

УДК 635.655:631.527

## Модель дуже скоростиглого сорту сої

Л. Г. Білявська<sup>1</sup>, О. І. Присяжнюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Полтавська державна аграрна академія, вул. Сковороди 1/3, м. Полтава, 36003, Україна, e-mail: bilyavska@ukr.net

<sup>2</sup>Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, e-mail: ollpris@gmail.com

**Мета.** Побудувати модель дуже скоростиглого сорту сої та встановити особливості впливу умов вирощування на формування основних елементів його продуктивності. **Методи.** Польові, лабораторні, математико-статистичні. **Результати.** Побудовано графічну модель продуктивності досліджуваних сортів. Доведено, що параметри ознак продуктивності обумовлені біологічними особливостями конкретного сорту. Виявлено, що варіабельність ознаки визначається реакцією генотипу на зміну умов вирощування та погодних умов року. Показано, що серед сукупного впливу факторів результуюча ознака характеризується стабільно високим впливом на ознаку, що в наступному модулі є результуючою. Визначено кореляційний зв'язок оберненої сили між кількістю гілок на рослині з висотою рослин ( $r = -0,11$ ) та кількістю вузлів на головному стеблі ( $r = -0,20$ ). Установлено позитивний кореляційний зв'язок висоти рослин з кількістю вузлів на головному стеблі ( $r = 0,26$ ) і висотою прикріплення нижнього бобу ( $r = 0,49$ ). Кількість вузлів на головному стеблі позитивно корелює з кількістю бобів ( $r = 0,16$ ). Виявлено сильний кореляційний зв'язок кількості бобів на рослині впливає з кількістю ( $r = 0,64$ ). Кількість насінин з рослини позитивно та тісно корелює з масою насіння з рослини ( $r = 0,94$ ). **Висновки.** На висоту рослин значно впливає кількість опадів ( $r = 0,60$ ) та вологість повітря ( $r = 0,65$ ). Визначено помірну позитивну кореляційну залежність між висотою прикріплення нижнього бобу й кількістю опадів ( $r = 0,31$ ) та слабку з вологістю повітря ( $r = 0,11$ ). Встановлено кореляційний зв'язок оберненої сили між кількістю гілок на рослині з температурою повітря ( $r = -0,51$ ) та кількістю опадів ( $r = -0,25$ ). Кількість вузлів на головному стеблі позитивно корелює з кількістю опадів ( $r = 0,28$ ), температурою повітря ( $r = 0,16$ ), та вологістю повітря ( $r = 0,12$ ). Виявлено кореляційний зв'язок оберненої сили між кількістю бобів на рослині й температурою повітря ( $r = -0,43$ ). Кількість насіння з рослини від'ємно корелює з температурою повітря ( $r = -0,33$ ) та кількістю опадів ( $r = 0,25$ ), а з вологістю повітря корелює позитивно ( $r = 0,12$ ). На масу насіння з рослини у дуже скоростиглих сортів впливає температура повітря ( $r = -0,24$ ) та кількість опадів ( $r = -0,16$ ). На формування маси тисячі насінин позитивно впливає температура повітря ( $r = 0,18$ ) та кількість опадів ( $r = 0,19$ ).

**Ключові слова:** соя; модель сорту; кількісні ознаки; фенотип.

### Вступ

Традиційно вважається, що модель сорту визначається як своєрідний науковий ідеал, що описує комбінацію ознак рослини, необхідну для забезпечення заданого рівня продуктивності, стійкості до біотичних та абіотичних умов середовища, якості та інших показників [1, 3].

На даний час поняття моделі сорту дещо конкретизувались та розділились на декілька напрямів. Так, з селекційної точки зору формується технічне завдання на створення сорту, тобто деталізований опис показників господарської придатності, морфологічних ознак і біологічних особливостей, завдяки яким будуть досягнуті високі показники продуктивності. Однак, цей напрям формалізації сорту як складового елементу сучасних технологій вирощування вивчений доволі повно та всебічно. Відомо, що сорти сої можуть формувати певний рівень продуктивності в межах групи стиглості, мати різний рівень стійкості проти хвороб, шкідників, несприятливих умов навколишнього середовища. Тому на етапі

планування виведення нового сорту формалізованою мовою описуються перелік ознак і властивостей рослин із зазначенням рівня їх прояву. Отже такі моделі можна віднести до класу описових, у яких на основі аналізу сортового різноманіття подано перелік та величини мінливості бажаних ознак для добору [2, 5].

А з точки зору технології вирощування модель сорту вивчена набагато менше і ця задача потребує використання не стандартних підходів. Так, з фізіологічної точки зору модель сорту можна виразити у формі балансу фотосинтезу з урахуванням дихання та накопичення біомаси. На основі таких підходів було створено балансові математичні моделі, що базуються на законі Лібиха (1840) із поправкою Мічерніха (1918). Однак, за такого підходу до створення моделі рослин залишаються невіршеними доволі багато питань, окремі з яких ставлять під сумнів точність отриманих моделей. Так, неможливо виявити біологічну сумісність залучених у модель ознак та виокремити пріоритети окремих параметрів за неповної реалізації моделі. Також важко виокремити дію та взаємодію плейотропних ефектів і загалом провести оцінювання внеску у врожай нових ознак [7–9].

Однією з найбільш пріоритетних задач є створення адаптивних систем з розвинутими механізмами само налаштування, які забезпечуватимуть стійкість функціонування і стабільність кінцевого продукту в конкретних умовах зовнішнього середовища. Управління адаптивними системами якісно інше – не через регулювання зовнішнього середовища, а через вплив на внутрішні процеси, тобто управління біологічними процесами синтезу органічної речовини, перетворення його в корисну продукцію росту і розвитку і в цілому генотипової реалізації генетичної інформації [7].

В ході розробки моделі сорту необхідно враховувати залежність урожайності і технологічних властивостей від сортотипу, тобто сукупності морфологічних ознак сорту. Так, потенціал урожайності сортів з індетермінантним типом росту, в середньому, на 5–12 % перевищує його у детермінантних сортів, в основному, за рахунок більшої кількості продуктивних вузлів [9, 11].

Навіть в регіонах, де селекцію сої ведуть десятки років, існує можливість подальшого зростання потенціалу і отримання стабільно високої урожайності сої [4].

Проте, за настання несприятливих умов вирощування чи не дотримання базових вимог технології вирощування сортів сої не варто покладати великі надії на адаптивний потенціал рослин як засіб формування високого рівня продуктивності. Адже межі варіабельності кожного окремого елемента структури продуктивності можливі лишень в певних, генетично визначених, межах його пластичності [3, 11].

Щодо практичної реалізації моделі сорту сої, то при побудові залежностей між основними елементами структури врожаю рослин варто враховувати їх належність до груп стиглості сої згідно Міжнародного класифікатора [10]. Адже рослини сортів різних груп стиглості на зміну вегетаційного періоду реагують по-іншому, що відзначається в перерозподілі структурних ознак та власне різному їх вкладові в кінцеву продуктивність рослин [11].

**Мета досліджень** – побудувати модель дуже скоростиглого сорту сої та встановити особливості впливу умов вирощування на формування основних елементів його продуктивності.

### **Матеріали та методика досліджень**

Дослідження проводили впродовж 2007–2013 рр. на дослідному полі Полтавської державної аграрної академії. Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений, утворений на карбонатному лесі. Наявність карбонатів у лесі доходить до 13 %. Уміст гумусу (за Тюрніним) у верхньому шарі Ґрунту (0–20 см) становить 3,07–3,63 %. Ґрунти мають слабкокислу реакцію (рН 5,6–6,2). Ємкість поглинання основ – 30 мг-екв. Потужність гумусового горизонту – 13–28 см, лінія залягання карбонатів – 45–60 см. Уміст доступного фосфору й рухомого калію (за Чириковим) – 8–9 і 10–11 мг у 100 г повітряно-сухого Ґрунту відповідно. Азотом, фосфором і калієм Ґрунт забезпечений середньо. Уміст вагових форм обмінного

калію 23–26 мг  $K_2O$  на 100 г ґрунту, рухомих форм азоту (за Корнфілдом) – 10,8 мг, фосфору (за Кірсановим) – 8,4 мг, калію (за Масловою) – 15,0 мг на 100 г ґрунту.

За даними Полтавської метеостанції метеорологічні умови за період проведення досліджень різнилися за роками, що дало змогу всебічно оцінити селекційні зразки і сорти та визначити їхні сортові особливості.

Вирощували дуже скоростиглі сорти сої: ‘Авантюрин’, ‘Аквамарин’ та ‘Аннушка’.

Площа облікової ділянки – 25 м<sup>2</sup>, попередник – пшениця озима. Технологія вирощування сої – загальноприйнята для регіону проведення досліджень.

Фенологічні спостереження та аналіз елементів продуктивності здійснювали за методикою проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні [6].

Для визначення структури фенотипової продуктивності сортів сої застосовували еколого-генетичну модель кількісних ознак [1].

В основу побудови моделі покладено ієрархічність прояву ознак продуктивності в онтогенезі та відповідність їх прояву в органогенезі. Оскільки етапи реалізації в фенотипі кількісної ознаки відображають і етапи ускладнення генетичної системи, то взаємозв'язок між компонентами моделі можна вважати як показник динамічної впорядкованості взаємодії між елементами генетичної системи [8].

Модель складається з трьох модулів ознак – результуючої і двох компонентних, що відображають фенотипову реалізацію генетичної формули. За допомогою модулів можна дати кількісну оцінку специфічної генної організації ознаки конкретного генотипу. За результуючі ознаки беруться ті, що мають між собою екологічно стабільні зв'язки та найвищий сумарний вклад в кінцеву результуючу ознаку – масу зерна з рослини [9].

На кожному наступному етапі реалізації генетичної структури ознаки продуктивності результуюча ознака стає компонентною, причому з максимальним вкладом в результуючу ознаку наступного модуля.

Моделі ознак продуктивності досліджуваних сортів сої мають такі спільні риси: значення ознак продуктивності обумовлені біологічними особливостями конкретного сорту; їх варіабельність визначається реакцією генотипу на зміну умов вирощування; результуюча ознака характеризується стабільно високим кореляційним зв'язком з ознакою, що в наступному модулі є результуючою [1].

### Результати досліджень

Для побудови математичної моделі дуже скоростиглого сорту сої використовували біометричні показники сортів ‘Авантюрин’, ‘Аквамарин’ та ‘Аннушка’.

Показники кількісних ознак дуже скоростиглих сортів сої залучених в моделювання та їх варіабельність наведені в таблиці 1.

Висота рослин досліджуваних дуже скоростиглих сортів сої була в межах 70,5–78,4 см, а варіювання ознаки було середнім.

Висота прикріплення нижнього бобу змінювалась від 10,5 до 12,9 см. Варіювання ознаки в сорту ‘Аквамарин’ значна, а в сорту ‘Аннушка’ – велика.

Кількість гілок у досліджуваних сортів становила 2,0–2,1 шт. У сортів ‘Авантюрин’ і ‘Аннушка’ ця ознака мала високий рівень варіабельності.

Параметри показника кількості вузлів на головному стеблі в досліджуваних сортів сої були на рівні 11,9–13,0 шт. за слабого та помірного рівня варіювання.

Встановлено, що в середньому по досліді, рослини сої утворювали 60,1–73,6 шт. бобів за значної варіабельності в сортів ‘Авантюрин’ та ‘Аквамарин’ та великої в сорту ‘Аннушка’.

На рослинах сої формувалось від 103,0 до 137,0 шт. насінини за значної та великої (‘Авантюрин’, ‘Аннушка’) варіабельності досліджуваного показника. Варіабельність ознаки маси насінини з рослини була в усіх сортів значна, за середніх значень показника на рівні 14,5–23,5 г. Водночас варіабельність показників маси тисячі насінин була слабою та помірною у всіх досліджуваних сортів сої.

З метою отримання вихідних даних для побудови моделей реалізації продуктивності сої у фенотипі, ми провели кореляційний аналіз. Нами виділено вісім показників, які вносять найбільший сумарний вклад в ознаку продуктивності сорту – масу насіння з рослини: кількість гілок, кількість вузлів на головному стеблі, кількість бобів на рослині, кількість насіння з рослини, висота прикріплення нижнього бобу, висота рослини, маса 1000 насінин. На перші чотири з них припадає основна частка сумарного вкладу в ознаку маси насіння з рослини.

Таблиця 1

**Кількісні ознаки дуже скоростиглих сортів сої залучені в моделювання та їх варіабельність (за даними 2007–2013 рр.)**

Показник	‘Авантюрин’		‘Аквамарин’		‘Аннушка’	
	середнє	варіабельність (CV)	середнє	варіабельність (CV)	середнє	варіабельність (CV)
Загальна висота рослини, см	73,9	13,0	70,5	15,6	78,4	16,6
Висота прикріплення нижнього бобу, см	11,4	12,4	10,5	18,4	12,9	26,1
Кількість гілок, шт.	2,1	30,2	2,0	0,0	2,1	63,8
Кількість вузлів, шт.	13,0	4,1	11,9	3,0	11,9	9,5
Кількість бобів з рослини, шт.	71,0	16,3	73,6	19,4	60,1	32,4
Кількість насінини з рослини, шт.	137,0	22,2	134,0	19,4	103,0	23,8
Маса насінин з рослини, г	23,5	19,3	22,1	18,9	14,5	19,5
Маса 1000 насінин	172,9	4,0	166,3	4,2	143,8	8,3

За результатами проведених розрахунків нами побудовані моделі прояву у фенотипі ознак продуктивності досліджуваних сортів сої. Так, за основу моделі взято уявлення про поступовість формування та подальшого прояву фенотипових ознак в онтогенезі сої та відповідність їх прояву до органогенезу. Так, загально визнаним є те, що етапи формування в фенотипі кількісної ознаки по суті відображають і етапи ускладнення генетичної системи, тому зв'язки між основними компонентами моделі є показником динамічної впорядкованості взаємодії елементів генетичної системи [1].

Сформована нами модель побудована на основі двох модулів ознак – результуючої та компонентних. В якості результуючих ознак використовують ті елементи структури, що мають екологічно стабільні зв'язки між собою і вносять найвищий сумарний вклад в кінцеву ознаку – масу насіння з рослини. До таких ознак можна віднести кількість гілок, кількість вузлів, кількість бобів на рослині, кількість насіння з рослини. Однак, по мірі розвитку рослин результуюча ознака стає компонентною, причому з максимальним вкладом в результуючу ознаку наступного блоку.

На рисунку наведено модель продуктивності фенотипу сорту сої Авантюрин. Зображено лише достовірні кореляційні зв'язки між досліджуваними ознаками, а там де показник тісноти кореляційного зв'язку відсутній його значення є недостовірним за 95 % ймовірності (рис. 1)

За результатами проведеного аналізу виявлено кореляцію оберненої сили кількості гілок: з висотою рослин ( $r = -0,76$ ) та з кількістю вузлів головного стебла ( $r = -0,42$ ). Такий тип залежності між досліджуваними ознаками дуже скоростиглих сортів сої можна пояснити швидкістю їх розвитку. Адже від появи сходів до цвітіння в них проходить від 35–40 діб, а загальний вегетаційний період не перевищує 100 діб.

Дуже скоростиглі сорти сої не мають достатньо багато часу на гілкування та утворення великої кількості гілок, тобто рослина або утворює хороші параметри головного стебла, або ж гілкується. Отримані дані підтверджуються і великими показниками варіабельності загальної кількості гілок  $C_v = 30,2\%$ .

Етапи органогенезу  
I,II,III - Диференціація  
стебла, закладання  
конуса, наростання  
2-го порядку

III,IV - Диференціація  
сучвігтів  
IV, V - Диференціація  
квіток.

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

X-XII - Формування і  
дозрівання зерна.



Рис. 1. Модель продуктивності фенотипу сорту сої 'Авантюрин'

Встановлено, що висота рослин суттєво впливає на кількість вузлів на рослині ( $r = 0,67$ ), водночас, від загальної висоти рослин залежить і висота прикріплення нижнього бобу на рослині ( $r = 0,55$ ).

Наступний блок ознак – це ознаки насінневої продуктивності. Так, кількістю бобів на рослині визначає показник кількості насіння з рослини та ці ознаки мають сильний кореляційний зв'язок ( $r = 0,75$ ). Варто відмітити ще один, доволі цікавий, факт: сильний кореляційний зв'язок оберненої сили між кількістю насінин з рослини і масою тисячі насінин ( $r = -0,85$ ). На нашу думку це пояснюється не тільки надзвичайно коротким вегетаційним періодом дуже скоростиглих сортів сої а й тим що рослини сої не в змозі максимально повно сформувати запасні поживні речовини за формування великої кількості насінин. Кількість насінин з рослини позитивно та тісно корелює з масою насіння з рослини ( $r = 1,00$ ).

На рисунку зображено модель продуктивності фенотипу сорту сої Аквамарин, на якій зображено достовірні зв'язки між ознаками (рис. 2).

За результатами проведеного аналізу виявлено кореляцію оберненої сили між висотою рослин і кількістю вузлів на головному стеблі ( $r = -0,35$ ), також встановлено середній кореляційний зв'язок висоти рослин і висоти прикріплення нижнього бобу ( $r = 0,40$ ).

На основі наших досліджень виявлено позитивну кореляцію між цими показниками на рівні ( $r = 0,39$ ). Установлено кореляцію оберненої сили між кількістю вузлів і висотою прикріплення нижнього бобу ( $r = -0,52$ ).

Наступний блок ознак представлений показниками кількості бобів на рослині та насінневої продуктивності. Кількість бобів на рослині визначає показник кількості насіння з

## РОСЛИННИЦТВО

рослини та ці ознаки мають сильний кореляційний зв'язок ( $r = 0,88$ ). Варто відмітити кореляцію оберненої сили кількості насінин з рослини і маси тисячі насінин ( $r = -0,23$ ). Кількість насінин з рослини позитивно та тісно корелює з масою насіння з рослини ( $r = 0,97$ ).

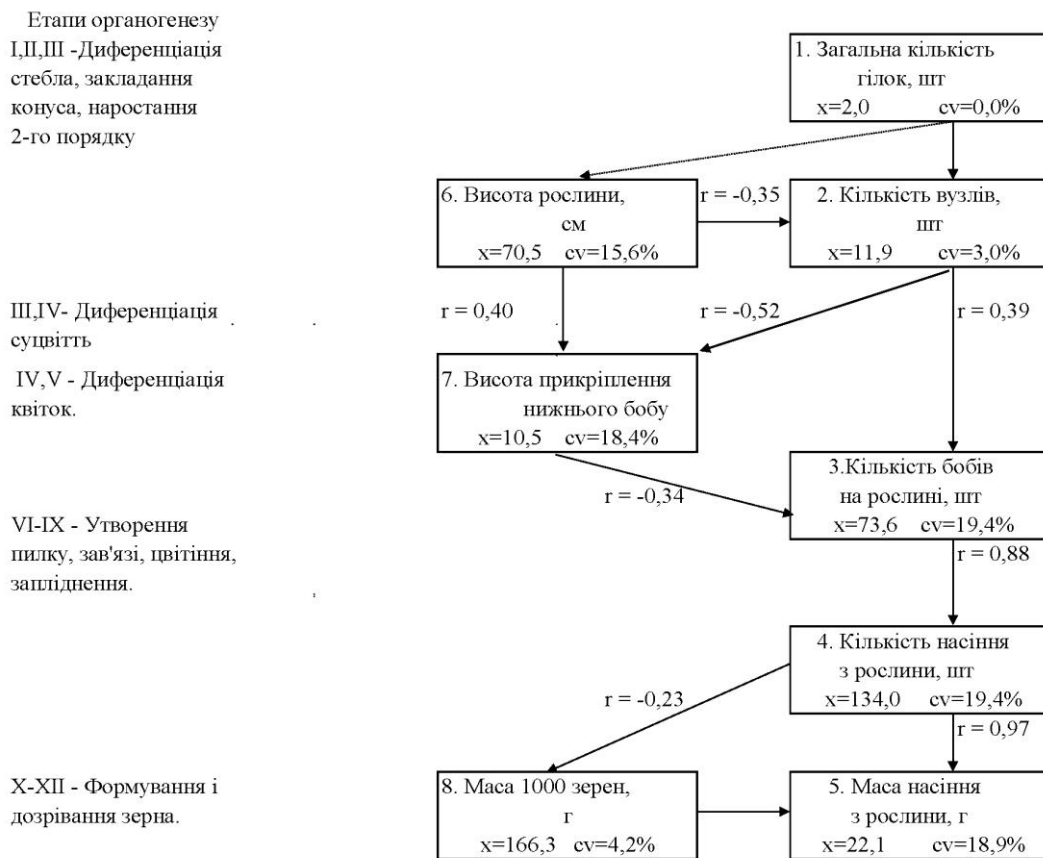


Рис. 2. Модель продуктивності фенотипу сорту сої Аквамарин

На наступному рисунку відображено модель продуктивності фенотипу сорту сої Аннушка (рис. 3). Встановлено кореляція оберненої сили між кількістю гілок і з кількістю вузлів на головному стеблі ( $r = -0,27$ ). Також виявлено, що висота рослин суттєво впливає на кількість вузлів на головному стеблі ( $r = 0,47$ ), водночас, від загальної висоти рослин залежить і висота прикріплення нижнього бобу ( $r = 0,42$ ).

Виявлено, що кількість бобів на рослині впливає на показник кількості насіння з рослини ( $r = 0,25$ ). Кількість насінин з рослини і маса тисячі насінин від'ємно корельовані між собою ( $r = -0,70$ ). А от кількість насінин з рослини позитивно та тісно корелює з масою насіння з рослини ( $r = 0,94$ ).

Окрім конкретного розгляду біологічних особливостей досліджуваних сортів сої та побудови на основі параметрів структури врожаю моделей їх продуктивності фенотипу цікавим аспектом залишається визначення параметрів моделі для дуже скоростиглих сортів сої загалом (рис. 4). Адже саме узагальнення отриманих знань дозволяє не тільки співставити особливості формування тих чи інших ознак структури врожаю сої а й отримати загальногрупові особливості реалізації біологічного потенціалу.

Так, в цілому для дуже скоростиглих сортів сої встановлено кореляцію оберненої сили між кількістю гілок з висотою рослин ( $r = -0,11$ ) та кількістю вузлів на головному стеблі ( $r = -0,20$ ). Ці результати підтверджують те, що за швидких темпів розвитку рослини досліджуваних сортів не встигають сформувані однаково добре усі елементи продуктивності.

Досліджено, що висота рослин впливає на кількість вузлів на головному стеблі ( $r = 0,26$ ), водночас, від загальної висоти рослин залежить і висота прикріплення нижнього бобу

на рослині ( $r = 0,49$ ). Кількість вузлів на головному стеблі є передумовою формування на рослині бобів, тому на основі наших досліджень виявлено кореляційний зв'язок між цими показниками на рівні ( $r = 0,16$ ).

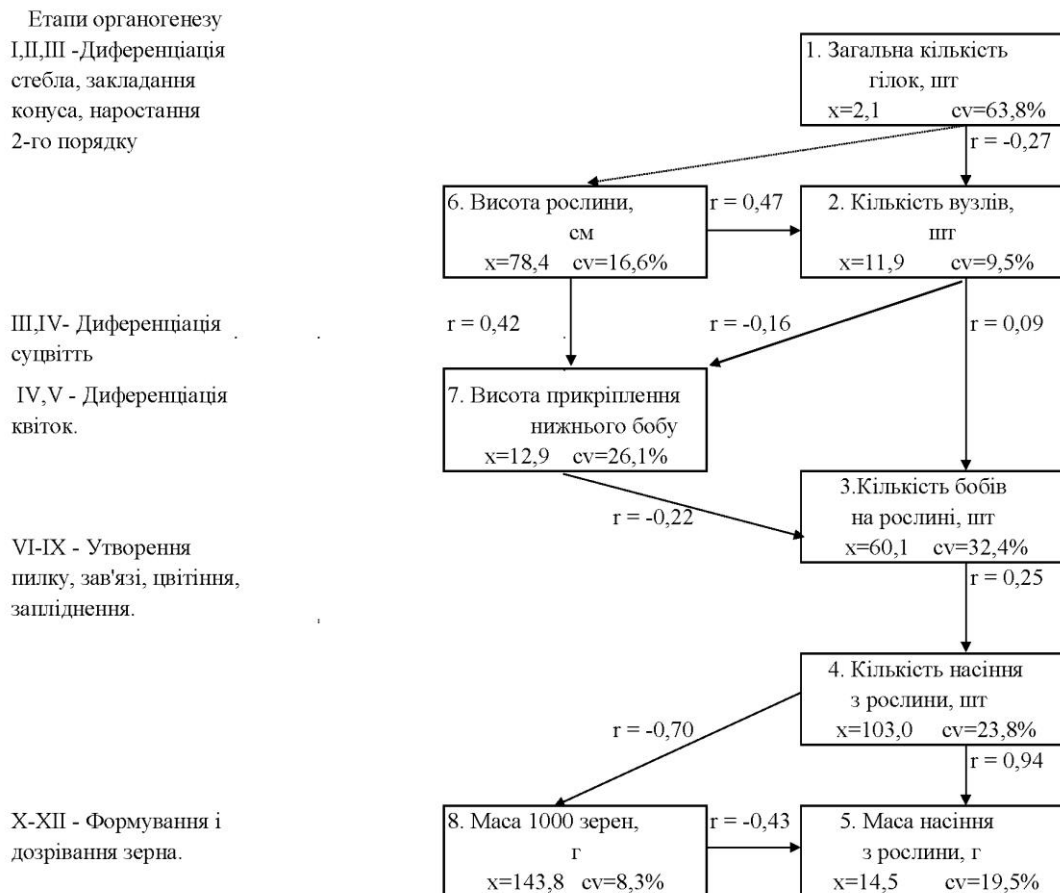


Рис. 3. Модель продуктивності фенотипу сорту сої 'Аннушка'

Встановлено, що кількість бобів на рослині впливає на показник кількості насіння з рослини та ці ознаки мають значний кореляційний зв'язок ( $r = 0,64$ ). Кількість насіння з рослини позитивно та тісно корелює з масою насіння з рослини ( $r = 0,94$ ).

Умови вирощування впливають на ріс та розвиток культурних рослин. Доволі значним є їх вплив і на показники фенотипової продуктивності дуже скоростиглих сортів сої.

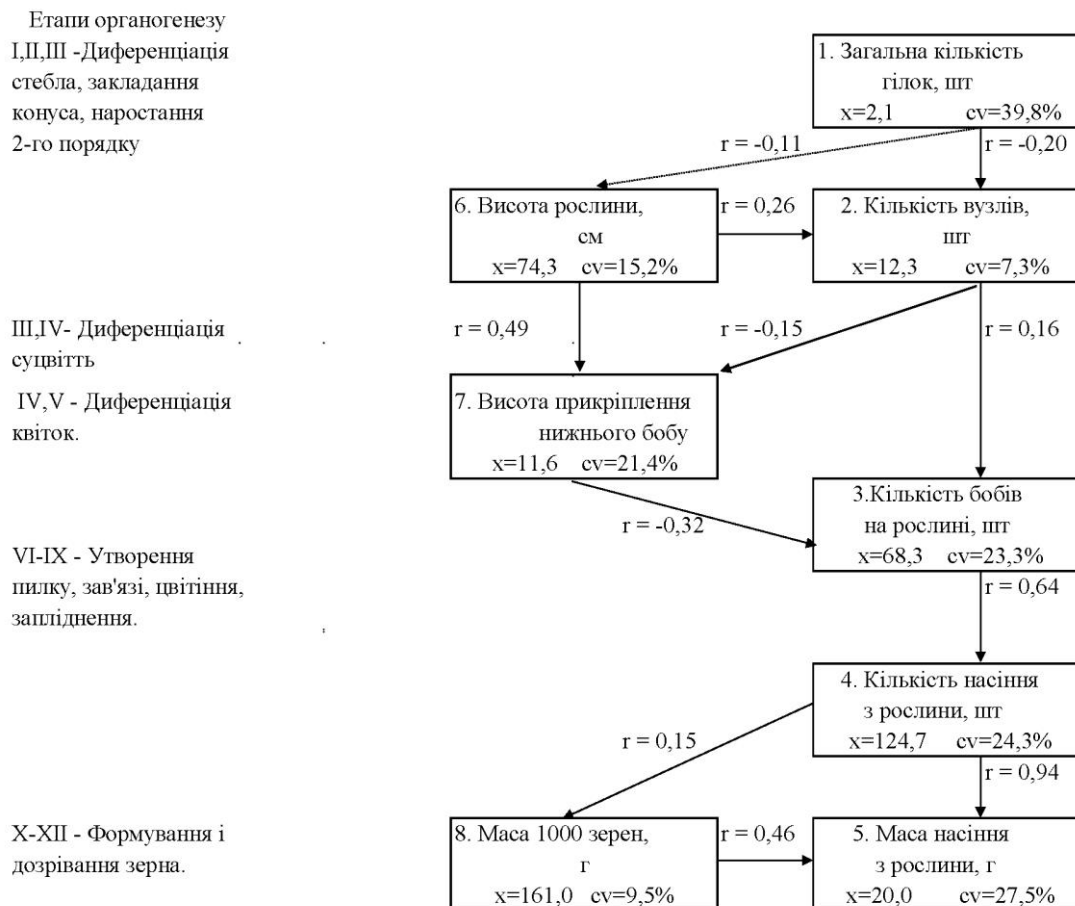
Для побудови моделі використовували біологічні параметри дуже скоростиглих рослин сої та аналізували погодні умови вегетаційних та міжфазних періодів, відповідно до тривалості фенологічних фаз росту та розвитку сої в онтогенезі. Так, якщо ознака формувалась в період бутонізації рослин то враховували перебіг кліматичних факторів від сходів до бутонізації рослин.

Одним з обов'язкових елементів аналізу впливу погодних умов на ріс і розвиток рослин сої було врахування формування вегетативної та генеративної частини протягом вегетаційного періоду досліджуваних сортів. Для аналізу періоду від формування бобів на рослині до повного досягання ми використовували дані погодних умов другої половини вегетаційного періоду в роки досліджень.

За кожен рік досліджень проводили коригування вибірки погодних умов, відповідно до календарних дат входження рослин досліджуваних сортів у основні фенологічні фази. Адже саме ростові процеси рослин першочергово залежать від умов вегетаційного періоду та його сприятливості загалом для успішного вирощування культури.

Результати графічного представлення впливу кліматичних умов на продуктивність дуже скоростиглих сортів сої зображені на рисунку 5. На якому подано лише достовірні

коефіцієнти кореляції, а там де немає ліній та відповідно показників дані або не достовірні, або ж отримані коефіцієнти менше  $r = 0,10$ , тобто зв'язок дуже слабкий або ж майже повністю відсутній.



**Рис. 4. Модель продуктивності фенотипу дуже скоростиглих сортів сої (за даними 2007–2013 рр.)**

Варто зазначити, що погодні умови впливають на ріст та розвиток рослин сої в комплексі в поєднанні з елементами технології вирощування, ґрунтовими параметрами забезпечення рослин елементами живлення та вологою та іншими не контрольованими факторами. Що стосується їх адитивної дії, та взаємовпливів то надзвичайно важко, а в переважній більшості випадків, неможливо визначити силу впливу ряду факторів. А тому, в своїй роботі, ми вивчали передусім прямий вплив кліматичних умов (кількості опадів, вологості повітря та середньодобової температури повітря) на фенотипову продуктивність досліджуваних сортів сої. Чим і можна пояснити в окремих випадках низький рівень кореляції між здавалося б доволі тісно пов'язаними ознаками.

Аналіз впливу погодних умов на ріст та розвиток сортів сої дозволив виявити окремі закономірності. Встановлено кореляційний зв'язок оберненої сили між кількістю гілок на рослині з температурою повітря ( $r = -0,51$ ) та кількістю опадів ( $r = -0,25$ ). Це означає що на ранніх етапах росту та розвитку рослин сої існує певний комфортний діапазон погодних умов за яких рослини формують оптимальні показники структури. Сівбу сої треба проводити у строки рекомендовані їх авторами, щоб рослини на початку вегетації не потрапляли під дію стресових чинників. Високі температури та значна кількість опадів сприяють формуванню невеликої кількості гілок на рослину. Але такі умови на початку вегетаційного періоду сої в умовах України бувають доволі рідко. Більш частим є відсутність опадів та високі температури повітря, або ж надмірні опади та низькі температури повітря. А таке поєднання



факторів однозначно викликає зменшення гілкування рослин, що потребує коригування подальшої продуктивності за рахунок модифікації інших показників продуктивності сої.

Висота рослин визначається впливом кількості опадів та вологості повітря, причому обидві ознаки мають значну тісноту кореляційного зв'язку. Достатня вологість повітря та кількість опадів сприяють збільшенню висоти рослин сої за рахунок кращого використання інших факторів, особливо активізації фотосинтезу та доступності елементів живлення в ґрунті.

Нами встановлено, що кількість вузлів на головному стеблі у рослин досліджуваних сортів сої позитивно корелює з температурою повітря, кількістю опадів та вологістю повітря. Кореляційний зв'язок між цими параметрами перебуває на рівні слабкої залежності.

Оцінювання тісноти зв'язку параметрів висоти прикріплення нижнього бобу у дуже скоростиглих рослин сої з погодними умовами показало позитивну кореляційну залежність між кількістю опадів (помірна) та вологістю повітря (слабка).

Водночас критичним періодом в рості та розвитку рослин сої можна відзначити наступний період – формування бобів на рослинах. Так, встановлено що температура повітря та кількість опадів від'ємно корелюють з цією ознакою. Тісноту кореляційного зв'язку між кількістю бобів на рослині та температурою повітря можна охарактеризувати як помірну. Тобто, за надмірних температур повітря в цей період розвитку рослини дуже скоростиглих сортів сої формують менші показники кількості бобів ніж за оптимальних умов росту та розвитку.

По аналогії з попередньою ознакою, кількість насіння з рослини зв'язане кореляцією оберненої сили з температурою повітря та кількістю опадів. Тіснота зв'язку може бути охарактеризована як помірний та слабкий зв'язок відповідно. В той же час кількістю насінин на рослині позитивно корелює з вологістю повітря за слабого рівня зв'язку.

Встановлено, що на формування маси тисячі насінин позитивно впливає температура повітря та кількість опадів, однак тіснота зв'язку на рівні слабого не дозволяє нам розглядати ці фактори як головні у формуванні даної ознаки.

Встановлено, що на головну ознаку продуктивності дуже скоростиглих сортів сої – масу насіння з рослини чинять достовірний вплив такі кліматичні фактори як температура повітря та кількість опадів. Як і у випадку з кількістю бобів та кількістю насіння з рослини ці погодні фактори від'ємно корелюють з цим показником.

## Висновки

За результатами побудови графічної моделі продуктивності досліджуваних сортів встановлено, що параметри ознак продуктивності обумовлені біологічними особливостями конкретного сорту. Загалом варіабельність ознаки визначається реакцією генотипу на зміну умов вирощування та погодних умов року. А серед сукупного впливу факторів результуюча ознака характеризується стабільно високим впливом на ознаку, що в наступному модулі є результуючою.

Встановлено, що для дуже скоростиглих сортів сої загальна кількість гілок корелює з висотою рослин ( $r = -0,11$ ) та кількістю вузлів головного стебла ( $r = -0,20$ ). Висота рослин впливає на кількість вузлів на рослині ( $r = 0,26$ ), водночас, від загальної висоти рослин залежить і висота прикріплення нижнього бобу на рослині ( $r = 0,49$ ). Кількість вузлів на рослині є передумовою формування на рослині бобів, тому на основі наших досліджень отримано кореляцію між цими показниками на рівні ( $r = 0,16$ ). Кількість бобів на рослині впливає на показник кількості насіння з рослини та ці ознаки мають значний кореляційний зв'язок ( $r = 0,64$ ). Кількість насінин з рослини позитивно та тісно корелює з масою насіння з рослини коефіцієнт кореляції ( $r = 0,94$ ).

Визначено, кореляційний зв'язок оберненої сили кількості гілок на рослині з температурою повітря (зв'язок значний), а з кількістю опадів (зв'язок слабкий). На висоту рослин впливає кількість опадів та вологість повітря, причому обидва чинники мають значну тісноту кореляційного зв'язку. Кількість вузлів на головному стеблі рослин досліджуваних сортів позитивно корелює з температурою повітря, кількістю опадів та вологістю повітря.

Визначено позитивну кореляційну залежність висоти прикріплення нижнього бобу з кількістю опадів (помірна) та вологістю повітря (слабка) з параметрами.

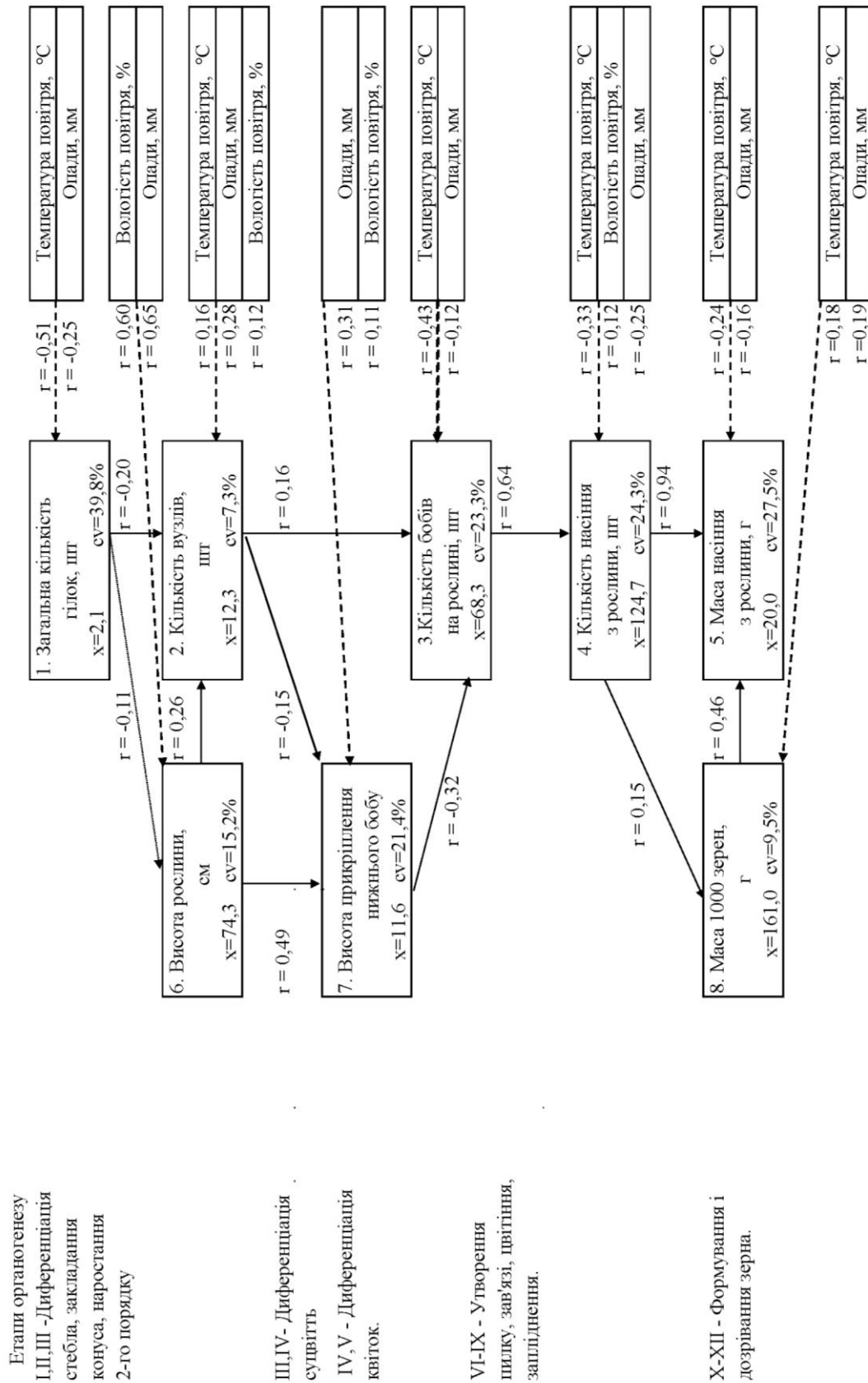


Рис. 5. Вплив погодних умов на продуктивність фенотипу дуже скоростиглих сортів сої (за даними 2007–2013 рр.)

Виявлено кореляційний зв'язок оберненої сили між кількістю бобів на рослині і температурою та кількістю опадів. Кількість насіння з рослини також від'ємно корелює з температурою повітря та кількістю опадів, а з вологістю повітря корелює позитивно.

На формування маси тисячі насінин позитивно впливає температура повітря та кількість опадів, однак тіснота зв'язку доволі незначна. На параметри маси насіння з рослини впливають такі кліматичні чинники як температура повітря та кількість опадів. Як і у випадку з кількістю бобів та кількістю насіння з рослини ці погодні фактори від'ємно корельовані з цим показником. На формування маси тисячі насінин позитивно впливає температура повітря та кількість опадів.

### Використана література

1. Драгавцев В. А. Эколого-генетическая модель организации количественных признаков растений. *Сельскохозяйственная биология*. 1995. № 5. С. 20–29.
2. Літун П. П., Кириченко В. В., Петренко В. П., Коломацька В. П. Теорія і практика селекції на макроознаки. Методологічні проблеми. Харків, 2004. 157 с.
3. Присяжнюк О. І., Димитров В. Г., Мартинов О. М. Прогнозування фенотипової продуктивності середньоранніх сортів сої. *Plant Variety Studying and Protection*. 2017. № 2. С. 167–171. doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134773
4. 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, Iss. 1. P. 456–466. doi: 10.2135/cropsci2005.04-0372
5. Присяжнюк О. І. Математична модель продуктивності рослин гороху. *Наук. праці ІБКіЦБ*. 2012. Вип. 12. С. 173–174.
6. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина / за ред. С. О. Ткачик. 4-те вид., випр. і доп. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 118 с.
7. Літун П. П., Кириченко В. В., Петренко В. П., Коломацька В. П. Системний аналіз в селекції польових культур. Харків, 2009. 352 с.
8. Литун П. П. Эколого-генетическая модель количественного признака и ее значимость для теории селекции. *Селекция и семеноводство*. 1984. Вып. 56. С. 40–45.
9. Литун П. П., Зозуля А. Л., Драгавцев В. А. Решение задач селекции на базе эколого-генетической модели количественного признака. *Селекция и семеноводство*. 1986. Вып. 61. С. 6–13.
10. Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine max* (L.) Merr. / укладачі : Л. Н. Кобизева, В. К. Рябчун, О. М. Безугла та ін. Харків, 2004. 37 с.
11. Білявська Л. Г. Адаптивність сортів сої полтавської селекції в умовах зміни клімату. *Наук.-техн. бюл. Ін-ту олійних культур НААН*. 2010. Вип. 15. С. 33–38.

### References

1. Drahavtcev, V. A. (1995). Ecological and genetic model of organization of quantitative traits of plants. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural Biology], 5, 20–29. [in Russian]
2. Litun, P. P., Kyrychenko, V. V., Petrenkova, V. P., & Kolomatska, V. P. (2004). *Teoriia i praktyka seleksii na makrooznaky. Metodolohichni problemy* [The theory and practice of selection for macrosigns. Methodological problems] Kharkiv: N.p. [in Ukrainian]
3. Prysiazhniuk, O. I., Dymytrov, V. H., & Martynov, O. M. (2017). Prediction of phenotypic productivity of medium-range soybean varieties. *Plant Variety Studying and Protection*, 2, 167–171. doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134773 [in Ukrainian]
4. 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.*, 46(1), 456–466. doi: 10.2135/cropsci2005.04-0372

5. Prysiazhniuk, O. I. (2012). Mathematical model of pea plant productivity. *Nauk. pracі Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burâkiv* [Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 16, 173–174. [in Ukrainian]
6. 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]. (4<sup>th</sup> ed., rev.). Vinnytsya: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]
7. Litun, P. P., Kyrychenko, V. V., Petrenkova, V. P., & Kolomatska, V. P. (2009). *Systemnyi analiz v selektsii polovykh kultur* [System analysis in field crops breeding]. Kharkiv: N.p. [in Ukrainian]
8. Litun, P. P. (1984). Ecological and genetic model of a quantitative trait and its significance for the theory of breeding. *Selektsiya i semenovodstvo* [Plant Breeding and Seed Production], 56, 40–45. [in Russian]
9. Litun, P. P., Zozulya, A. L., & Dragavtcev, V. A. (1986). A solution to the problems of selection based on the ecological-genetic model of a quantitative traits. *Selektsiya i semenovodstvo* [Plant Breeding and Seed Production], 61, 6–13. [in Russian]
10. 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: N.p. [in Ukrainian]
11. Biliavska, L. H. (2010). Adaptability of soybean varieties of Poltava breeding in conditions of climate change. *Naukovo-tehničnij būleten' Institutu olijnih kul'tur NAAN* [Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS], 15, 33–38. [in Ukrainian]

УДК 635.655:631.527

**Белявская Л. Г.<sup>1</sup>, Присяжнюк О. И.** Модель очень скороспелого сорта сои // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2018. Вып. 26. С. 120–132.

<sup>1</sup>Полтавская государственная аграрная академия, ул. Сквороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина, e-mail: bilyavska@ukr.net

<sup>2</sup>Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03110, Украина, e-mail: ollpris@gmail.com

**Цель.** Разработать модель очень скороспелого сорта сои и установить особенности влияния условий выращивания на формирование основных элементов его продуктивности. **Методы.** Полевые, лабораторные, математико-статистические. **Результаты.** Построено графическую модель продуктивности исследуемых сортов. Доказано, что параметры признаков продуктивности обусловлены биологическими особенностями конкретного сорта. Выявлено, что вариабельность признака определяется реакцией генотипа на изменение условий выращивания и погодных условий года. Показано, что среди совокупного влияния факторов результирующий признак характеризуется стабильно высоким влиянием на признак, что в следующем модуле является результирующим. Определены корреляционная связь обратной силы между количеством ветвей на растении с высотой растений ( $r = -0,11$ ) и количеством узлов на главном стебле ( $r = -0,20$ ). Установлено положительную корреляционную связь высоты растений с количеством узлов на главном стебле ( $r = 0,26$ ) и высотой прикрепления нижнего боба ( $r = 0,49$ ). Количество узлов на главном стебле положительно коррелирует с количеством бобов ( $r = 0,16$ ). Выявлено сильную корреляционную связь количества бобов на растении с количеством ( $r = 0,64$ ). Количество семян с растения положительно и тесно коррелирует с массой семян с растения ( $r = 0,94$ ). **Выводы.** На высоту растений значительно влияет количество осадков ( $r = 0,60$ ) и влажность воздуха ( $r = 0,65$ ). Определена умеренная положительная корреляционная зависимость между высотой прикрепления нижнего боба и количеством осадков ( $r = 0,31$ ) и слабая с влажностью воздуха ( $r = 0,11$ ). Установлена корреляционная связь обратной силы между

количеством ветвей на растении с температурой воздуха ( $r = -0,51$ ) и количеством осадков ( $r = -0,25$ ). Количество узлов на главном стебле положительно коррелирует с количеством осадков ( $r = 0,28$ ), температурой воздуха ( $r = 0,16$ ) и влажностью воздуха ( $r = 0,12$ ). Выявлено корреляционную связь обратной силы между количеством бобов на растении и температурой воздуха ( $r = -0,43$ ). Количество семян с растения отрицательно коррелирует с температурой воздуха ( $r = -0,33$ ) и количеством осадков ( $r = -0,25$ ), а с влажностью воздуха коррелирует положительно ( $r = 0,12$ ). На массу семян с растения очень скороспелых сортов влияет температура воздуха ( $r = -0,24$ ) и количество осадков ( $r = -0,16$ ). На формирование массы тысячи семян положительно влияет температура воздуха ( $r = 0,18$ ) и количество осадков ( $r = 0,19$ ).

**Ключевые слова:** соя; модель сорта; количественные признаки; фенотип.

UDC 635.655:631.527

**Biliavska, L. H.<sup>1</sup>, & Prysiazniuk, O. I.<sup>2</sup>** (2018). A model of very early-maturing soybean variety. *Nauk. pracì Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burâkiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 26, 120–132. [in Ukrainian]

<sup>1</sup>*Poltava State Agrarian Academy, 1/3 Skovorody St., Poltava, 36003, Ukraine, e-mail: bilyavska@ukr.net*

<sup>2</sup>*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, e-mail: ollpris@gmail.com*

**Purpose.** Improve the model of very early ripening soybean variety and determine the peculiarities of the influence of the cultivation conditions on the formation of the major components of its productivity. **Methods.** Field, laboratory, mathematical and statistical. **Results.** The graphic model of productivity of the studied varieties was constructed. It is proved that the characteristics of the productivity are due to the biological peculiarities of a particular variety. It was found that the variability of a trait is defined as the reaction of the genotype to the changing conditions of cultivation and weather conditions of the year. It is shown that among the factors of aggregate influence, the resulting trait is characterized by a stable high impact on the trait to be resulting in the next module. The inverse correlation between the branches in plants and plant height ( $r = -0.11$ ) and nodes on the main stem ( $r = -0.20$ ) was determined. A positive correlation between height of plants and the number of nodes on the main stem ( $r = 0.26$ ) and the attachment height of the lower bean ( $r = 0.49$ ) was established. The number of nodes on the main stem positively correlated with the number of beans ( $r = 0.16$ ). The number of seeds per plant positively and closely correlated with the weight of seed ( $r = 0.94$ ). **Conclusions.** The height of plants is significantly affected by rainfall ( $r = 0.60$ ) and air humidity ( $r = 0.65$ ). A moderate positive correlation between the height of lower bean attachment and precipitation ( $r = 0.31$ ) and weak with air humidity ( $r = 0.11$ ) was determined. An inverse correlation between the number of branches per plant and air temperature ( $r = -0.51$ ) and precipitation ( $r = -0.25$ ) was established. The number of nodes on the main stem positively correlated with precipitation ( $r = 0.28$ ), air temperature ( $r = 0.16$ ), and humidity ( $r = 0.12$ ). A correlation between the number of beans on plants and air temperature ( $r = -0.43$ ) between the beans was found. Number of seeds per plant negatively correlated with air temperature ( $r = -0.33$ ) and precipitation ( $r = 0.25$ ), and correlated positively with humidity ( $r = 0.12$ ). Air temperature and rainfall affects greatly the weight of seeds ( $r = -0.24$ , and  $r = -0.16$ , respectively). The formation of 1000-seed weight is positively affected by the air temperature ( $r = 0.18$ ) and rainfall ( $r = 0.19$ ).

**Keywords:** soybean; model of the variety; quantitative traits; phenotype.

*Надійшла / Received 05.09.2018*

*Погоджено до друку / Accepted 24.10.2018*