м. Полтава Україна, e-mail: annadi\_@ukr.net, ORCID: 0000-0003-2635-3659).

**Білявська Людмила Грігорівна**, доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри селекції, насінництва і генетики Полтавського державного аграрного університету МОН України (36003, вул. Сквороди, 1/3, м. Полтава Україна, e-mail: bilyavska@ukr.net, ORCID 0000-0003-3856-7718).

**Anna Diyanova**, PhD candidate, Department of Breeding, Seed Production and Genetics, Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine, (Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine tel: +38050-062-46-47, e-mail: annadi\_@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2635-3659>).

**Liudmyla Biliavska**, Dr. Sc. (Agricultural), Associate Professor, Professor at the Department of Breeding, Seed Production and Genetics, Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine. (Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine tel: +38050-948-17-57, e-mail: Bilyavska@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3856-7718>).

Надходження статті 18.03.26.

Прийнято 08.04.26.

Опубліковано 17.04.26.