

## ***ВПЛИВ ГІДРОТЕРМІЧНИХ ЧИННИКІВ ДОВКІЛЛЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ І БІОХІМІЧНИЙ СКЛАД НАСІННЯ СОЇ***

Рябуха С.С.<sup>1</sup>, Чернишенко П.В.<sup>1</sup>, Святченко С.І.<sup>1</sup>, Садовой О.О.<sup>1</sup>, Тесля Т.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Україна

<sup>2</sup>) ХНАУ ім. В.В. Докучаєва МОН України

Встановлено значну диференціацію за господарсько-біологічними показниками у селекційних ліній сої за роками. Врожайність коливалась від 0,84 т/га до 2,59 т/га при середньому значенні 1,40 т/га. Вміст в насінні білка знаходився у межах 29,9–38,2 %, вміст олії – 16,8–19,2 %. Середній вміст білка в насінні дорівнював 34,8 %, вміст олії – 18,1 %. Визначено кореляцію між показниками врожайності і якості та гідротермічними чинниками довкілля. Встановлено зв'язки: позитивний сильний – між урожайністю і відносною вологістю повітря ( $r=0,723$ ); позитивний середній – між урожайністю та сумою опадів ( $r=0,605$ ); негативний середній – між урожайністю та середньою температурою повітря ( $r= -0,666$ ); негативний слабкий – між урожайністю та сумою ефективних температур ( $r= -0,373$ ). Урожайність обумовлює продуктивність агроценозу сої за збором білка і олії 1 га ( $r=0,994$ ). Вміст білка в насінні дуже сильно корелював із сумарним вмістом білка і олії ( $r=0,948$ ).

**Ключові слова:** соя, урожайність, вміст білка та олії, збір, гідротермічний чинник, кореляція

**Вступ.** Соя є основою світової піраміди рослинного білка і олії, важливою складовою продовольства [1, 2], забезпечуючи біля 20 % світових білкових ресурсів [3, 4] та посідаючи перше місце серед усіх олійних культур (на її частку припадає 61 % світового валового збору олійних) [5].

Сою, як стратегічну для українського землеробства культуру, можна висівати на досить великій території соєвого поясу, до якого входять Лісостеп, північний, центральний і південно-західний Степ, лісостепові райони Полісся та зрошувані землі південного Степу, де можна збільшити її площу до 4 млн. га, виробництво – до 10 млн. та надходження біологічного азоту понад 450–600 тис. т. Завдяки підвищенню обсягів виробництва сої Україна може вийти на стратегічний напрям розвитку аграрного сектора, зміцнення економіки та розв'язання продовольчої проблеми [6]. У середньостроковій перспективі (до 2030 р.) прогнозується збільшення виробництва соєвого насіння до 7,5–8,0 млн. т [7].

**Аналіз літературних джерел, постановка проблеми.** На основі аналізу біокліматичного потенціалу, соціально-економічних і суспільних аспектів розвитку агропромислового комплексу регіонів науковою школою академіка А.О. Бабица визначено соєвий пояс України. Було накреслено шляхи ефективної селекції сої на основі комбінування генів, які контролюють ознаки продуктивності, якості насіння, стійкості до посухи, збудників хвороб і шкідників, що дозволило створити нові високопродуктивні сорти [8, 9].

Однак недостатня адаптивність сучасного асортименту сої в нестабільних агрометеорологічних умовах негативно позначається на насінневій продуктивності, викликає різкі коливання врожайності за роками і не дозволяє повністю реалізувати генетичний потенціал сортів.

Соя, як культура мусонного клімату, досить чутлива до забезпечення вологою і теплом. Температурний оптимум для вегетаційного росту – 18–22 °С, для формування репродуктивних органів – 21–23 °С, цвітіння – 22–25 °С, формування бобів – 20–23 °С і досягання – 18–20 °С. У період цвітіння бажаною є незначна кількість опадів, а під час утворення і наливу бобів потрібна підвищена вологість повітря і ґрунту. При дуже низькій во-

логості в цей період на рослинах не утворюються нові і відбувається скидання вже сформованих бобів [10, 11, 12].

Високі врожаї сої в світі обумовлено сприятливими умовами вирощування. Основні (3/4 світових) посіви сої розташовано в сприятливих для культури ґрунтово-кліматичних умовах – штатах кукурудзяного пояса США, Канади і добре зволжених зонах латиноамериканських країн, де ресурси тепла і вологи, а також родючі ґрунти дозволяють отримувати рівень урожайності близько 3,0 т/га [13, 14, 15].

В Україні за останні десятиріччя при поступовому потеплінні клімату спостерігається стійка тенденція до істотного збільшення кількості років із посухами [16], що негативно впливає на врожайність сільськогосподарських культур. Урожайність сої в Україні знаходиться на рівні 1,2–1,6 т/га, а у провідних країнах – виробниках сої (США, Аргентині, Бразилії) урожайність становить 2,1–2,9 т/га, що у два рази більше. Генетичний потенціал сортів сої в Україні реалізується лише на 38–56 %, тоді як у Канаді та США – на 70–73 % [17, 18, 19], тому стоїть завдання підвищити реалізацію потенціалу до 78–92 % [6, 19, 20].

Урожайність є найважливішим комплексним показником господарської цінності культури, яка поєднує індивідуальну продуктивність рослин, біоценотичний фактор та умови довкілля. Тому лише при оптимальному поєднанні всіх факторів можна очікувати високу продуктивність культури як результуючу ознаку факторіальної дії систем потенційної продуктивності та екологічної стійкості [21]. Вивчення пластичності та стабільності сортів сої за врожайністю показало, що формування високої продуктивності обумовлюється оптимальним співвідношенням гідротермічних показників [22].

Установлено, що вміст білка і олії в насінні сої піддається високій генотиповій і модифікаційній мінливості та залежить від регіону вирощування культури, генотипу сорту, групи стиглості, застосування різних технологічних заходів та інших чинників. При цьому зазначається, що в різних регіонах земної кулі значно більший вплив клімат має на вміст білка в насінні, ніж на вміст олії [23, 24, 25], і обидві ці ознаки значно варіюють в різних умовах вирощування [26, 27, 28]. При вивченні впливу цілого ряду чинників на біохімічні показники соєвого насіння було доведено, що середовище є найважливішим джерелом мінливості вмісту білка і олії [27]. Іншими дослідниками встановлено, що багаторічний (1987–2015 рр.) ріст вмісту білка обумовлено як зміною клімату, так і генетичним поліпшенням сортів [29]. Результати досліджень свідчать, що високий вміст олії спостерігається при підвищеному зволоженні і порівняно невисокій температурі, а білка – при сухій погоді і підвищеній температурі [2, 4, 10, 11]. Між вмістом білка та олії відмічається чітко виражена негативна кореляція [4, 10, 11, 12, 30], проте є зразки, у яких ці показники сягають 55 % та 28 % відповідно, що вказує на можливість підвищення вмісту в насінні обох компонентів.

Узагальнення результатів досліджень впливу чинників довкілля на врожайність і біохімічний склад насіння сої вказує на їх актуальність, так як рівень реалізації потенціалу врожайності, вмісту білка і олії в насінні в умовах різних зон вирощування є відмінним.

**Мета і задачі.** Метою досліджень було вивчення впливу гідротермічних чинників довкілля (середня температура повітря, сума ефективних температур, сума опадів та відносна вологість повітря) на врожайність, вміст білка та олії в насінні сої та їх збір з одиниці площі.

**Матеріал і методика.** Дослідження проводили на полях наукової сівозміни Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН (ІР НААН) у 2011–2017 рр. після попереднику жито озиме. Технологія вирощування сої була загальноприйнятою для зони. Матеріалом для досліджень були 50 зразків сої з розсадника конкурсного сортовипробування. Площа ділянки 25 м<sup>2</sup> [31].

Гідротермічні показники за період вегетації сої у роки досліджень відзначалися суттєвими відмінностями від середніх багаторічних значень, що добре відображає регіональні особливості клімату та дозволяє отримати об'єктивні результати.

Середня температура повітря та середня сума ефективних температур була вищою за середню багаторічну норму в усі роки досліджень. Сума опадів за період вегетації сої перевищувала норму в 2011, 2013, 2014, 2016 рр. та була нижчою норми в 2012, 2015 та 2017 рр. Відносна вологість повітря була нижчою норми в усі роки проведення досліджень (табл. 1).

## Гідротермічні умови вегетаційного періоду сої, 2011-2017 рр.

Показник за період вегетації (квітень-вересень)	Рік							
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	норма
Середня температура повітря, °С	18,3	19,3	19,1	18,5	18,9	18,1	18,3	17,1
Сума ефективних температур, °С	1594,4	1787,7	1573,1	1634,5	1699,4	1607,0	1584,8	1206,0
Сума опадів, мм	556,4	222,1	376,8	391,8	271,8	371,4	170,5	304,6
Відносна вологість повітря, %	62	59	62	60	57	63	55	65

Вміст білка в насінні визначали за К<sup>с</sup>ельдаєм згідно ГОСТ 10846-91 [32] та на пристрої «Инфралюм ФТ-10». Визначення вмісту олії в насінні проводили методом сухого знежиреного залишку (гравіметричним методом) в модифікації С.В. Рушковського [33] та на пристрої «Инфралюм ФТ-10». Обробку результатів досліджень проводили за Б.А. Доспеховим [34].

**Обговорення результатів.** Вивчення селекційних зразків розсадника конкурсного сортовипробування показало значне коливання середньої по дослідній вибірці врожайності за роками дослідження (рис. 1). Урожайність зразків вибірки варіювала від 0,84 т/га у 2012 та 2017 рр. до 2,59 т/га – у 2016 р. при середньому значенні за 2011–2017 рр. 1,40 т/га. При цьому лінія тренду вказує на позитивну тенденцію у збільшенні середньої врожайності культури за роки досліджень. При цьому мінімальний рівень урожайності 0,84 т/га було одержано у роки з мінімальною кількістю опадів – 170,5 мм та 222,1 мм (див. табл. 1). Максимальний рівень урожайності 2,59 т/га було одержано при сумі опадів за період вегетації на рівні більше середньої багаторічної норми (371,4 мм) і найвищій за роки дослідження відносній вологості повітря (63 %).

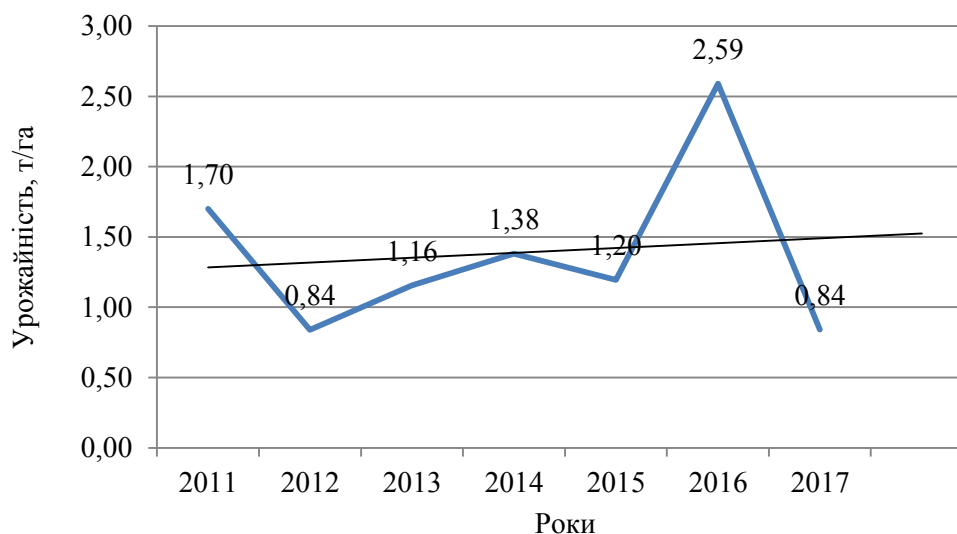


Рис. 1. Урожайність сої (розсадник конкурсного сортовипробування ІР НААН)

Аналіз результатів дослідження виявив значну диференціацію господарсько-біологічних показників у зразків досліджуваної вибірки. Вміст в насінні білка мав досить широкий розмах і знаходився у межах від 29,9 % до 38,2 %. Середній вміст білка в насінні дорівнював 34,8 %. Олійність насіння коливалась незначно і варіювала від 16,8 % до 19,2 % при середньому вмісті олії 18,1 % (табл. 2).

Інтегральним показником продуктивності агроценозу сої є збір основних біохімічних компонентів соєвого насіння – білка, олії та їх сумарної кількості з 1 га. Середній по вибірці збір білка варіював у межах від 0,280 т/га до 0,874 т/га. Середній збір білка становив 0,487 т/га. Збір олії коливався від 0,146 т/га до 0,450 т/га при середньому рівні 0,253 т/га. За рівнем збору білка і олії зафіксовано мінливість від 0,439 т/га до 1,324 т/га. Середній сумарний збір білка і олії становив 0,737 т/га.

**Господарсько-біологічна характеристика зразків сої, конкурсне сортовипробування,  
2011-2017 рр.**

Показник	Урожай- ність, (т/га)	Вміст в насінні, %			Збір, т/га		
		білок	олія	сума білка і олії	білок	олія	сума білка і олії
Мінімум	0,84	29,9	16,8	49,0	0,280	0,146	0,439
Максимум	2,59	38,2	19,2	57,4	0,874	0,450	1,324
Середнє	1,40	34,8	18,1	52,9	0,487	0,253	0,737

Дослідженнями встановлено особливості впливу гідротермічних чинників довкілля на формування врожайності, вміст основних біохімічних компонентів насіння сої – білка і олії та їх збір з одиниці площі (табл. 3).

**Коефіцієнти кореляції між господарськими ознаками та гідротермічними  
показниками, 2011-2017 рр.**

Ознака, показник	Урожай- ність, т/га	Вміст в насінні, %			Збір білка і олії, т/га	Відносна воло- гість по- вітря, %	Сума опадів, мм	Середня темпе- ратура повітря, °С
		білка	олії	білка і олії				
Вміст білка в насінні, %	-0,106	–	–	–	–	–	–	
Вміст олії в насінні, %	-0,220*	-0,403*	–	–	–	–	–	
Вміст білка і олії в насінні, %	-0,192*	0,948*	-0,091	–	–	–	–	
Збір білка і олії, т/га	0,994*	-0,006	-0,223*	-0,084	–	–	–	
Відносна воло- гість повітря, %	0,723*	-0,582*	0,376*	-0,502*	0,686*	–	–	
Сума опадів, мм	0,605*	-0,213*	0,163	-0,175	0,603*	0,818*	–	
Середня темпе- ратура повітря, °С	-0,666*	-0,437*	0,435*	-0,325*	-0,706*	-0,175	-0,372*	
Сума ефективних температур, °С	-0,373*	0,078	0,078	0,112	-0,362*	-0,323*	-0,431*	0,626*

Примітка: \* – істотне значення.

Вивчення залежності врожайності сої від основних чинників довкілля показало існування сильного позитивного зв'язку між урожайністю та відносною вологістю повітря ( $r = 0,723$ ).

Між урожайністю та сумою опадів за період вегетації встановлено середню кореляцію ( $r = 0,605$ ). Середня температура повітря за період вегетації мала середній негативний вплив на врожайність сої ( $r = -0,666$ ). Між сумою ефективних температур та врожайністю зафіксовано слабкий негативний зв'язок ( $r = -0,373$ ). Це свідчить про провідну роль умов зволоження (відносної вологості повітря та суми опадів) у формуванні врожайності сої і негативний вплив підвищення температурного режиму періоду вегетації.

Між урожайністю і вмістом в насінні олії та сумарним вмістом білка і олії була слабка та дуже слабка негативна залежність ( $r = -0,220$  та  $r = -0,192$ , відповідно), а між урожайністю і вмістом білка не відмічено істотної залежності ( $r = -0,106$ ). Збір білка та олії з 1 га мав дуже сильний взаємозв'язок із урожайністю ( $r = 0,994$ ), тобто саме врожайність обумовлює продуктивність агроценозу сої за збором білка і олії.

Вивчення впливу чинників довкілля на вміст білка в насінні показало, що усі вони мали негативний вплив на цей показник. Середній вплив на вміст білка мала відносна вологість повітря ( $r = -0,582$ ) та слабкий – середня температура повітря за вегетацію ( $r = -0,437$ ) і сума опадів ( $r = -0,213$ ). Між вмістом білка і сумою ефективних температур за період вегетації не встановлено істотного зв'язку ( $r = -0,078$ ).

Між вмістом в насінні білка та вмістом олії встановлено слабку негативну кореляцію ( $r = -0,403$ ). Вміст білка в насінні дуже сильно корелював із сумарним вмістом білка і олії в насінні ( $r = 0,948$ ) і не мав істотної кореляції із збором білка і олії з 1 га ( $r = -0,006$ ). Це свідчить про визначну роль вмісту білка у формування сумарної кількості білка і олії в насінні.

Вміст олії в насінні слабо корелявав із середньою температурою повітря ( $r = 0,435$ ) та з відносною вологістю повітря ( $r = 0,376$ ) і не мав істотного зв'язку із сумою опадів ( $r = 0,163$ ) та сумою ефективних температур ( $r = 0,078$ ).

Олійність насіння не мала істотного зв'язку із сумарним вмістом білка і олії в насінні ( $r = -0,091$ ), а із збором білка і олії з 1 га – слабкий негативний зв'язок ( $r = -0,223$ ).

Сумарний вміст білка і олії в насінні мав середній негативний зв'язок із відносною вологістю повітря ( $r = -0,502$ ) та слабку негативну кореляцію ( $r = -0,325$ ) із середньою температурою повітря. На вміст білка і олії в насінні не встановлено достовірного впливу таких чинників довкілля, як сума опадів і сума ефективних температур (неістотні  $r = -0,175$  та  $r = 0,112$  відповідно). Вміст білка і олії в насінні істотно не впливав на збір цих компонентів з 1 га ( $r = -0,084$ ).

На збір білка і олії з 1 га середній позитивний вплив чинили умови зволоження – відносна вологість повітря ( $r = 0,686$ ) та сума опадів ( $r = 0,603$ ) за період вегетації сої. При цьому негативний взаємозв'язок спостерігався між збором білка і олії з 1 га та чинниками температурного режиму періоду вегетації – середньою температурою повітря ( $r = -0,706$ ) і сумою ефективних температур ( $r = -0,362$ ).

Кореляційний аналіз взаємозалежності гідротермічних факторів навколишнього середовища показав сильний взаємозв'язок між сумою опадів і відносною вологістю повітря ( $r = 0,818$ ) та середній – між сумою ефективних температур і середньою температурою повітря ( $r = 0,626$ ).

Між відносною вологістю і середньою температурою повітря не було істотного взаємозв'язку (неістотний  $r = -0,175$ ), між відносною вологістю повітря і сумою ефективних температур зафіксовано слабку негативну кореляцію ( $r = -0,323$ ).

Отже, дослідженнями встановлено позитивну залежність урожайності та загального збору білка і олії з 1 га від чинників водного режиму (відносної вологості повітря і суми опадів). Разом з цим урожайність та загальний збір білка і олії з 1 га негативно корелювали з температурою повітря і сумою ефективних температур. Показано, що сумарний вміст білка і олії в насінні дуже сильно корелює із вмістом білка, а продуктивність агроценозу сої за сумарним збором основних біохімічних компонентів насіння визначається врожайністю. Між урожайністю і вмістом в насінні білка та олії не відмічено сильних взаємозв'язків, що свідчить про можливість селекції на сумісне збільшення врожайності та покращення біохімічних якостей насіння сої. Між вмістом в насінні білка і олії встановлено слабку негативну кореляцію.

**Висновки.** Встановлено значний розмах господарсько-біологічних показників сої. Врожайність коливалась від 0,84 т/га до 2,59 т/га при середньому значенні 1,40 т/га. Позитивну кореляцію відмічено між урожайністю та відносною вологістю повітря ( $r = 0,723$ ) і сумою опадів ( $r = 0,605$ ), негативною була залежність між урожайністю та середньою температурою повітря ( $r = -0,666$ ) і сумою опадів ( $r = -0,373$ ). Такий же вплив мали чинники довкілля на сумарний збір білка та олії з 1 га. Вміст в насінні білка знаходився у межах 29,9–38,2 %, вміст олії – 16,8–19,2 % при середніх значеннях 34,8 % і 18,1 % відповідно. Встановлено, що загальний вміст білка і олії в насінні дуже сильно корелює із вмістом білка ( $r = 0,948$ ), а загальний збір білка і олії з 1 га визначається врожайністю ( $r = 0,994$ ). Між урожайністю і вмістом в насінні білка, олії та їх суми не виявлено сильної кореляції.

### Список використаних джерел

1. Побережна А. Соя на світовому ринку високобілкових кормів. Пропозиція. 2002. № 12. С. 20–22.
2. Ващенко А.П., Мудрик Н.В., Фисенко П.П., Дега Л.А., Чайка Н.В., Капустин Ю.С. Соя на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука, 2010. 435 с.
3. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Світові ресурси рослинного білка. Селекція і насінництво. 2008. Вип. 96. С. 215–222.
4. Петибская В.С. Соя: химический состав и использование: под ред. В.М. Лукомца. Майкоп: ОАО Полиграф-ЮГ, 2012. 432 с.
5. Левкина О.В., Васильев В.В. Современные тенденции развития мирового соевого рынка. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 3. С. 12–18.
6. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Світові та вітчизняні тенденції розміщення виробництва і використання сої для розв'язання проблеми білка. Корми і кормовиробництво. 2012. Вип. 71. С. 12–26.
7. Петриченко В.Ф. Виробництво зернобобових культур і сої в Україні: сучасні виклики та перспективи. Мат. міжнарод. конф «2016: зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України», Вінниця, 11–12 серпня 2016 р. Вінниця: Діло, 2016. С. 10–11.
8. Бабич А.О., Іванюк С.В., Темченко І.В., Семцов А.В., Вільгота М.В., Коханюк Н.В., Цицюра Т.В. Оцінка адаптивності та селекційної цінності сортів сої селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. Мат. міжнарод. конф «2016: зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України», Вінниця, 11–12 серпня 2016 р. Вінниця: Діло, 2016. С. 18–19.
9. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В., Задорожна І.С. Становлення та розвиток кормо виробництва в Україні. Вісник аграрної науки. 2018. № 11. С. 54–62.
10. Соя. Под. ред. Ю.П. Мякушко, В.Ф. Баранова. М.: Колос, 1984. 331 с.
11. Соя. Биология и технология возделывания. под ред. В.Ф. Баранова и В.М. Лукомца. Краснодар, 2005. 430 с.
12. Лещенко А.К., Сичкарь В.И., Михайлов В.Г., Марьюшкин В.Ф. Соя (генетика, селекция, семеноводство). К.: Наукова думка, 1987. 256 с.
13. Лукомец В.М., Кочегура А.В., Баранов В.Ф., Махонин В.Л. Соя в России – действительность и возможность. Краснодар, 2013. 101 с.
14. Сичкар В.І. Сучасний стан і перспективи вирощування зернобобових культур на нашій планеті. Мат. міжнарод. конф «2016: зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України», Вінниця, 11–12 серпня 2016 р. Вінниця: Діло, 2016. С. 14–15.
15. Зайцев Н.И., Бочкарев Н.И., Зеленцов С.В. Перспективы и направления селекции сои в России в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения. Масличные культуры. 2016. Вып. 2 (166). С. 3–11.
16. Вожегова Р.А., Коковіхін С.В. Зрошуване землеробство – гарант продовольчої безпеки України в умовах змін клімату. Вісник аграрної науки. 2018. № 11. С. 28–34.
17. Нідзельський В.А. Оптимізація площі живлення рослин сої. Корми і кормовиробництво. 2012. Вип. 74. С. 94–99.
18. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.
19. Вожегова Р.А. Селекційно-технологічні аспекти вирощування сої в умовах зрошення півдня України. Мат. міжнарод. конф «2016: зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України», Вінниця, 11–12 серпня 2016 р. Вінниця: Діло, 2016. С. 16–17.
20. Адамень Ф.Ф., Вергунов В.А., Лазер П.Н., Вергунова И.Н. Агробиологические особенности возделывания сои на Украине. К.: Аграрна наука, 2006. 456 с.
21. Петриченко В.Ф., Іванюк С.В. Вплив сортових і гідротермічних ресурсів на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу. Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. 2000. Вип. 3–4. С. 19–24.

22. Юсова О.А., Асанов А.М., Омелянюк Л.В. Урожайность и качество зерна сортов сои селекции Сибирского НИИСХ в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Масличные культуры. 2017. Вып. 4 (172). С. 18–24.
23. Ojo D.K., Adebisi M.A., Tijani B.O. Influence of environment on protein and oil contents of soybeans seed (*Glycine max* (L.) Merrill). *Global J. Agric. Sci.* 2002. № 1(1). P. 27–32.
24. Sudaric A., Simic D., Vratarić M. Characterization of genotype by environment interactions in soybean breeding programmes of Southeast Europe. *Plant Breed.* 2006. № 125. P. 191–194.
25. Ермолина О.В., Антонов С.И., Короткова О.В. Изменение качества семян сои в процессе селекции на Дону. *Зерновое хозяйство России.* 2011. № 6. С. 20–28.
26. Piper E., Boote K.I. Temperature and cultivar effects on soybean seed oil and protein concentrations. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 1999. № 76(10). P. 1233–1241.
27. Bellaloui N., Bruns H.A., Abbas H.K., Mengistu A., Fisher D.K., Reddy K.N. Agricultural practices altered soybean seed protein, oil, fatty acids, sugars, and minerals in the Midsouth USA. *Front. Plant Sci.* 2015. № 6. P. 31.
28. Song W., Yang R., Wu T., Wu C., Sun S., Zhang S., Jiang B., Tian S., Liu X., Han T. Analyzing the effects of climate factors on soybean protein, oil contents, and composition by extensive and high-density sampling in China. *J. Agric. Food Chem.* 2016. № 64(20). P. 4121–4130.
29. Новикова Л.Ю., Сеферова И.В., Некрасов А.Ю., Перчук И.Н., Шеленга Т.В., Самсонова М.Г., Вишнякова М.А. Влияние погодноклиматических условий на содержание белка и масла в семенах сои на Северном Кавказе. *Вавиловский журнал генетики и селекции.* 2018. Т. 22. № (6). С. 708–715.
30. Дзюбенко Н.И., Сеферова И.В. Коллекция сои ВИР в начале 21-го века: состав и потенциал селекционного использования. *Корми і кормовиробництво.* 2011. Вип. 69. С. 20–25.
31. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. К., 2000. Вип. 1. 100 с.
32. ГОСТ 10846-91. Зерновые, бобовые и масличные культуры. Сборник Госстандартов. М., Изд-во стандартов, 1991. С. 156–161.
33. Методы биохимического исследования растений. Изд. 2-е перераб. и дополн. Под ред. д-ра биол. наук А. И. Ермакова. Л.: «Колос», Ленинград. отд-ние. 1972. 456 с.
34. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М: Колос, 1985. 423 с.

### References

1. Poberezhna A. Soybean at the global market of high-protein feed. *Propozytsiia.* 2002; 12: 20–22.
2. Vaschenko AP, Mudrik NV, Fisenko PP, Dega LA, Chayka NV, Kapustin YuS. Soybean in the Far East. *Vladivostok: Dalnauka,* 2010. 435 p.
3. Babych AO, Babych-Poberezhna AA. World resources of vegetable protein. *Sel. Nasinn.* 2008; 96: 215–222.
4. Petibskaya VS. Soybean: chemical composition and use: In: VM Lukomets, ed. *Maykop: OAO Poligraf-YuG,* 2012. 432 p.
5. Levkina OV, Vasilev VV. Current trends in the development of the global soybean market. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy selskohozyaystvennoy akademii.* 2017; 3: 12–18.
6. Babych AO, Babych-Poberezhna AA. Global and domestic trends in the placement of soybean production and use to solve the protein problem. *Kormy i kormovyrobnytstvo.* 2012; 71: 12–26.
7. Petrychenko VF. Production of grain legumes and soybean in Ukraine: current challenges and prospects. *Proc. of Intern. conf. "2016: Grain Legumes and Soybean for Sustainable Development of the Agrarian Sector of Ukraine", Vinnytsia, Aug 11–12 2016.* Vinnytsia: Dilo, 2016. P. 10–11.
8. Babych AO, Ivaniuk SV, Temchenko IV, Semtsov AV, Vilhota MV, Kokhaniuk NV, Tsytsiura TV. Assessments of the adaptability and breeding value of soybean varieties bred at the Institute of Fodder and Agriculture of Podillia NAAS. *Proc. of Intern. conf. "2016: Grain*

- Legumes and Soybean for Sustainable Development of the Agrarian Sector of Ukraine", Vinnytsia, Aug 11–12 2016. Vinnytsia: Dilo, 2016. P. 18–19.
9. Petrychenko VF, Korniiichuk OV, Zadorozhna IS. Formation and development of feed production in Ukraine. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2018; 11: 54–62.
  10. Soybean. In: YuP Myakushko, VF Baranov, eds. Moscow: Kolos, 1984. 331 p.
  11. Soybean. Biology and technology of cultivation. In: VF Baranov, VM Lukomets, eds. Krasnodar, 2005. 430 p.
  12. Leschenko AK, Sichkar VI, Mihaylov VG, Maryushkin VF. Soybean (genetics, breeding, seed industry). Kyiv: Naukova dumka, 1987. 256 p.
  13. Lukomets VM, Kochegura AV, Baranov VF, Makhonin VL. Soybean in Russia - reality and opportunity. Krasnodar, 2013. 101 p.
  14. Sichkar VI. The current state and prospects of grain legume growing on our planet. Proc. of Intern. conf. "2016: Grain Legumes and Soybean for Sustainable Development of the Agrarian Sector of Ukraine", Vinnytsia, Aug 11–12 2016. Vinnytsia: Dilo, 2016. P. 14–15.
  15. Zaytsev NI, Bochkarev NI, Zelentsov SV. Prospects and trends in the soybean breeding in Russia in the context of implementation of the national strategy of import substitution. *Maslichnyie kultury*. 2016; 2(166) ; 3–11.
  16. Vozhehova RA, Kokovikhin SV. Irrigated agriculture is a guarantor of Ukraine's food security upon climatic changes. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2018; 11: 28–34.
  17. Nidzelskyi VA. Nutrition area optimization for soybean plants. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2012; 74: 94–99.
  18. Lykhochvor VV, Petrychenko VF, Ivashchuk PV. Grain production. Lviv: NVF «Ukrainski tekhnolohii», 2008. 624 p.
  19. Vozhehova RA. Breeding and technological aspects of soybean cultivation on irrigation in the South of Ukraine. Proc. of Intern. conf. "2016: Grain Legumes and Soybean for Sustainable Development of the Agrarian Sector of Ukraine", Vinnytsia, Aug 11–12 2016. Vinnytsia: Dilo, 2016. P. 16–17.
  20. Adamen FF, Vergunov VA, Lazer PN, Vergunova IN. Agrobiological features of soybean cultivation in Ukraine. Kyiv: Agrarna nauka, 2006. 456 p.
  21. Petrychenko VF, Ivaniuk SV. Influence of varietal and hydrothermal resources on the soybean performance in the Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu zemlerobstva UAAN*. 2000; 3–4: 19–24.
  22. Yusova OA, Asanov AM, Omelyanyuk LV. Grain yield and quality of soybean varieties bred at Siberian Research Institute of Agriculture in the southern forest-steppe of Western Siberia. *Maslichnyie kultury*. 2017; 4(172): 18–24.
  23. Ojo DK, Adebisi MA, Tijani BO. Influence of environment on protein and oil contents of soybeans seed (*Glycine max* (L.) Merrill). *Global J. Agric. Sci*. 2002; 1(1): 27–32.
  24. Sudaric A, Simic D, Vrataric M. Characterization of genotype by environment interactions in soybean breeding programmes of Southeast Europe. *Plant Breed*. 2006; 125: 191–194.
  25. Ermolina OV, Antonov SI, Korotkova OV. Changes in the soybean seed quality in the breeding process in the Don region. *Zernovoie khoziaystvo Rossii*. 2011; 6: 20–28.
  26. Piper E, Boote KI. Temperature and cultivar effects on soybean seed oil and protein concentrations. *J. Am. Oil Chem. Soc*. 1999; 76(10): 1233–1241.
  27. Bellaloui N, Bruns HA, Abbas HK, Mengistu A, Fisher DK, Reddy KN. Agricultural practices altered soybean seed protein, oil, fatty acids, sugars, and minerals in the Midsouth USA. *Front. Plant Sci*. 2015; 6: 31.
  28. Song W, Yang R, Wu T, Wu C, Sun S, Zhang S, Jiang B, Tian S, Liu X, Han T. Analyzing the effects of climate factors on soybean protein, oil contents, and composition by extensive and high-density sampling in China. *J. Agric. Food Chem*. 2016; 64(20): 4121–4130.
  29. Novikova LYu, Seferova IV, Nekrasov AYu, Perchuk IN, Shelenga TV, Samsonova MG, Vishnyakova MA. Influence of weather-climatic conditions on the protein and oil contents in soybean seeds in the North Caucasus. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii*. 2018; 22(6): 708–715.



30. Dzyubenko NI, Seferova IN. Soybean collection of the All-Union Research Institute of Plant Breeding at the Beginning of the 21st Century: composition and breeding potential. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2011; 69: 20–25.
31. *Methods of the state variety trials of agricultural crops*. Kyiv, 2000. Issue 1. 100 p.
32. GOST 10846-91. Cereals, legumes and oil crops. Collection of state standards. Moscow: Izdvo standartov, 1991. P. 156–161.
33. *Methods of biochemical studies on plants*. In: AI Ermakov, ed. Leningrad: Kolos LO, 1972. 456 p.
34. Dospekhov VA. *Methods of field experience*. Moscow: Kolos, 1985. 423 p.

### ***ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕМЯН СОИ***

Рябуха С.С.<sup>1</sup>, Чернышенко П.В.<sup>1</sup>, Святченко С.И.<sup>1</sup>, Садовой А.А.<sup>1</sup>, Тесля Т.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН, Украина

<sup>2</sup> ХНАУ им. В.В. Докучаева МОН Украины

**Цель исследований.** Целью исследований было изучение влияния гидротермических факторов окружающей среды (средняя температура воздуха, сумма эффективных температур, сумма осадков и относительная влажность воздуха) на урожайность, содержание белка и масла в семенах сои и их сбор с единицы площади.

**Материалы и методы.** Материалом для исследований были 50 селекционных образцов сои ИР им. В.Я. Юрьева.

Содержание белка в семенах определяли по Кьельдалю (по ГОСТ 10846-91) и на приборе “Инфралюм ФТ-10”, масла – гравиметрическим методом по С.В. Рушковскому и на приборе “Инфралюм ФТ-10”. Обработку результатов исследований проводили по Б.А. Доспехову с использованием программ STATISTICA 10 и Excel.

**Обсуждение результатов.** Выявлен значительный размах хозяйственно-биологических показателей сои. Урожайность колебалась от 0,84 т/га до 2,59 т/га при среднем показателе 1,40 т/га. Установлена положительная зависимость урожайности и суммарного сбора белка и масла с 1 га от факторов водного режима (относительной влажности воздуха и суммы осадков). Между урожайностью и суммарным сбором белка и масла с 1 га и температурой воздуха и суммой эффективных температур зафиксирована отрицательная корреляция. Показано, что общее содержание белка и масла в семенах очень сильно коррелирует с содержанием белка, а продуктивность агроценоза сои по суммарному сбору основных биохимических компонентов семян определяется урожайностью. Между урожайностью и содержанием в семенах белка и масла не наблюдалось сильных взаимосвязей, что указывает на возможность селекции на совместное увеличение урожайности и улучшения биохимических качеств семян сои. Между содержанием в семенах белка и масла отмечена слабая отрицательная корреляция.

**Выводы.** Установлена положительная корреляция между урожайностью и относительной влажностью воздуха ( $r=0,723$ ) и суммой осадков ( $r=0,605$ ), отрицательная зависимость была между урожайностью и средней температурой воздуха ( $r= -0,666$ ) и суммой осадков ( $r= -0,373$ ). Аналогичное влияние оказывали гидротермические факторы на суммарный сбор белка и масла с 1 га. Суммарное содержание белка и масла в семенах очень сильно коррелирует с содержанием белка ( $r=0,948$ ), а суммарный сбор белка и масла с 1 га определяется урожайностью ( $r=0,994$ ). Между урожайностью и содержанием в семенах белка, масла и их суммы сильная корреляция не отмечена.

**Ключевые слова:** соя, урожайность, содержание белка и масла, сбор, гидротермический фактор, корреляция

## ***EFFECT OF HYDROTHERMIC ENVIRONMENTAL FACTORS ON YIELD AND BIOCHEMICAL COMPOSITION OF SOYBEAN SEEDS***

Ryabukha S.S.<sup>1</sup>, Chernyshenko P.V.<sup>1</sup>, Svyatchenko S.I.<sup>1</sup>, Sadovoy O.O.<sup>1</sup>, Teslya T.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuryev of NAAS, Ukraine

<sup>2</sup> KNAU nd. a. V.V. Dokuchaev MES of Ukraine

**The purpose of the research.** The purpose of the research was to study the influence of hydrothermal environmental factors (average air temperature, the sum of effective temperatures, the amount of precipitation and relative air humidity) on yield, protein content and oil in soybean seeds and their collection per unit area.

**Materials and methods.** The material for research was 50 breeding samples of soybean of Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuriev.

The protein content in the seeds was determined according to Kjeldahl method (according to GOST 10846-91) and on the “Infralyum FT-10” instrument, oils – by the gravimetric method according to S. V. Rushkovskiy and on the “Infralyum FT-10” instrument. Processing of the research results was carried out according to B.A. Dospekhov, using the programs STATISTICA 10 and Excel.

**Results and discussion.** Significant scope of economic and biological indicators was revealed. Yields ranged from 0,84 t/ha to 2,59 t/ha, with an average of 1,40 t/ha. The positive dependence of yield and total collection of protein and oil from 1 ha on the factors of the water regime (relative humidity and amount of precipitation) was established. Negative correlations between yield and total collection of protein and oil per 1 ha and air temperature and the sum of effective temperatures were recorded. It was shown that the total protein and oil content in the seeds is very strongly correlated with the protein content, and the productivity of soybean agrocenosis in terms of the total collection of the main biochemical components of seeds is determined by the yield. There was no strong relationship between yield and content in the seeds of protein and oil, which indicates the possibility of breeding for a joint increase in yield and improvement of the biochemical qualities of soybean seeds. A weak negative correlation between the content of protein and oil in the seeds was distinguished.

**Conclusions.** A positive correlation between the yield and relative humidity of the air ( $r=0,723$ ) and the amount of precipitation ( $r=0,605$ ), the negative relationship was between the yield and the average air temperature ( $r=-0,666$ ) and the amount of precipitation ( $r=-0,373$ ) was established. Hydrothermal factors had a similar effect on the total collection of protein and oil from 1 ha. It was shown that the total content of protein and oil in the seeds is very strongly correlated with the protein content ( $r=0,948$ ), and the total collection of protein and oil from 1 ha is determined by the yield ( $r=0,994$ ). There was no strong correlation between yield and content in seeds of protein, oil and their sum.

**Key words:** *soybean, yield, content, protein, oil, hydrothermal factors, correlation*