

УДК 635.655:631.527

Модель ранньостиглого сорту сої

Л. Г. Білявська¹, О. І. Присяжнюк²

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

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

Мета. Розробити модель ранньостиглого сорту сої та встановити особливості впливу умов вирощування на формування основних елементів продуктивності. **Методи.** Польові, лабораторні, математико-статистичні. **Результати.** Доведено, що основні складники продуктивності сої визначаються біологічними особливостями конкретного сорту. У досліджуваних ранньостиглих сортів виявлено середній кореляційний зв'язок висоти рослин з висотою прикріплення нижнього бобу ($r = 0,35$), кількості гілок з кількістю вузлів на головному стеблі ($r = 0,35$), кількості вузлів на головному стеблі з висотою прикріплення нижнього бобу ($r = 0,42$), кількості вузлів на головному стеблі з кількістю бобів на рослині ($r = 0,43$). Установлено сильний кореляційний зв'язок висоти рослин з кількістю вузлів на головному стеблі ($r = 0,76$), кількості насінин на рослині з масою насіння з рослини ($r = 0,79$), кількості бобів на рослині з кількістю насінин з рослини ($r = 0,96$), висоти прикріплення нижнього бобу з кількістю бобів на рослині ($r = 0,99$). **Висновки.** За результатами проведених досліджень визначено вплив погодних умов на ріст та розвиток ранньостиглих сортів сої. Виявлено кореляційний зв'язок оберненої сили між кількістю гілок на рослині з температурою повітря. На висоту рослин впливає кількість опадів та вологість повітря, причому обидві ознаки мають помірну тісноту кореляційного зв'язку. Кількість вузлів на рослинах сої позитивно корелює з кількістю опадів і кореляційний зв'язок між цими параметрами перебуває на рівні слабкої залежності. Наявна позитивна кореляційна залежність між кількістю опадів (слабка) та вологістю повітря (слабка) і від'ємна між температурою повітря (помірна) та висотою прикріплення нижнього бобу. Виявлено кореляційний зв'язок оберненої сили між кількістю бобів на рослині та температурою повітря. Кількість насіння з рослини від'ємно корелює з температурою повітря та кількістю опадів (помірний зв'язок), однак вологість повітря позитивно корельована за слабого рівня зв'язку. На формування маси тисячі зерен позитивно, але незначною мірою впливає температура повітря та кількість опадів. На масу насіння з рослини ранньостиглих сортів сої впливають такі кліматичні чинники як температура повітря, вологість повітря та кількість опадів. Як і в разі з кількістю насіння з рослини, ці погодні чинники мали кореляційний зв'язок оберненої сили і лише вологість повітря має прямий тип зв'язку.

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

Вступ

Для успішної реалізації біологічного потенціалу нових сортів сої потрібно мати знання про істотність внеску окремих ознак у формування врожаю та його якості. Адже власне знання мінливості ознак у поєднанні з фізіологічними аспектами їх формування дають змогу розробити та упровадити агротехнічні прийоми впливу на рослину [1, 2].

З огляду на це, одним з найпріоритетніших сучасних завдань є створення адаптивних систем із розвинутими механізмами самоналаштування, які забезпечуватимуть стійкість функціонування і стабільність кінцевого продукту в конкретних умовах зовнішнього середовища. Управління адаптивними системами є якісно іншим – не через регулювання зовнішнього середовища, а через

вплив на внутрішні процеси, тобто управління біологічними процесами синтезу органічної речовини, перетворення її в корисну продукцію росту й розвитку і загалом фенотипової реалізації генетичної інформації [3].

Розроблена модель сорту повинна містити таку інформацію: характеристики енергетичного потенціалу зони його вирощування, докладний опис селекційно цінних ознак із доказами їх значущості для продуктивності, якості продукції та стійкості до несприятливих чинників середовища [4]. Тому вирішальними стають знання щодо біологічних процесів й управління ними, моделювання є науково та інформаційно ємким, а управління інформаційними ресурсами-центральною проблемою розроблення моделі сорту [5].

У процесі розроблення моделі сорту потрібно враховувати залежність урожайності й технологічних властивостей від сорто типу, тобто сукупності морфологічних ознак сорту. Зокрема, потенціал урожайності сортів з індетермінантним типом росту в середньому на 5–12 % перевищує його в детермінантних сортів, здебільшого завдяки більшій кількості продуктивних вузлів [6].

Для кожної зони потрібно добирати сорти з урахуванням її екологічних умов. Навіть у регіонах, де селекцію сої ведуть десятки років, є можливість подальшого зростання потенціалу її врожайності [7]. Зокрема, у ННЦ «Інститут землеробства НААН» обґрунтовано модель скоростиглого сорту сої [8]. Однак, вважаємо, що правильнішим є створення моделі сорту, а не моделі групи стиглості, адже саме остання повинна базуватися на моделі сорту, а не навпаки.

Загалом усі кількісні ознаки рослин можна розділити на п'ять основних груп: маса, плодова продуктивність, насіннева продуктивність, висота і показники кількості вузлів. Оптимальна продуктивність рослин сої може бути сформована завдяки оптимальному співвідношенню всіх елементів продуктивності. Адже за ліміту умов, сприятливих для розвитку одного з елементів структури рослин, індивідуальний рівень продуктивності може бути компенсований повнішим розвитком інших елементів. Яскравим прикладом тут є взаємозв'язок густоти рослин з кількістю гілок або ж формування кількості вузлів та бобів відповідно до оптичних параметрів посівів тощо. Загальновідомим є те, що деякі елементи продуктивності формуються на різних етапах органогенезу рослин сої, а тому для їх оптимального розвитку потрібні різні, інколи контрастні умови. Ті чинники, що обмежували формування однієї ознаки, слугують своєрідними каталізаторами для іншої [9, 10].

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 тільки в певних, генетично визначених межах його пластичності [11].

Щодо практичної реалізації моделі сорту сої, то під час побудови залежностей між основними елементами структури врожаю рослин варто враховувати їх належність до груп стиглості сої згідно з Міжнародним класифікатором [16]. Адже рослини сортів різних груп стиглості на зміну вегетаційного періоду реагують по-різному, що позначається на перерозподілі структурних ознак та власне різному їх внеску в кінцеву продуктивність рослин [2].

Мета досліджень – розробити модель ранньостиглого сорту сої та встановити особливості впливу умов вирощування на формування основних елементів продуктивності сорту.

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 Тюрнімом) 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 Чиріковим) – 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.

Досліджували ранньостиглі сорти сої: 'Алмаз', 'Антрацит', 'Адамос', 'Александрит', 'Київська 98' та 'Юг 30'. Площа облікової ділянки – 25 м², 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 [12].

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 й етапи ускладнення генетичної системи, то взаємозв'язок між компонентами моделі можна вважати показником динамічної впорядкованості взаємодії між елементами генетичної системи [13].

Модель складається із трьох модулів ознак – результуючої і двох компонентних, що відображають фенотипову реалізацію генетичної формули. За допомогою модулів можна кількісно оцінити специфічну генну організацію ознаки конкретного генотипу. За результуючі ознаки беруться ті, що мають між собою екологічно стабільні зв'язки та найвищий сумарний внесок у кінцеву результуючу ознаку – масу зерна з рослини [14].

На кожному наступному етапі реалізації генетичної структури ознаки продуктивності результуюча ознака стає компонентною, причому з максимальним внеском у 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 [15].

Результати досліджень

Сорти сої різних груп стиглості мають не тільки біологічні відмінності в своєму індивідуальному розвитку, а й з огляду на різну тривалість вегетаційного періоду піддаються впливу різних погодних умов за їх вирощування. Відповідно в процесі побудови математичних моделей сорту такі сорти не можна ототожнювати та сприймати як одне ціле. А тому, для створення математичної моделі сорту використовували біометричні показники ранньостиглих сортів сої: 'Алмаз', 'Антрацит', 'Адамос', 'Александрит', 'Київська 98' та 'Юг 30' [17].

Показники кількісних ознак ранньостиглих сортів сої, залучених до моделювання, та їх варіабельність наведено в таблиці.

Висота досліджуваних ранньостиглих сортів сої була в межах від 66,9 до 82,8 см, а от варіювання цієї ознаки було середнім. Тільки рослинам сорту 'Алмаз' був притаманний значний рівень варіювання ознаки. Висота прикріплення нижнього бобу певною мірою визначалася параметрами загальної висоти рослин, а тому показники варіабельності ознаки повністю відповідали варіюванню загальної висоти.

Кількість гілок у досліджуваних сортів сої змінювалася від 1,8 до 2,9 шт. Ця ознака відзначалася високим рівнем варіабельності, а в сорту 'Адамос' відхилення параметрів показника було на рівні 16,8.

Кількість вузлів на рослинах сої змінювалась у межах від 11,3 до 13,3 шт. Найнижча варіабельність ознаки була в сортів 'Алмаз' та 'Антрацит', середній рівень варіабельності – у сорту 'Київська 98'.

Показник кількості бобів з рослини змінювався в межах від 57,4 до 75,5 шт., мінімальне варіювання ознаки відзначено в сортів 'Адамос' та 'Александрит', а сорти 'Київська 98' та 'Юг-30' характеризувалися великим рівнем варіабельності показника.

У середньому на рослинах сої формувалось від 113,5 до 138,1 шт. насінин. Максимальне варіювання ознаки відмічено в сорту 'Юг-30', середнє – у сортів 'Адамос' та 'Київська 98' та значне – у сортів сортів 'Алмаз', 'Антрацит' та 'Александрит'.

**Кількісні ознаки ранньостиглих сортів сої, залучених до моделювання,
та їх варіабельність (за даними 2007–2013 рр.)**

Показник	Сорти											
	'Алмаз'		'Антрацит'		'Адамос'		'Александрит'		'Київська 98'		'Юг 30'	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Загальна висота рослини, см	68,0	18,4	71,5	13,7	73,6	10,4	66,9	12,7	82,8	13,1	82,1	13,7
Висота прикріплення нижнього бобу, см	10,3	18,6	11,8	14,9	11,5	13,9	10,5	10,2	10,0	15,1	11,1	23,3
Кількість гілок, шт.	2,5	21,4	2,4	38,6	2,8	16,8	2,9	22,3	1,8	40,4	2,8	42,4
Кількість вузлів, шт.	12,0	4,5	13,1	4,9	13,3	6,7	11,8	6,0	12,9	10,5	11,3	7,9
Кількість бобів з рослини, шт.	73,9	16,8	70,1	18,7	75,5	12,5	73,0	13,9	72,0	23,5	57,4	26,3
Кількість насінин з рослини, шт.	128,4	17,1	125,1	19,2	134,4	15,5	138,1	18,5	127,4	14,1	113,5	28,1
Маса насіння з рослини, г	25,0	16,0	24,8	16,8	26,9	17,5	24,8	17,8	21,4	12,0	19,6	18,1
Маса 1000 насінин, г	195,6	6,9	200,6	3,4	200,6	8,2	180,0	5,1	169,4	4,6	181,9	13,1

Примітка. 1 – середнє; 2 – варіабельність (CV).

Мінливість показника маси насінини з рослини була від 19,6 до 26,9 г, за значного рівня варіабельності ознаки і лише в сорту 'Київська 98' цей показник був дещо нижчим. Водночас маса 1000 насінини варіювала слабко та помірно в усіх сортів сої, окрім 'Юг 30' (середній рівень варіабельності).

Наступним етапом роботи було створення індивідуальних математичних моделей досліджуваних ранньостиглих сортів сої.

Зокрема, на рисунку наведено модель продуктивності фенотипу сорту сої 'Алмаз', на якій зображено достовірні зв'язки між ознаками (рис. 1).

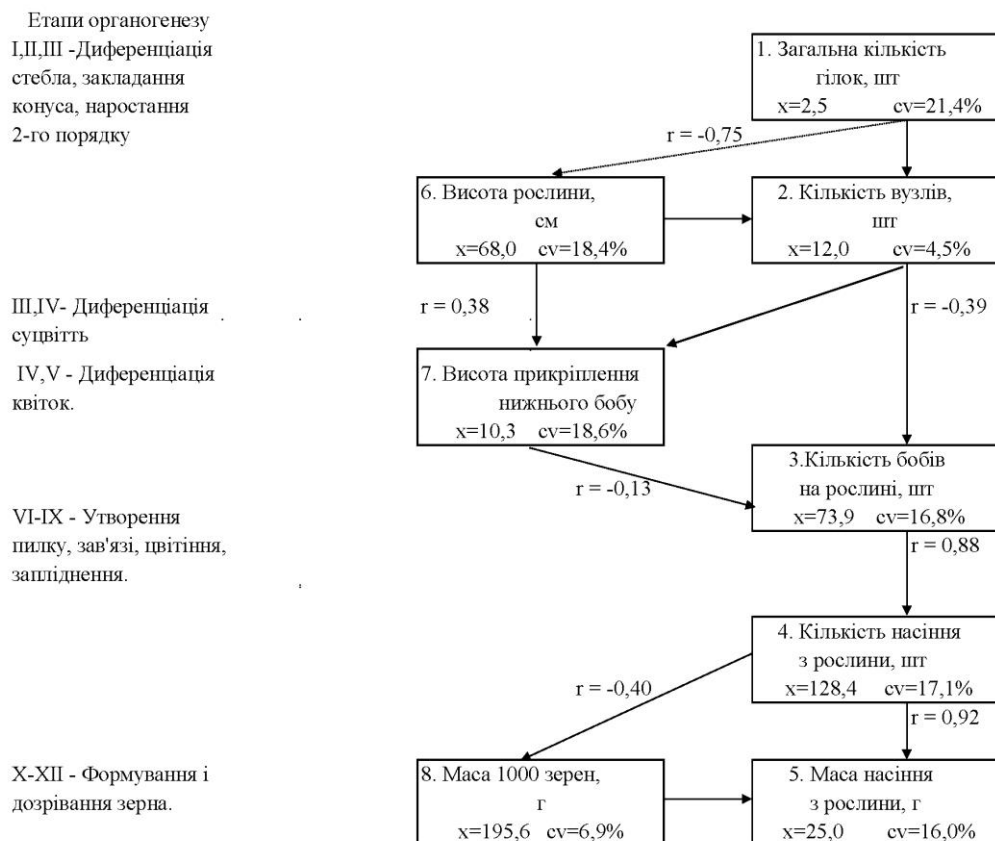


Рис. 1. Модель продуктивності фенотипу сорту сої 'Алмаз'

За результатами проведеного аналізу виявлено кореляцію оберненої сили ($r = -0,75$) між кількістю гілок і висотою рослин. Таку залежність між досліджуваними ознаками можна пояснити тим, що від появи сходів до цвітіння в цих сортів проходить від 35–40 діб, а загальний вегетаційний період не перевищує 110 діб.

Також встановлено середній кореляційний зв'язок висоти рослин і висоти прикріплення нижнього бобу ($r = 0,38$) у рослин сорту 'Алмаз'.

Далі наведено блок ознак, що представлені параметрами кількості бобів на рослині та ознаками насінневої продуктивності, де між кількістю бобів на рослині та кількістю насінин з рослини виявлено сильний кореляційний зв'язок ($r = 0,88$).

Варто відзначити кореляцію оберненої сили кількості насінин з рослини і маси тисячі насінин ($r = -0,40$). Цей факт також можна пояснити не тільки коротким вегетаційним періодом цих сортів, а й тим, що рослини сої не в змозі максимально повно сформувати запасні поживні речовини за наявності великої кількості насінин.

Кількість насінин з рослини сильно корелює з масою насіння з рослини ($r = 0,92$).

Модель продуктивності фенотипу сорту сої 'Антрацит' зображено на рисунку 2, а власне на самій моделі подано лише достовірні зв'язки між ознаками.

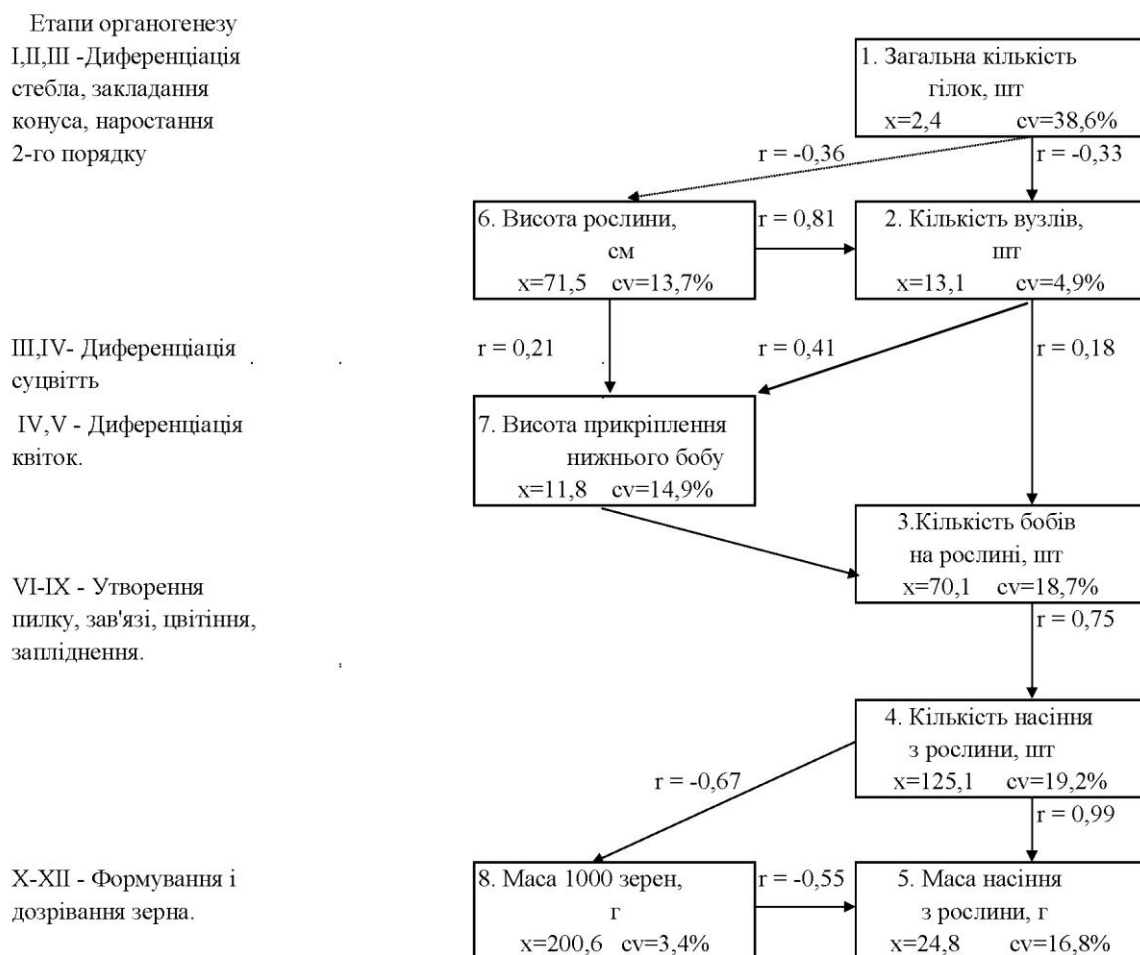


Рис. 2. Модель продуктивності фенотипу сорту сої 'Антрацит'

Дослідженнями виявлено кореляцію оберненої сили між кількістю гілок і висотою рослин ($r = -0,36$), а також між кількістю гілок і кількістю вузлів на головному стеблі ($r = -0,33$). Адаптивні ранньостиглі сорти сої не мають достатньо багато часу на гілкування та утворення великої кількості гілок, тобто рослина або утворює добрі параметри головного стебла, або ж гілкується.

Встановлено сильний кореляційний зв'язок висоти рослин з кількістю вузлів на рослині ($r = 0,81$), водночас від загальної висоти рослин залежить і висота прикріплення нижнього бобу на рослині ($r = 0,21$).

У наступному блоці ознак визначено, що між кількістю бобів на рослині та кількістю насіння з рослини є сильний кореляційний зв'язок ($r = 0,75$).

Також встановлено кореляцію оберненої сили між кількістю насінин з рослини і масою тисячі насінин ($r = -0,67$), що можна пояснити надзвичайно коротким вегетаційним періодом та фізіологічними особливостями формування насіння й накопичення запасних поживних речовин у ранньостиглих сортів сої.

Кількість насінин з рослини позитивно та тісно корелює з масою насіння з рослини ($r = 0,99$).

За результатами проведених досліджень, на рисунку 3 наведено модель продуктивності фенотипу сорту сої 'Адамос', на якій зображено достовірні зв'язки між ознаками.

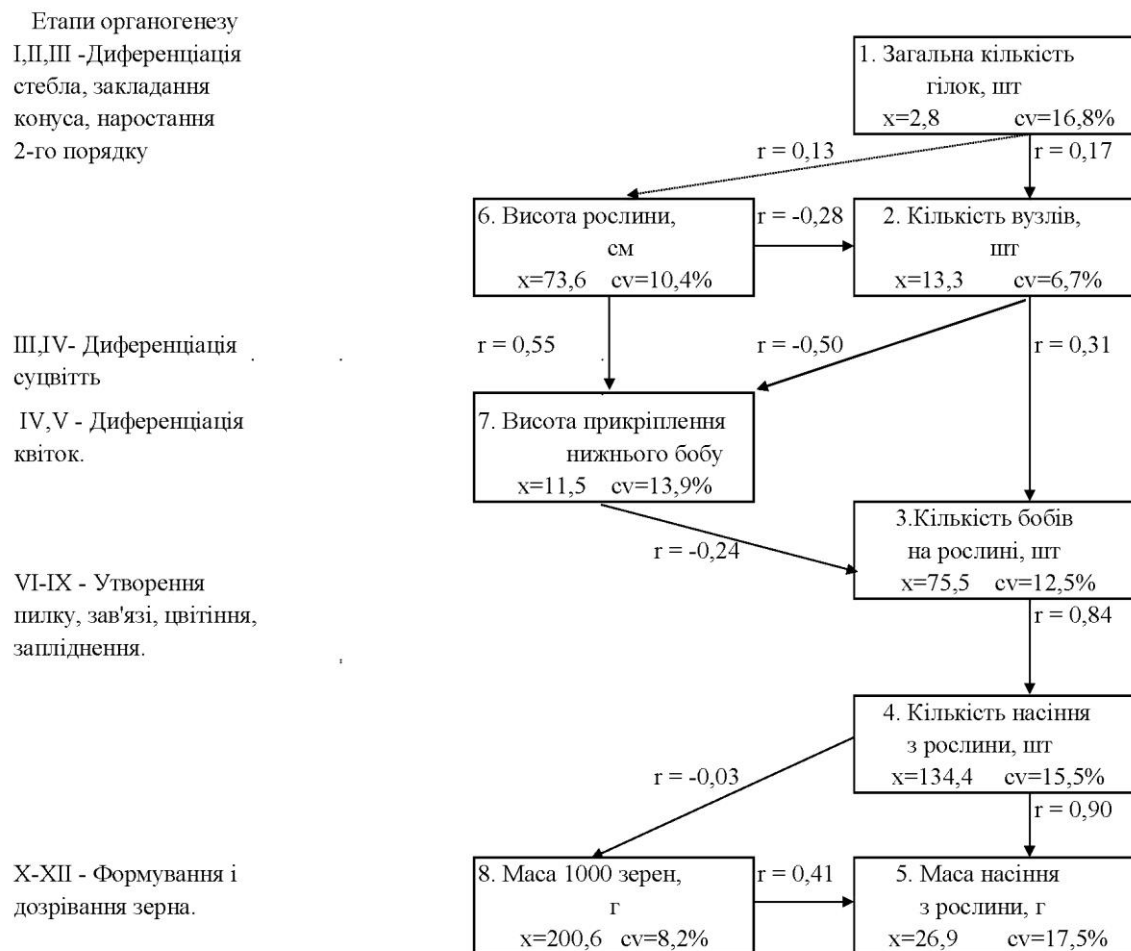


Рис. 3. Модель продуктивності фенотипу сорту сої 'Адамос'

Визначено, що загальна кількість гілок помірно корелює з висотою рослин ($r = 0,13$) та кількістю вузлів на головному стеблі ($r = 0,17$).

Установлено кореляцію оберненої сили між висотою рослин і кількістю вузлів на рослині ($r = -0,28$). Висота рослин і висота прикріплення нижнього бобу мають кореляційний зв'язок середньої сили ($r = 0,55$).

Кількість бобів на рослині визначає показник кількості насіння з рослини та ці ознаки мають сильний кореляційний зв'язок ($r = 0,84$).

Кількість насінин з рослини в сорту сої 'Адамос' позитивно та тісно корелює з масою насіння з рослини ($r = 0,90$).

Параметри моделі продуктивності фенотипу сорту сої 'Александрит' наведено на рисунку, на якому зображено достовірні зв'язки між ознаками (рис. 4).

Проаналізувавши графічне представлення моделі продуктивності фенотипу сорту 'Александрит', установили, що загальна кількість гілок корелює з висотою рослин ($r = -0,63$) та кількістю вузлів головного стебла ($r = -0,71$).

Водночас, висота рослин суттєво впливає на кількість вузлів на рослині ($r = 0,47$), а від загальної висоти рослин залежить і висота прикріплення нижнього бобу на рослині ($r = 0,37$).

Кількість бобів на рослині визначає показник кількості насіння з рослини, тож ці ознаки мають сильний кореляційний зв'язок ($r = 0,79$). Варто відзначити також від'ємну кореляційність показника кількості насінин з рослини і маси тисячі насінин ($r = -0,35$).

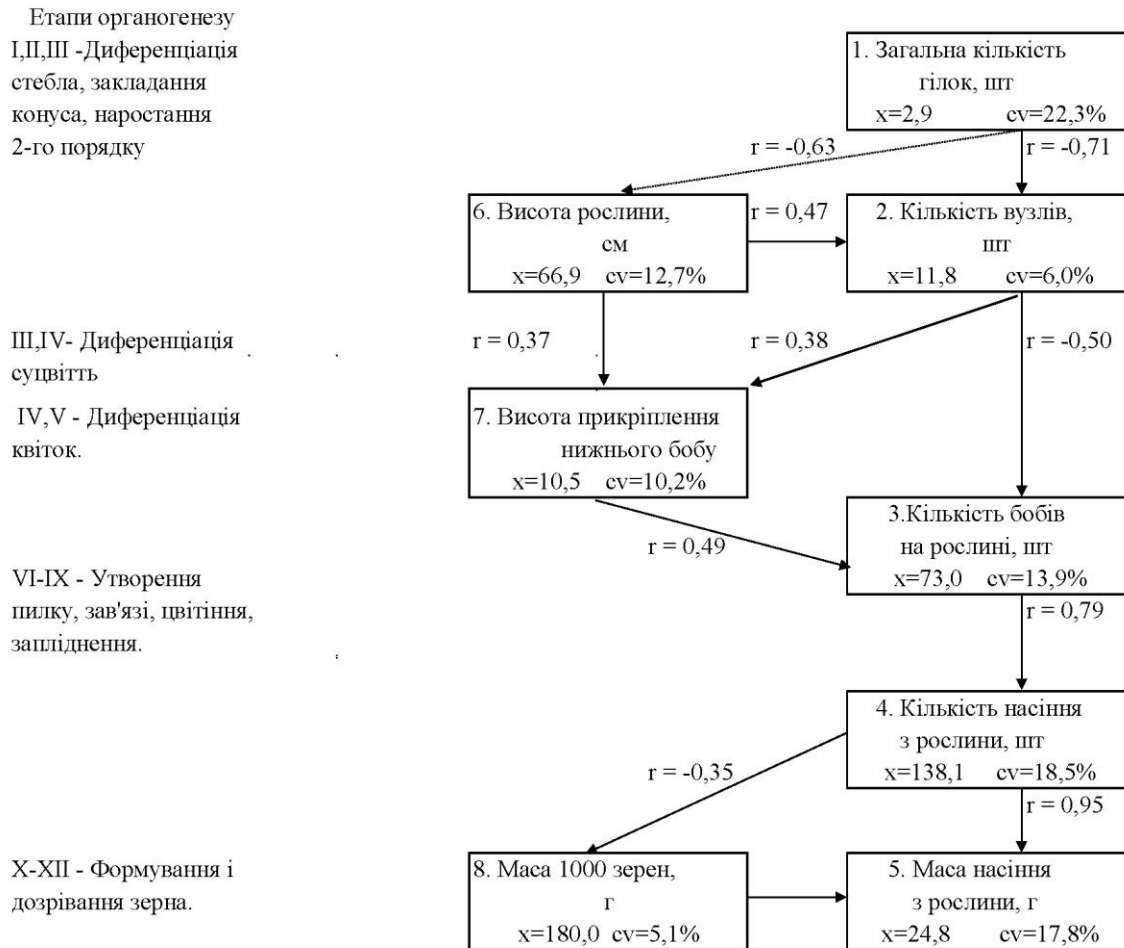


Рис. 4. Модель продуктивності фенотипу сорту сої 'Александрит'

Кількість насінин з рослини в сої сорту 'Александрит' позитивно та тісно корелює з масою насіння з рослини ($r = 0,95$).

На основі проведеного аналізу розроблено модель сорту 'Київська 98', на якій зображено достовірні зв'язки між ознаками (рис. 5).

За результатами аналізу виявлено кореляцію оберненої сили гілок з висотою рослин ($r = -0,10$). Водночас висота рослин має слабкий кореляційний зв'язок з кількістю вузлів на рослині ($r = 0,25$). А загальна кількість гілок і кількість вузлів на головному стеблі мають кореляційний зв'язок середньої сили ($r = 0,56$).

Кількість бобів на рослині визначає показник кількості насіння з рослини та ці ознаки мають кореляційний зв'язок на рівні $r = 0,41$. Також встановлено кореляцію оберненої сили між кількістю насінин з рослини і масою тисячі насінин ($r = -0,69$).

Кількість насінин з рослини сої 'Київська 98' позитивно та тісно корелює з масою насіння з рослини ($r = 0,97$).

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

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

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

X-XII - Формування і
дозрівання зерна.

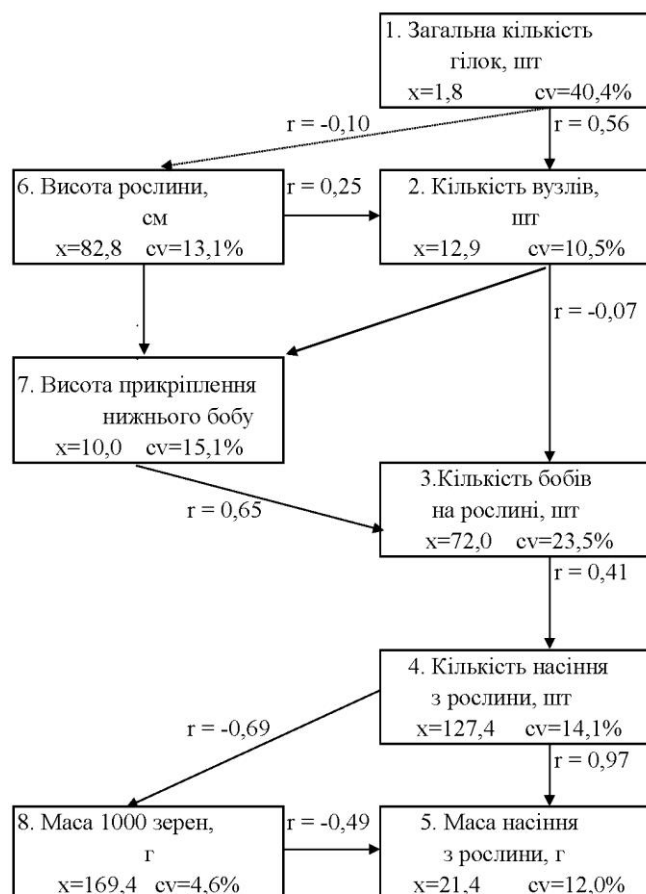


Рис. 5. Модель продуктивності фенотипу сорту сої 'Київська 98'

Результати визначення моделі продуктивності фенотипу сорту сої 'Юг 30', на якій зображено достовірні зв'язки між ознаками наведено на рисунку 6.

На основі аналізу графічного зображення моделі, можна зробити висновок, що кількість гілок на рослині кореляцією оберненої сили зв'язана з висотою рослин ($r = -0,08$), а та кількістю вузлів головного стебла виявлена слабка позитивна кореляція ($r = 0,07$).

Досліджено, що висота рослин суттєво впливає на кількість вузлів на рослині ($r = -0,31$). Також від загальної висоти рослин залежить і висота прикріплення нижнього бобу на рослині ($r = 0,77$). У цьому разі виявлено сильний кореляційний зв'язок.

Кількість бобів на рослині визначає показник кількості насіння з рослини й ці ознаки мають сильний кореляційний зв'язок ($r = 0,86$). Відповідним чином і кількість насінин з рослини позитивно та сильно корелює з масою насіння з рослини ($r = 0,83$).

Варто відзначити ще один доволі цікавий момент, а саме від'ємну корельованість показника кількості насінин з рослини і маси тисячі насінин ($r = -0,61$). Також ця ознака від'ємно корелює і з масою насіння ($r = -0,11$).

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

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

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

X-XII - Формування і
дозрівання зерна.

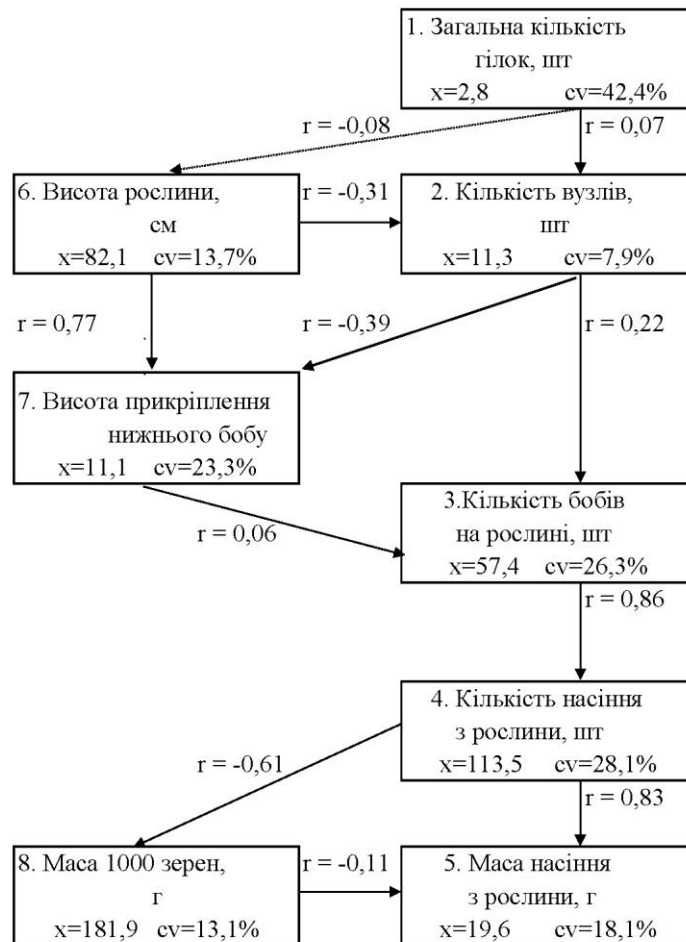


Рис. 6. Модель продуктивності фенотипу сорту сої 'Юг 30'

Опрацювання результатів індивідуального вивчення біологічних особливостей досліджуваних сортів сої та побудова на їх основі моделей продуктивності фенотипу невідривно пов'язане з необхідністю визначення параметрів моделі для ранньостиглих сортів сої загалом (рис. 7).

Узагальнення дає змогу не тільки співставити особливості формування тих чи інших ознак структури врожаю сої, а й отримати загальногрупові особливості реалізації біологічного потенціалу.

Установлено, що для ранньостиглих сортів сої загальна кількість гілок корелює з кількістю вузлів головного стебла ($r = 0,35$).

Висота рослин сильно впливає на кількість вузлів на рослині ($r = 0,76$). Водночас, від загальної висоти рослин залежить і висота прикріплення нижнього бобу на рослині ($r = 0,35$). Кількість вузлів на рослині є передумовою формування на рослині бобів, тому на основі досліджень отримано кореляцію між цими показниками на рівні ($r = 0,43$). Також, кількість вузлів на рослині впливає і на показник висоти прикріплення нижнього бобу ($r = 0,42$).

Проведені дослідження показали значний вплив висоти прикріплення нижнього бобу на кількість бобів на рослині ($r = 0,99$).

Установлено, що кількість бобів на рослині впливає на кількість насіння з рослини й ці ознаки мають дуже сильний кореляційний зв'язок ($r = 0,96$). Кількість насінин з рослини позитивно та тісно корелює з масою насіння з рослини ($r = 0,79$).

А от кількість насінин з рослини зв'язана кореляцією від'ємної сили з масою тисячі насінини ($r = -0,34$), хоча цей показник позитивно корелює із загальною масою насіння з рослини ($r = 0,32$).

Наступним етапом роботи було визначення тісноти впливу погодних умов вирощування на показники структури врожаю ранньостиглих сортів сої. Для проведення аналізу користувалися

аналогічними методичними підходами з визначення фактичних параметрів погодних умов залежно від тривалості відповідних фенологічних періодів росту й розвитку рослин сої.

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

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

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

X-XII - Формування і
дозрівання зерна.

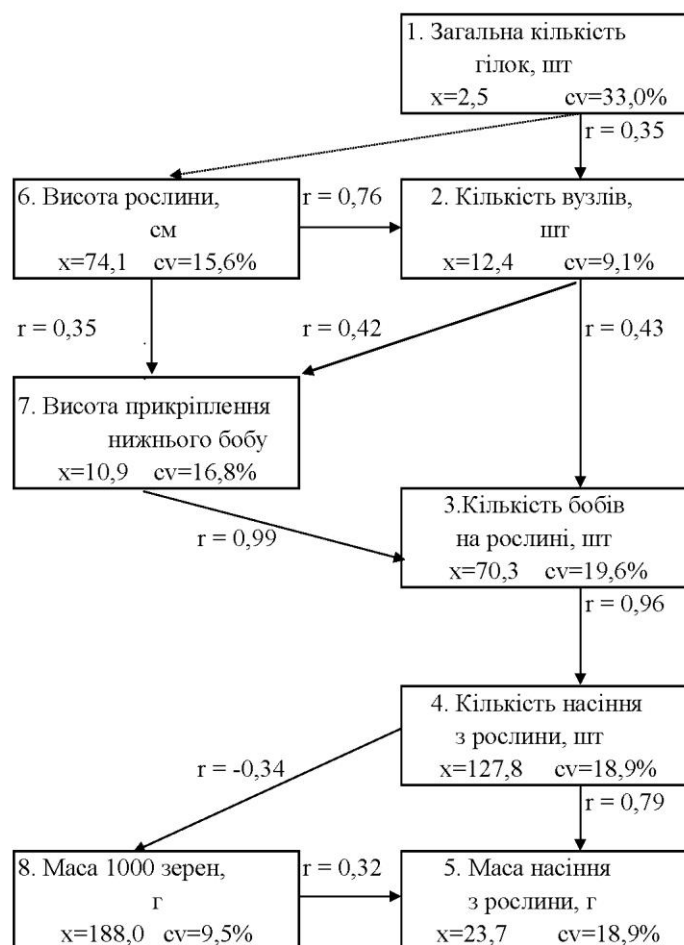


Рис. 7. Модель продуктивності фенотипу ранньостиглих сортів сої (за даними 2007–2013 рр.)

Результати графічного представлення впливу кліматичних умов на продуктивність фенотипу ранньостиглих сортів сої наведено на рисунку 8. Нами подано лише достовірні коефіцієнти кореляції, а там, де немає ліній та показників, дані або не достовірні, або ж отримані коефіцієнти менше $r = 0,10$, тобто має місце дуже слабкий зв'язок або ж він повністю відсутній.

Проведені дослідження з вивчення впливу погодних умов на ріст і розвиток ранньостиглих сортів сої дали змогу виявити деякі закономірності. Установлено, що загальна кількість гілок від'ємно та помірно корелює з температурою повітря. Отже, на ранніх етапах росту й розвитку ранньостиглих сортів сої є певний діапазон погодних умов за яких на рослинах формуються оптимальні показники основних елементів структури рослин.

Виявлено, що на висоту рослин впливає кількість опадів та вологість повітря, причому обидві ознаки мають помірну тісноту кореляційного зв'язку. Зважаючи на їх позитивну корельованість, можна стверджувати, що достатні вологість повітря та кількість опадів сприяють збільшенню висоти рослин сої завдяки кращому використанню інших чинників довкілля та елементів технології вирощування.

Визначено, що кількість вузлів на рослинах досліджуваних сортів сої позитивно корелює з кількістю опадів і кореляційний зв'язок між цими параметрами перебуває на рівні слабкої залежності.



Результати оцінювання тісноти зв'язку погодних умов з параметрами висоти прикріплення нижнього бобу в ранньостиглих сортів сої показують, що наявна позитивна кореляційна залежність між кількістю опадів (слабка) та вологістю повітря (слабка) і від'ємна між температурою повітря (помірна).

Критичним періодом сої є формування бобів на рослинах. Установлено, що температура повітря від'ємно та помірно корелює з цією ознакою. Тобто, за надмірної кількості опадів у цей період рослини сої формують менші показники кількості бобів, ніж за оптимальних умов росту й розвитку.

Визначено, що кількість насіння з рослини від'ємно корелює з температурою повітря та кількістю опадів (помірний зв'язок), однак вологість повітря позитивно корелює за слабого рівня зв'язку.

На формування маси тисячі насінин позитивно впливає температура повітря та кількість опадів, однак тіснота зв'язку на рівні слабкої кореляційної залежності не дає змогу розглядати ці чинники як визначальні у формуванні ознаки.

Визначено, що на головний складник продуктивності ранньостиглих сортів сої – масу насіння з рослини чинять достовірний вплив такі кліматичні фактори, як температура повітря, вологість повітря та кількість опадів. Як і у випадку з кількістю насіння з рослини, ці погодні чинники зв'язані кореляцією оберненої сили і лише вологість повітря має прямий тип зв'язку. Отже, надмірні температури повітря та надмірна кількість опадів сприяють отриманню значно меншої продуктивності рослин, ніж за оптимальних погодних умов.

Висновки

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

Установлено, що загалом для ранньостиглих сортів сої кількість гілок корелює з кількістю вузлів головного стебла ($r = 0,35$). Висота рослин впливає на кількість продуктивних вузлів на рослині ($r = 0,76$), від загальної висоти рослин залежить і висота прикріплення нижнього бобу на рослині ($r = 0,35$). Кількість вузлів на рослині визначає формування на рослині бобів ($r = 0,43$), а також впливає і на показник висоти прикріплення нижнього бобу ($r = 0,42$). Установлено значний вплив висоти прикріплення нижнього бобу на кількість бобів на рослин ($r = 0,99$). Кількість бобів на рослині впливає на кількість насіння з рослини й ці ознаки мають дуже сильний кореляційний зв'язок ($r = 0,96$). Кількість насінин з рослини позитивно та тісно корелює з масою насіння з рослини ($r = 0,79$). Кількість насінин з рослини пов'язана кореляцією оберненої сили з масою тисячі насінин ($r = -0,34$), хоча позитивно корелює із загальною масою насіння з рослини ($r = 0,32$).

Вивчення впливу погодних умов на ріст і розвиток ранньостиглих сортів сої дає змогу зробити узагальнення. Установлено, що кількість гілок кореляцією оберненої сили зв'язана з температурою повітря. На висоту рослин впливає кількість опадів та вологість повітря, причому обидві ознаки мають помірну тісноту кореляційного зв'язку. Кількість вузлів на рослинах сої позитивно корелює з кількістю опадів і кореляційний зв'язок між цими параметрами перебуває на рівні слабкої залежності. Наявна позитивна кореляційна залежність між кількістю опадів (слабка) та вологістю повітря (слабка) і від'ємна між температурою повітря (помірна) та висотою прикріплення нижнього бобу.

Кількість бобів на рослинах пов'язана помірною кореляцією оберненої сили з температурою повітря. Кількість насіння з рослини від'ємно корелює з температурою повітря та кількістю опадів (помірний зв'язок), однак з вологістю повітря виявлено позитивну кореляцію слабого рівня зв'язку.

На формування маси тисячі зерен позитивно, але незначною мірою впливає температура повітря та кількість опадів. На масу насіння з рослини ранньостиглих сортів сої впливають такі кліматичні чинники, як температура повітря, вологість повітря та кількість опадів. Як і в разі з кількістю насіння з рослини, ці погодні чинники зв'язані кореляцією оберненої сили і лише вологість повітря має прямий тип зв'язку.

Використана література

1. Драгавцев В. А. Эколого-генетическая модель организации количественных признаков растений. *Сельскохозяйственная биология*. 1995. № 5. С. 20–29.
2. Mohanty M., Probert M. E., Reddy K. S. et al. 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
3. Літун П. П., Кириченко В. В., Петренко В. П., Коломацька В. П. Теорія і практика селекції на макроознаки. Методологічні проблеми. Харків, 2004. 157 с.
4. Корчинський А. А. Становлення еволюційної теорії адаптації рослин. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*: У 4 т. / голов. ред. В. В. Моргун. Київ: Логос, 2001. Т. 2. С. 11–22.
5. 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, Iss. 6. P. 987–989. doi: 10.1093/aob/mcr257
6. Nafziger E. Soybean. *Illinois Agronomy Handbook*. Urbana-Champaign, Illinois, 2013. P. 27–36. URL: <http://extension.cropsciences.illinois.edu/handbook/pdfs/chapter03.pdf>
7. 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
8. Сайко В. Ф., Коваленко П. І. Науковий супровід систем землеробства і агротехнологій. *Вісн. аграр. науки*. 2006. № 8. С. 15–19.
9. Присяжнюк О. І. Математична модель продуктивності рослин гороху. *Наук. праці ІБКЦБ*. 2012. Вип. 12. С. 173–174.
10. Fournier C., Andrieu B., Buck-Sorlin G. H. et al. 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. Karpuk L., Prysiashniuk O. Construction of multiple regressive models of sugar beet growth and development. *Вісник ХНАУ. Сер.: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. 2014. Вип. 2. С. 74–82.
12. 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.
13. Літун П. П., Кириченко В. В., Петренко В. П., Коломацька В. П. Системний аналіз в селекції польових культур. Харків, 2009. 352 с.
14. Литун П. П. Эколого-генетическая модель количественного признака и ее значимость для теории селекции. *Селекция и семеноводство*. 1984. Вып. 56. С. 40–45.
15. 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.
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. 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. Mohanty, M., Probert, M. E., Reddy, K. S., 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.*, 152, 68–78. doi: 10.1016/j.agee.2012.02.013
3. 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]
4. Korchynskiy, A. A. (2001). Formation of an evolutionary theory of plant adaptation. In V. V. Morhun (Ed.), *Henetyka i selektsiia v Ukraini na mezhi tysiacholit* [Genetics and breeding in Ukraine at the turn of the millennium]. (Vol. 2, pp. 11–22). Kyiv: Lohos. [in Ukrainian]
5. 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.*, 108(6), 987–989. doi: 10.1093/aob/mcr257
6. Nafziger, E. (2013). Soybean. In *Illinois Agronomy Handbook* (pp. 27–36). Urbana-Champaign, Illinois: N.p. URL: <http://extension.cropsciences.illinois.edu/handbook/pdfs/chapter03.pdf>
7. 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
8. Saiko, V. F., & Kovalenko, P. I. (2006). Scientific support of systems of agriculture and agrotechnologies. *Visn. agrar. nauki* [Bulletin of Agricultural Science], 8, 15–19. [in Ukrainian]

9. Prysiazniuk, O. I. (2012). Mathematical model of pea plant productivity. *Nauk. pracі Інст. bioenerg. kul't. cukrov. burákv* [Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 16, 173–174. [in Ukrainian]
10. Fournier, C., Andrieu, B., Buck-Sorlin, G. H., Evers, J. B., Drouet, J. L., Escobar-Gutierrez, A. J., & Vos, J. (2007). Functional-Structural modelling of Gramineae. In *Functional-Structural Plant Modelling in Crop Production* (pp. 175–186). Dordrecht: Springer. doi: 10.1007/1-4020-6034-3_15
11. Karpuk, L., & Prysiazniuk, O. (2014). Construction of multiple regressive models of sugar beet growth and development. *Visnik HNAU. Seriá Roslinnictvo, selekciá i nasinnictvo, plodoovočivnictvo i zberiganná* [The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Crop production, breeding and seed production, horticulture], 2, 74–82. [in Ukrainian]
12. 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]
13. 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]
14. 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]
15. 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]
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: N.p. [in Ukrainian]
17. Biliavska, L. H. (2010). Adaptability of soybean varieties of Poltava breeding in conditions of climate change. *Naukovo-tehničnij búleten' 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.¹, Присяжнюк О. И.² Модель раннеспелого сорта сои // Новітні агротехнології. 2018. № 6. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/165365>.

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

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

Цель. Разработать модель раннеспелого сорта сои и установить особенности влияния условий выращивания на формирование основных элементов продуктивности. **Методы.** Полевые, лабораторные, математико-статистические. **Результаты.** Доказано, что основные признаки структуры продуктивности сои определяются биологическими особенностями конкретного сорта. У исследованных раннеспелых сортов выявлена средняя корреляционная связь высоты растений с высотой прикрепления нижнего боба ($r = 0,35$), количества ветвей с количеством продуктивных узлов на главном стебле ($r = 0,35$), количества продуктивных узлов на главном стебле с высотой прикрепления нижнего боба ($r = 0,42$), количества продуктивных узлов на главном стебле с количеством бобов на растении ($r = 0,43$). Установлено сильную корреляционную связь высоты растений с количеством узлов на растении ($r = 0,76$), количества семян с растения с массой семян с растения ($r = 0,79$), количества бобов на растении с количеством семян с растения ($r = 0,96$), высоты прикрепления нижнего боба с количеством бобов с растения ($r = 0,99$). **Выводы.** По результатам проведенных исследований определено влияние погодных условий на рост и развитие растений раннеспелых сортов сои. Выявлено корреляционную связь обратной силы между количеством ветвей на растении с температурой воздуха. На высоту растений влияют количество осадков и влажность воздуха, причем оба признака имеют умеренную тесноту корреляционной связи. Количество узлов на растениях сои положительно коррелирует с количеством осадков и корреляционная связь между этими параметрами находится на уровне слабой зависимости. Имеется положительная корреляционная зависимость между количеством осадков (слабая) и влажностью воздуха (слабая) и отрицательная между температурой воздуха (умеренная) и высотой прикрепления нижнего боба. Корреляционная связь обратной силы выявлена между количеством бобов на растении и температурой воздуха. Количество семян с растения отрицательно коррелирует с температурой воздуха и количеством осадков (умеренная связь), однако влажность воздуха положительно коррелирована при слабом уровне связи. На формирование массы тысячи зерен положительно, но незначительно влияет температура воздуха и количество осадков. На массу семян с растения раннеспелых сортов сои влияют такие климатические факторы, как температура воздуха, влажность воздуха и количество осадков. Как и в случае с количеством семян с растения, эти погодные факторы имели корреляционную связь обратной силы и только влажность воздуха имеет прямой тип связи.

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

UDC 635.655:631.527

Biliavska, L. H.¹, & Prysiachniuk, O. I.² (2018). A model of early-maturing soybean variety. *Novitni agrotehnologii* [Advanced agritechnologies], 6. Retrieved from <http://jna.bio.gov.ua/article/view/165365>. [in Ukrainian]

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

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

Purpose. To develop a model of early-ripening soybean variety and to determine the effect of growing conditions on the formation of the major productivity components. **Methods.** Field, laboratory, mathematical and statistical. **Results.** It was proven that the major productivity components are determined by the biological characteristics of a particular variety. Among the early-maturing soybean varieties, an average correlation was found between the height of plants and the height of attachment of the lowest bean ($r = 0.35$); the number of branches and the number of nodes on the main stem ($r = 0.35$); the number of nodes on the main stem and height of the lowest bean attachment ($r = 0.42$); the number of nodes per plant and the number of pods ($r = 0.43$). Strong correlation was found between the number of nodes on the main stem ($r = 0.76$) and the height of plants; the number of seeds per plant and the weight of seeds per plant ($r = 0.79$); the number of beans per plant and the number of seeds per plant ($r = 0.96$); the height of attachment of the lowest bean per plant and the number of beans per plant ($r = 0.99$). **Conclusions.** According to the results of the research, the influence of weather conditions on the growth and development of early-maturing soybean varieties was determined. A correlation between the number of branches and the temperature of the air is reverse. The height of plants is influenced by the amount of precipitation and air humidity, with both having a moderate correlation. The number of nodes on soybean plants positively correlates with the amount of precipitation and the correlation between these parameters is at the level of weak correlation. There is a positive correlation between the amount of precipitation (weak) and the air humidity (weak) and the negative between the air temperature (moderate) and the height of attachment of the lowest bean. The air temperature reversibly correlates with the number of beans per plant. The number of seeds per plant negatively correlates with the air temperature and the amount of precipitation (moderate correlation), but the air humidity has a positive weak correlation. Formation of 1000-seed weight is positively but slightly influenced by air temperature and the amount of precipitation. Weight of seeds per plant of early-ripening soybean varieties is influenced by such climatic factors as air temperature, humidity and the amount of precipitation. As with the number of seeds per plant, these weather factors negatively correlate and only the air humidity has a direct relation type.

Keywords: soybean; variety; model of variety; quantitative characteristics; phenotype.

Надійшла / Received 08.08.2018

Погоджено до друку / Accepted 04.10.2018