

## ***ВПЛИВ ДЕФІЦИТУ ВОЛОГИ І ПІДВИЩЕНИХ ТЕМПЕРАТУР НА НАКОПИЧЕННЯ БІЛКУ В НАСІННІ СУЧАСНИХ СОРТІВ СОЇ***

Посилаєва О. О., Кириченко В. В., Шелякіна Т. А.  
Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН

У 2012-2013 рр. проведено дослідження зі встановлення ступеня впливу дефіциту вологи і підвищених температур на накопичення білку в насінні сучасних сортів сої. Матеріалом для досліджень були 83 зразки сої різноякісної генетичної плазми української та зарубіжної селекції трьох груп стиглості, які висівали в польових умовах східної частини Лісостепу України і в змодельованому посушнику.

*Соя, якість насіння, білок, природні умови вирощування, посушник, селекція, жаростійкість, посухостійкість*

**Вступ.** Проблема дефіциту білку пов'язана з продовольчим забезпеченням суспільства і має виключне соціальне значення. Традиційна роль у цьому, безсумнівно, відводиться сої – найзначнішому у світі резервуару і джерелу рослинного білку [1]. Високий вміст білку і добра його збалансованість за амінокислотним складом роблять сою чудовим заміником продуктів тваринного походження у харчуванні людини, а також цінним кормовим джерелом годівлі сільськогосподарських тварин [2]. Економічну ефективність вирощування цієї культури обумовлює вихід з 1 га посіву понад 1,2 т білку, собівартість якого в 12-16 разів нижча, ніж у хлібних колосових культур, дріжджів та рибного борошна [3].

Внаслідок кліматичних змін очікується зростання частки України у світовому виробництві продовольства, тому особливо актуальним є забезпечення сталого розвитку зернового господарства та білково-олійного підкомплексу країни [4]. Проте ґрунтові та атмосферні посухи все частіше спостерігаються і на території нашої держави, а недостатня адаптивна пластичність наявного генетичного матеріалу негативно позначається на зерновій продуктивності сої [5]. Клімат визначає межі ареалів поширення рослин, від нього багато в чому залежить утворення і накопичення біохімічних речовин [6]. Загальновідомо, що існує зворотна кореляція між ознаками продуктивності і високого вмісту білку. Дані дослідників показують, що максимальний прояв складних зв'язків між ознаками високого вмісту білку та іншими характеристиками рослин можливе лише у вологі роки, сприятливі для росту і розвитку сої індивідуально для кожного генотипу. При цьому модифікаційна мінливість ознаки дуже велика. Вплив факторів середовища часто перебиває міжсортівні відмінності [7].

**Мета** наших досліджень – встановити ступінь впливу дефіциту вологи і підвищених температур на накопичення білку в насінні сучасних сортів сої та виділити цінні форми для подальшого використання в селекційних програмах на підвищення жаро- та посухостійкості сортів сої та якісного складу насіння.

**Матеріали і методи.** Дослід проведено в 2012-2013 рр. з 83 зразками сої української та зарубіжної селекції з різною генетичною плазмою, трьох груп стиглості: ультраскоростиглі (до 90 діб) – 13 шт., ранньостиглі (91-110 діб) – 58 шт., середньостиглі (111-130 діб) – 12 шт.

Для досягнення мети сорти сої висівали в польових умовах і в посушнику. Польові дослідження проводили в умовах східної частини Лісостепу України в селекційній сівозміні Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН згідно з загальноприйнятою методи-

кою польового експерименту [8] та врахуванням зональних особливостей вирощування сої. Попередником було озиме жито.

В якості посушника використовували вегетаційний будиночок з полікарбонату без доступу вологи та підвищеною температурою повітря. Перед закладанням досліду проведено розпушування ґрунту на глибину 25 см, боронування і одноразовий вологозарядковий полив.

Ґрунт – чорнозем типовий, глибокий, слабовилугований на пилувато-суглинковому лесі, відрізняється високою родючістю і при достатній кількості вологи забезпечує хороші врожаї. Вміст ґрунтової вологи дуже різнився протягом вегетаційного періоду сої і за роками. Відбір зразків ґрунту для визначення вологості здійснювали у фазі цвітіння-формування бобів і дозрівання насіння сої, згідно методичних рекомендацій [9]. На підставі проведених досліджень встановлено недостатнє зволоження ґрунту в польових умовах і незадовільне в посушнику, що було необхідно для проведення дослідів.

Дані графіка (рис. 1) показують, що кліматичні умови польового дослідів різнилися за роками та мали відхилення від середньобагаторічних даних. У 2012 році впродовж вегетаційного періоду сої середня температура повітря в польових умовах була вище багаторічної на 2-6 °С або на її рівні, окрім другої декади серпня (нижче на 2 °С). У другій декаді травня та першій декаді червня випало дещо більше опадів, порівняно з багаторічними, що сприяло дружній появі сходів та інтенсивному росту рослин. У подальшому періоді спостерігалось нерівномірне випадання опадів з показниками менше норми, окрім аномального серпня, коли їхня кількість перевищувала середньобагаторічну величину на 62 мм. У цілому рік видався сприятливим для формування хорошої продуктивності рослин сої з високою якістю насіння.

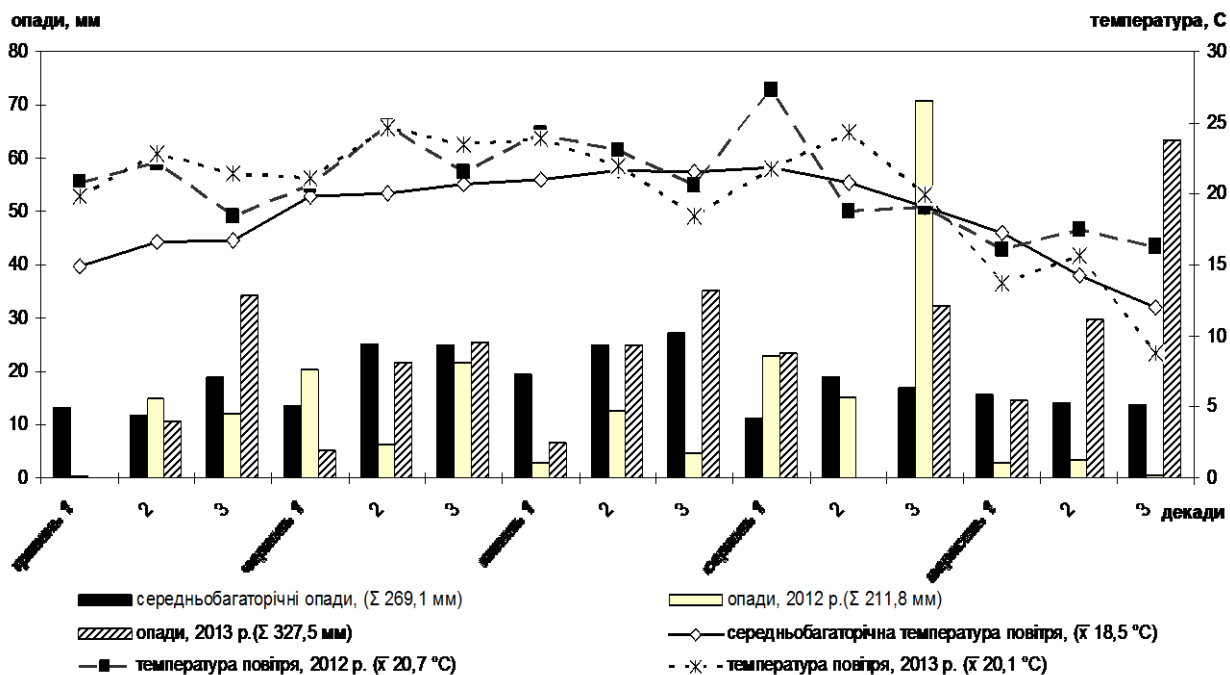


Рис. 1. Кліматичні умови польового дослідів, 2012-2013 рр.

Під час вегетаційного періоду сої у 2013 році опадів випало більше, ніж у 2012 році і режим водного забезпечення був дещо кращим, проте спостерігались різкі коливання та перепади температур у період наливу та дозрівання бобів сортів ранньої і середньої груп стиглості, що відбилося на формуванні врожайності та накопиченню білку.

Умови, створені в посушнику, виступали як стресовий фактор спеки та посухи для сортів сої. Температура в досліді була значно вищою за норму і контроль. Відхилення ма-

ксимальної температури в посушнику щодо багаторічної склало у 2012 році 0,1-12,9 °С, у 2013 році – 1,5-5,1 °С залежно від місяця.

Розміри ділянки в польовому досліді – 1 м<sup>2</sup>, у посушнику – 1 рядок (10 рослин). Посів здійснювали ручною сівалкою рядковим способом. Повторень три. Збирання врожаю проводили при повній стиглості зерна вручну. Вміст білку в насінні визначали за методом К'ельдаля [10] в лабораторії якості зерна IP ім. В. Я. Юр'єва НААН. Обробку результатів досліджень проводили статистичними методами [11] за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Office Excel.

**Результати та їх обговорення.** За роки досліджень коефіцієнт варіації вмісту білку в насінні коливався від 11 % до 20 %, що вказує на велику модифікаційну мінливість даної ознаки яка підтверджується інформацією з літературних джерел. Проте наші дані дещо різняться з даними дослідників, які вказують, що максимальний прояв складних зв'язків між ознаками високого вмісту білку та іншими характеристиками рослини можливе лише у вологі роки.

Польові умови 2012 року були кращими для накопичення білку порівняно з тими, які склалися впродовж вегетаційного періоду 2013 року. Про це свідчать середні показники вмісту білку, які в 2012 році сягали позначки 38,0 %, а в 2013 знизилися до 32,9 %. Причому в розрізі груп стиглості спостерігалися кардинально різні типи накопичення білку в залежності від умов середовища. В 2012 році відбувалося поступове його накопичення і величина даної ознаки була прямо пропорційною тривалості вегетаційного періоду: ультраскоростиглі форми в середньому мали 37,6 %, ранньостиглі – 38,0 %, а середньостиглі – 38,3 % білку. В нестабільних погодних умовах 2013 року була зворотна тенденція: ультраскоростиглі сорти мали найвищий вміст білку (34,9 %), а середньостиглі – найнижчий (31,0 %), (див. х у табл. 1). Це можна пояснити різкими коливаннями температури під час формування та наливу бобів ранньостиглої і середньостиглої груп.

Таблиця 1

**Накопичення білку в насінні сої в розрізі груп стиглості, %, 2012-2013 рр.**

Група стиглості	Польові умови						Дослід у посушнику					
	2012 р.			2013 р.			2012 р.			2013 р.		
	min	max	$\bar{x}$	min	max	$\bar{x}$	min	max	$\bar{x}$	min	max	$\bar{x}$
Ультраскоростиглі	34,4	40,9	37,6	30,86	40,57	34,9	37,6	48,8	40,9	36,3	45,6	39,6
Ранньостиглі	32,4	42,9	38,0	27,5	38,9	32,9	34,6	44,7	39,2	30,9	46,4	39,4
Середньостиглі	34,7	41,0	38,3	28,4	33,8	31,0	35,2	42,3	39,1	33,5	45,9	39,9

Примітка. min – мінімальне значення, max – максимальне значення,  $\bar{x}$  - середнє значення.

Із вищезазначеного випливає, що краще накопичення білку спостерігається в умовах стабільного теплозабезпечення у фазу наливу та дозрівання бобів, причому температурний режим має більший вплив на цей процес, аніж вологозабезпечення. Доказом цього є отримані дані у посушнику. В змодельованих умовах при підвищених температурах і дефіциті вологи в ґрунті спостерігалась тенденція підвищення вмісту білку в насінні сої, середня позначка якого в роки досліджень сягала 39,5 %. Разом з тим у межах кожної групи стиглості розмах даного показника варіював від 5,4 до 15,5 % в залежності від року та умов вирощування.

У результаті дослідження із вмісту білку в насінні та аналізу прояву даної ознаки у сучасних сортів сої, досліджувані зразки було розподілено на чотири класи:

- 1) з низьким вмістом – < 35,0 %;
- 2) середнім – 35,1-40,0 %;
- 3) високим – 40,1-45,0 %;
- 4) дуже високим – > 45,1 %.

Згідно даної градації, сорти в обох дослідях щорічно диференціювали за відповідними класами. Зразки сої, вирощені в польових умовах 2012 року, по наповненості класів

розподілилися у співвідношенні 7:65:11:0, а в нестабільних погодних умовах 2013 року спостерігалось збільшення першого низькобілкового класу за рахунок зменшення другого і третього (66:16:1:0). Насіння з якісними показниками четвертого класу в польових умовах за обидва роки експерименту не сформував жоден сорт з досліджуваних.

На відміну від польових умов, провокаційний фон з підвищеними температурами сприяв кращому накопиченню білку в насінні сої. У 2012 році сорти, вирощені у посушливому, сформували доволі високоякісний врожай. Було лише два сорти з низьким вмістом білку – Л 52-13 та Монада. Зразки розподілилися, в основному, між двома класами – другим (46 шт.) та третім (34 шт.). Сорт Dong pong 36 (CHN) із вмістом білку 48,8 % було віднесено до четвертого класу. В 2013 році за рахунок переходу сортів з одного класу в інший відбулося поповнення кількісного складу першого та четвертого класів і відмічено розподіл у співвідношенні 4:43:31:5.

Зміни спостерігалися не тільки в кількісному, але і в якісному складі класів. Аналізуючи мінливість кожного сорту за накопиченням білку в залежності від умов вирощування в роки експерименту, робочу вибірку було диференційовано на шість підкласів:

1. НДВ – від низького до дуже високого;
2. НВ – від низького до високого;
3. НС – від низького до середнього;
4. СВ – від середнього до високого;
5. СДВ – від середнього до дуже високого;
6. ВДВ – від високого до дуже високого.

Розподіл зразків проведено відповідно до рівня прояву досліджуваної ознаки (табл. 2).

Таблиця 2

**Диференціація досліджуваної вибірки сортів сої за вмістом білку в насінні,  
2012-2013 рр.**

Група стиглості	Підкласи					
	НДВ	НВ	НС	СВ	СДВ	ВДВ
Ультраскоростиглі	0	2	5	5	0	1
Ранньостиглі	2	26	20	9	1	0
Середньостиглі	1	7	4	0	0	0
Усього	3	35	29	14	1	1

До першого підкласу ввійшли найбільш мінливі сорти, які в роки вивчення змінювали свій клас від першого до четвертого (НДВ). Таких сортів було три: ранньостиглі Спритна (UKR) та Белор (RUS), і середньостиглий Norpro (USA).

До другого підкласу (НВ) ввійшли зразки з рівнем прояву ознаки від низького до високого, сюди потрапила майже половина вибірки – 42 % (35 шт.). У розрізі груп стиглості це мало наступний вигляд: два сорти ультраскоростиглої групи (15 % від складової групи), 26 – ранньостиглої (45 %) та сім – середньостиглої (58 %).

Третій підклас (НС) складають 29 сортів (35 % вибірки), формування білковості яких змінюється в межах однієї градації – від низької до середньої. Зберігаючи тенденцію попереднього розподілу в межах груп стиглості, сорти розташувалися у співвідношенні 42 %:34 %:33 %.

Четвертий підклас (СВ), як і третій, сформували лабільні сорти з мінливістю в один ступінь, але вищого рівня прояву – від середнього до високого. Його наповнення відбувалося за рахунок п'яти ультраскоростиглих сортів Дина, Соеп 107, М 140, Янкан (RUS), Ствига (BLR) та дев'яти ранньостиглих ОТ 94-47, Gaillard, Optimus (CAN), Kokuso, Karikachi (JPN), PVS 00.1 (USA), Aldana (POL), Прип'ять (BLR), Прикарпатська 96 (UKR). Сорти середньостиглої групи не ввійшли до цього підкласу.

П'ятий (СДВ) та шостий підкласи (ВДВ), з найвищим вмістом білку в насінні, представлено лише двома китайськими сортами. Сорт ранньостиглої групи Ke shiang

(CHN) віднесено до п'ятого підкласу, а сорт ультраскоростиглої групи Dong pong 36 (CHN) – до шостого.

На підставі результатів дослідження з-поміж усіх зразків сої виділено ті, які можуть бути використані в якості джерел високобілковості у селекційних програмах при створенні посухостійких та жаростійких сортів (табл. 3). Серед них виділяються сорти Dong pong 36 (CHN) та Ke shiang (CHN), генетичний потенціал яких за вмістом білку реалізується в межах 38,9-46,1 % та 40,6-48,8 % відповідно незалежно від умов вирощування, тому ці сорти доцільно залучати в першу чергу до селекційних програм з поліпшення якісних показників насіння.

Таблиця 3

**Джерела високого вмісту білку**

Сорт	Підклас	Група* стигlostі	Вміст білку				Середній вміст білку
			Польові умови		Посушник		
			2012 р.	2013 р.	2012 р.	2013 р.	
Dong pong 36 (CHN)	ВДВ	1	40,86	40,57	48,84	44,61	43,97
Ke shuang (CHN)	СДВ	2	38,06	38,93	44,66	46,11	41,94
Optimus (CAN)	СВ	2	41,31	38,63	43,08	44,60	41,91
Дина (RUS)	СВ	1	37,25	39,66	40,81	41,97	39,92
М 140 (RUS)	СВ	1	38,55	35,29	42,48	42,07	39,39
AC Proteina (CAN)	НВ	2	42,88	32,86	41,87	43,02	40,16
Norpro (USA)	НДВ	3	40,76	32,63	40,36	45,97	39,93

Примітка. \* Група стигlostі: 1 – ультраскоростиглі; 2 – ранньостиглі; 3 – середньостиглі.

**Висновки.** Підтверджено значний вплив факторів навколишнього середовища на формування якості насіння сої та вміст білку зокрема. З'ясовано, що білок краще накопичується в умовах стабільного теплозабезпечення у фазу наливу та дозрівання бобів. Установлено, що температурний режим має більший вплив на цей процес, аніж вологозабезпечення.

За вмістом білку в насінні досліджені сучасні сорти сої розподілено на чотири класи. Проте четвертий клас (з дуже високим вмістом білку) формувався лише в умовах посушника при підвищених температурах та дефіциті ґрунтової вологи.

Результати досліді підтвердили літературну інформацію про значну модифікаційну мінливість накопичення білку в насінні сучасних сортів сої. Відмічено зміну їх приналежності до того чи іншого класу, що свідчить про специфічну реакцію сортів сої на дію стресових факторів оточуючого середовища в момент формування, наливу та дозрівання бобів. Враховуючи цю сортову мінливість, робочу колекцію диференційовано на шість підкласів за рівнем прояву досліджуваної ознаки.

Виділено джерела високого вмісту білку: Dong pong 36, Ke shuang (CHN); Optimus, AC Proteina (CAN), Дина, М 140 (RUS), Norpro (USA) для подальшого використання в селекційних програмах на підвищення жаро- та посухостійкості сортів сої з високим вмістом білку.

**Список використаних джерел**

1. Бойко О. А. Тенденції і перспективи ринку сої / О. А. Бойко // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://udau.edu.ua/library.php?pid=1564>.
2. Програма «Розвиток виробництва олійних культур в Україні в 2012-2015 рр. (по зонах)» // Наук.-практ. щорічник «Посібник українського хлібороба». – Т. 2 Селекція і насінництво польових культур – 2012. – С. 239–263.
3. Мойсієнко В. В. Агроекономічне обґрунтування ролі сої у вирішенні проблеми рослин-

- ного білка в Україні / В. В. Мойсієнко, В. Г. Дідора // Вісник ЖНАЕУ (Серія «Загальна екологія та агроекологія»). – 2010. – № 1 (26) – С. 1–14.
4. Петриченко В. Ф. Наукові основи виробництва та використання сої у тваринництві / В. Ф. Петриченко // Корми і кормовиробництво. – Вінниця, 2012. – № 71. – С. 3–11.
  5. Бабич А. О. Селекція і виробництво сої в Україні / А. О. Бабич, А. А. Бабич-Побережна. – Вінниця, 2008. – С. 14–16.
  6. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов та їхній вплив на зернове господарство України // [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ioi.org.ua/ukr/Showart.php>.
  7. Исходный материал для современных направлений селекции сои в коллекции ВИР / [М. А. Вишнякова, М. А. Бурляева, И. В. Сеферова, М. А. Никишкина] // В книге: «Генетические ресурсы растениеводства Дальнего Востока». – Владивосток, Дальнаука, 2004. – С. 65–70.
  8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебное пособие / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
  9. Підпригора В. С. Практикум з основ наукових досліджень в агрономії / В. С. Підпригора, П. В. Писаренко. – Полтава: Інтер Графіка, 2003. – С. 74–81.
  10. Прохорова М. И. Методы биохимических исследований / М. И. Прохорова. – Л.: Химия, 1982. – 272 с.
  11. Горкавий В. К. Математична статистика (навчальний посібник) / В. К. Горкавий, В. В. Ярова. – К.: ВД «Професіонал», 2004. – 378 с.

### References

1. Boyko OA. Trends and prospects of soybean market [Internet]. Available from: <http://udau.edu.ua/library.php?pid=1564>.
2. 2012. Programme "Development of oil plant production in Ukraine in 2012-2015 (by zones)". Posibnik ukrayinskogo khliboroba. Breeding and seed production of field cultures. 2:239–263.
3. Moysyenko VV, Didora VG. 2010. Agro-economical substantiation of soybean role in solving the problem of vegetable protein in Ukraine. Visnik NAEU of Zhitomir. 1(26):1–14.
4. Petrichenko VF. 2012. Scientific basis of soybean production and use in animal husbandry. Kormi i kormovirobnitstvo. 71:3–11.
5. Babich AO, Babich-Poberezhna AA. 2008. Breeding and soybean production in Ukraine. Vinnitsia. P. 14–16.
6. Adamenko TI. Changes in agro-climatic conditions and their impact on grain production in Ukraine // [Internet]. Available from: <http://www.ioi.org.ua/ukr/Showart.php>.
7. Vishniakova MA, Burliaieva MA, Seferova IV, Nikishina MA. 2004. Source material for the current trends in soybean breeding in the collection of All-Union Research Institute of Plant Breeding. Genetic resources of plant production in the Far East. Vladivostok: Dalnauka. P. 65–70.
8. Dospikhov BA. 1985. Methods of field research (with basics of statistical processing of study results). Moskva: Agropromizdat. 351 p.
9. Pidoprigora VS, Pisarenko PV. 2003. Workshop on the basics of research in agronomy. Polnava: Inter Grafika. P. 74–81.
10. Prokhorova MI. 1982. Methods of biochemical studies. Leningrad: Khimia. 272 p.
11. Gorkavii VK, Yarova VV. 2004. Mathematical statistics. Kyiv: Profesional. 378 p.

## ***ВЛИЯНИЕ ДЕФИЦИТА ВЛАГИ И ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР НА НАКОПЛЕНИЕ БЕЛКА В СЕМЕНАХ СОВРЕМЕННЫХ СОРТОВ СОИ***

Посылаева О. А., Кириченко В. В., Шелякина Т. А.  
Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН

Климат определяет границы ареалов распространения растений, от него во многом зависит образование и накопление биохимических веществ.

**Методика.** Опыт с целью изучения степени влияния дефицита влаги и повышенных температур на накопление белка в семенах современных сортов сои был проведен в 2012-2013 гг. Материалом были 83 образца украинской и зарубежной селекции трех групп спелости с различной генетической плазмой. Посев проводили в восточной части Лесостепной зоны Украины в соответствии с общепринятой методикой в полевых условиях и в смоделированном «засушнике». Содержание белка в семенах определяли методом Кьельдаля.

**Результаты.** Установлено, что накопление большего количества белка в семенах происходит в случае стабильной теплообеспеченности в фазы налива и созревания бобов, при этом температурный режим оказывает большее влияние, чем обеспеченность влагой. По содержанию белка в семенах выборка сои была разделена на четыре класса. Четвертый класс (с очень высоким содержанием белка) формировался только в условиях засушника при повышенных температурах и дефиците почвенной влаги.

**Выводы.** Подтверждена информация о значительной модификационной изменчивости накопления белка. Все сорта переходили из одного класса в другой. Это свидетельствует о специфической реакции сортов сои на действие стрессовых факторов в период формирования, налива и созревания бобов. Учитывая сортовую изменчивость, под действием условий среды изученные сорта дифференцированы на шесть подклассов в соответствии с уровнем проявления признака в годы исследований. Для селекционных программ по повышению качества семян выделены источники высокого содержания белка Dong pong 36, Ke shuang (CHN), Optimus, AC Proteina (CAN), Дина, М 140 (RUS), Norpro (USA).

*Соя, качество семян, белок, естественные условия выращивания, засушник, селекция, жароустойчивость, засухоустойчивость.*

## ***INFLUENCE OF MOISTURE DEFICIENCY AND HIGH TEMPERATURE ON PROTEIN ACCUMULATION IN SEEDS OF MODERN SOYBEAN VARIETIES***

Posyalaeva O. O., Kyrychenko V. V., Shelyakina T. A.  
Plant Production Institute named after V. Ya. Yuriev NAAS

**Purpose.** The climate forms the areal borders of plant distribution; biochemicals formation and accumulation largely depend on it. The experiments aimed to examine moisture deficiency and elevated temperature effects on protein accumulation in seeds of current soybean varieties were carried out in 2012-2013.

**Material and Methods.** The material was a series comprising 83 samples of Ukrainian and foreign selection belonging to three ripeness groups with different genetic plasma. Sowing was performed in the Eastern forest-steppe Ukraine in accordance with the conventional procedure under field conditions and in a simulated "dry field". The protein content in seeds was determined by Kjeldahl method.

**Results.** It was found that accumulation of large protein amounts in seeds occurs in the case of stable heat supply in during the bean filling and ripening phases, furthermore, the temperature regimen exerts greater influence than moisture provision. The soybean series was divided into four classes according to protein content in seeds. Class 4 (with a very high protein content)

was formed only under "dry field" conditions at elevated temperatures and soil moisture deficit. The information about significant modification variability of protein accumulation was confirmed. All the varieties transferred from one class to another. This suggests a specific reaction of soybean cultivars to stress factor action during bean forming, filling and ripening. In the light of varietal variability under influence of environmental conditions, the varieties studied are differentiated into six subclasses in accordance with a level of the trait expression over the study years.

**Conclusions.** The work is of practical significance, since the sources of high protein content for breeding programs to improve the seed quality have been identified.

*Soybean, seed quality, protein, natural growing conditions, dry background, breeding, heat resistance, drought tolerance.*