

ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА АГРОЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ГРУП СОРТІВ СОЇ ЗА СТИГЛІСТЮ

Ткачук Олександр Петрович

доктор сільськогосподарських наук, доцент
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна
ORCID: 0000-0002-0647-6662
tkachukop@ukr.net

Алексєєв Олексій Олександрович

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна
ORCID: 0000-0001-5807-4932
alekseev_oleksiy@ukr.net

Передумовами подальшого підвищення урожайності насіння сої в Україні за інтенсивного землеробства та екстремальних погодних умов є вирощування у господарствах кілька сортів різних груп стиглості. Визначальним чинником при структурному розподілі між групами сортів сої за періодом стиглості мають бути показники продуктивності, якості урожаю, технологічності і стійкості до несприятливих екологічних умов.

Мета – проаналізувати групи сортів сої за скоростиглістю за показниками екологічності, технологічності вирощування, стійкістю до несприятливих умов вегетації, рівнем урожайності та вмістом білка і жиру у насінні, що дозволить рекомендувати оптимальний структурний розподіл між сортами різних груп стиглості в Україні. Дослідження проводили опрацюванням Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2022 рік. Оцінювали рекомендовані до вирощування в Україні усі внесені до реєстру групи сортів сої за урожайністю насіння, стійкістю до хвороб, несприятливих погодних умов, зокрема посухи, вилягання рослин і осипання насіння.

Серед груп стиглості сої найчисельнішою є середньо ранньостиглі сорти, що складають 56% від усіх сортів. Група ранньостиглих сортів у структурі займає 25%, середньостиглі – 11%, ультра скоростиглі – 6%, і сорти середньо пізньостиглої групи за кількістю є найменш чисельними – 2% або лише 4 сорти. Найвищою урожайністю насіння в Україні відзначаються середньоранньостиглі сорти сої – 2,73 т/га. Саме сорти цієї групи мають бути основними у структурі сої в Україні. Найвищий вміст білка у насінні встановлений в ультра скоростиглих сортах – 40,7%, жиру – в середньостиглих сортах – 21,6%. Найвищою стійкістю до вилягання рослин, осипання насіння, до посухи та хвороб відзначаються ультра скоростиглі та середньо пізньостиглі сорти сої. Тому доповнюючими до середньо ранньостиглих сортів сої мають бути ультра скоростиглі та середньо пізньостиглі сорти. Частка ранньостиглих та середньостиглих має бути найменша.

Ключові слова: соя, групи сортів, стиглість, продуктивність, якість, технологічні показники, екологічні характеристики.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.22>

Вступ. Соя, як культура, що може забезпечити людину доступним рослинним білком для харчування, кормом для тваринницької галузі та сировиною для технічних потреб, відзначається постійним нарощуванням її посівних площ. Найбільші країни виробники сої – США, Бразилія і Аргентина, вирощують її переважно на родючих ґрунтах, із сприятливими вологозабезпеченістю і тепловим режимом, у так званому соєвому поясі (Grigorchuk, 2011; Kirilesko & Movchan, 2016).

Україна має суттєвий потенціал для нарощування як посівних площ, так і урожайності сої. Сприятливими регіонами для вирощування сої в Україні є зона Лісостепу, у якій зосереджено близько 60% усіх посівних площ під соєю, Полісся, де її посівні площі у структурі займають 24% і Степ – 16% посівних площ (Kovbasa et al., 2021; Bulgakov et al., 2019).

При подальшій посушливості клімату в Україні із підвищенням суми позитивних та активних температур впродовж вегетаційного періоду, зменшенням кількості опадів, поширенням ґрунтової і повітряної посухи, істотно зростатиме роль сортів сої у збереженні її ста-

більної продуктивності та подальшому підвищенні їх урожайності (Bandura et al., 2019).

Зростання посівних площ і валових зборів насіння сої в Україні останніми роками значною мірою вимагає впровадження у сільськогосподарське виробництво нових, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов, з високою стійкістю до несприятливих чинників довкілля, високотехнологічних сортів. Сучасні сорти сої, крім високої урожайності, повинні відзначатися високим вмістом білка і жиру, оптимальною тривалістю вегетаційного періоду, стійкістю до хвороб, шкідників та інших несприятливих чинників навколишнього середовища, технологічністю при вирощуванні, здатністю фіксувати значні обсяги симбіотичного азоту (Kuznietsova et al., 2020).

Важливим завданням сучасних сортів сої є їх висока адаптивність до несприятливих чинників та здатність максимально реалізувати свій потенціал продуктивності у поєднанні з високою якістю насіння (Shevnikov, 2009).

Сучасні сорти сої повинні відзначатися високими адаптивними властивостями. Також важливою складовою сортового складу сої має бути якість урожаю, еколо-

гічна стійкість до несприятливих чинників навколишнього середовища та економічна доцільність вирощування (Petrychenko, 2012; Kotov et al., 2018).

При виборі сорту сої необхідно враховувати природно-кліматичні умови, де він буде вирощуватися, хімічний склад насіння, висоту закладки нижніх бобів. Важлива наявність у бобі сої не менше 3-х насінин і 10–11 продуктивних вузлів на стеблі. Рослина повинна бути компактною, із закінченим типом росту. Також достиглий і готовий до збирання сорт не повинен розтріскуватися і обсіпатися (Gunko et al., 2021).

Проте, на сьогодні існує ряд об'єктивних обставин, які не дозволяють швидкими темпами підвищити продуктивність сої. Серед них – невідповідність сортової політики до наявного асортименту сортів сої різних груп стиглості, які були б придатні до вирощування у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах України (Nahornyi, 2010; Kaminskyi et al., 2005).

При виборі сорту сої, важливою його характеристикою є інтенсивність росту на початкових етапах. Сорти, які характеризуються високою енергією початкового росту, швидко закривають поверхню ґрунту та зумовлюють менше випаровування вологи з ґрунту. Також важливою характеристикою сортів сої має бути їх висока посухостійкість, зокрема це мають бути сорти, які рекомендовані до вирощування у Степу України. Це дозволить ефективно зберігати та використовувати незначні запаси вологи за рахунок зменшення випаровування та повного покриття ґрунту листовим апаратом, що буде повільніше реагувати на дефіцит вологи (Guntianskiy, 2008; Didur et al., 2021).

В Україні достатньо великий асортимент сої різних груп стиглості: ультра скоростиглі, ранньостиглі, середньо ранньостиглі, середньостиглі та середньо пізньостиглі. В умовах інтенсивного землеробства з екстремальними погодними умовами важливо вирощувати у господарствах кілька сортів різних груп стиглості (Mukhailov et al., 2011; Hrushetskiy et al., 2021). Проте визначальним чинником при структурному розподілі між цим групами сортів мають бути показники продуктивності, якості урожаю, технологічності і стійкості до несприятливих умов.

Мета статті – проаналізувати групи сортів сої за скоростиглістю за показниками екологічності, технологічності вирощування, стійкістю до несприятливих умов вегетації, рівнем урожайності та вмістом білка і жиру у насінні, що дозволить рекомендувати оптимальний структурний розподіл між сортами різних груп стиглості в Україні.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили опрацюванням Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2022 рік за даними Українського інституту експертизи сортів рослин. Досліди проводилися у Лісостеповій ґрунтово-кліматичній зоні впродовж п'яти попередніх років до періоду включення сортів сої до Державного реєстру. Оцінювали рекомендовані до вирощування в Україні усі внесені до реєстру групи сортів сої за стиглістю. Сорти сої, відповідно до державної кваліфікаційної експертизи, для визначення придатності до поширення в Україні оцінюють

за урожайністю насіння, стійкістю до хвороб, несприятливих погодних умов, зокрема посухи, вилягання рослин і осипання насіння. Проводили оцінку стійкості до ураження найпоширенішими хворобами сої: пероноспороз (*Peronospora manshurica* Sydow), аскохітоз (*Ascochyta blight* *jaecola* Abramov), бактеріоз (*Pseudomonas savastoni* *pv. glycinea*), септоріоз (*Septoria glycines* T. Hemmi), фузаріоз (*Fusarium* Link.).

Відносна стійкість сортів сої до хвороб, посухи, вилягання рослин і осипання насіння визначається за дев'ятибальною шкалою (1–9 балів), за якою 9 балів відповідає найвищій стійкості, а 1 бал – найнижчій. Використовується така градація: 9 балів – стійкість відмінна; 7 балів – стійкість добра; 5 балів – стійкість задовільна; 3 бали – стійкість погана; 1 бал – стійкість дуже погана.

Показники, за якими проводили екологічну оцінку сортів сої, встановлюються відповідно до Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Досліди проводилися на ділянках 10–25 м² у чотириразовій повторності.

Висоту рослин сої визначають перед збиранням у двох несуміжних повтореннях. Висоту прикріплення нижніх бобів – вимірюванням відстані від поверхні ґрунту до місця прикріплення нижнього бобу у 25 рослин.

Визначення стійкості сортів сої до основних хвороб проводили за відсотком уражених рослин, стійкість до посухи визначали на основі візуальної оцінки рослин впродовж вегетації. Проводили порівняння досліджуваних показників на основі математично-статистичного кореляційно аналізу.

Об'єкт досліджень – групи сортів сої за стиглістю, включені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2022 рік.

Предмет досліджень – показники технологічності, агроекологічної стійкості, продуктивності та якості урожаю груп сортів сої за стиглістю.

Результати. В Україні придатні до вирощування сорти сої, що належать до п'яти груп стиглості: ультраскоростиглі – з вегетаційним періодом до 85 діб; ранньостиглі – 86–105 діб; середньо ранньостиглі – 106–125 діб; середньостиглі – 126–135 діб та середньо пізньостиглі – 136–145 діб. Загалом до Державного реєстру сортів рослин України на 2022 рік занесені 283 сорти сої. Серед груп стиглості сої найчисельнішою є середньо ранньостиглі сорти, що складають 56% від усіх сортів. Група ранньостиглих сортів у структурі займає 25%, середньостиглі – 11%, ультра скоростиглі – 6%, і сорти середньо пізньостиглої групи за кількістю є найменш чисельними – 2% або лише 4 сорти (табл. 1).

Основними показниками технологічності сортів сої є висота прикріплення нижніх бобів, висота рослин, стійкість рослин до вилягання та стійкість бобів сої до осипання насіння. Середня висота прикріплення нижніх бобів ультра скоростиглих, ранньостиглих та середньо ранньостиглих сортів сої була однаковою і складала 13 см. У середньостиглих сортів сої середня висота прикріплення нижніх бобів була на 2 см більша і складала 15 см. Найбільшу середню висоту прикріплення

Сортимент сортів сої за групами стиглості в Україні

№	Група стиглості сортів	Тривалість вегетаційного періоду, днів	Кількість сортів у Державному реєстрі України, станом на 2021 рік
1	Ультраскоростиглі	до 85	17
2	Ранньостиглі	86–105	72
3	Середньоранньостиглі	106–125	159
4	Середньостиглі	126–135	31
5	Середньопізньюстиглі	136–145	4

нижніх бобів мала група середньо пізньюстиглих сортів сої, що була на 4 см більша, ніж ультра скоростиглих, ранньостиглих і середньо ранньостиглих сортів сої та склала 17 см. Саме високе розміщення нижніх бобів від поверхні ґрунту сприяє більш повному збиранню урожаю при мінімальних втратах, тому саме у сортів середньо пізньюстиглої групи висота прикріплення нижніх бобів є найкращою для механізованого збирання (табл. 2).

Найнижчу середню висоту рослин мали ультра скоростиглі сорти сої – 75 см. Ранньостиглі і середньо ранньостиглі сорти сої були на 6 см вищі за ультраскоростиглі та мали середню висоту 81 см. Середньостиглі сорти сої були на 10 см вищі, ніж ультра скоростиглі і мали середню висоту 85 см. Найвищими були сорти середньо пізньюстиглої групи – 92 см, що були на 17 см вищими за ультра скоростиглі.

Найвищу середню стійкість до вилягання стебла мали сорти сої ультра скоростиглої та середньо пізньюстиглої груп – по 8,5 балів. Якщо висока стійкість до вилягання рослин сої ультра скоростиглої групи забезпечується найнижчою висотою рослин, порівняно з сортами сої інших груп стиглості, то сорти середньо пізньюстиглої групи були найвищими серед усіх груп. У цієї групи сортів висока стійкість рослин до вилягання стебла забезпечується високою міцністю стебла через його великий діаметр, порівняно

з сортами інших груп стиглості. Стійкість до вилягання ранньостиглих, середньо ранньостиглих і середньостиглих сортів сої була однаковою і становила 8,1–8,2 бали. Сорти цих груп стиглості за висотою займали проміжне місце між ультра скоростиглими та середньо пізньюстиглими.

Найвищу середню стійкість до осипання насіння мали сорти середньо пізньюстиглої групи – 8,8 балів та ультра скоростиглої групи – 8,6 балів. Ранньостиглі сорти сої мали найнижчу середню стійкість до осипання насіння – 7,9 балів, а сорти середньо ранньостиглої та середньостиглої груп мали середню стійкість до осипання насіння – 8,1 та 8,3 бали.

Показниками агроєкологічної стійкості сортів сої є їх стійкість до посухи і хвороб. Найбільш посухостійкими виявилися ультра скоростиглі сорти з середнім балом стійкості 8,4 та середньо пізньюстиглі – з балом 8,3. Якщо у сортів ультра ранньостиглої групи посухостійкість забезпечується коротким вегетаційним періодом та формуванням урожаю до посухи, то у сортів середньо пізньюстиглої групи – за рахунок формування урожаю у пізні строки, після посухи. В той же час середньостиглі сорти сої мали найнижчий бал посухостійкості – 7,9, а ранньостиглі та середньо ранньостиглі сорти – 8,0 балів. Таким чином, найбільш стійкими до посухи виявилися сорти сої груп ультра скоростиглі і середньо пізньюстиглі (табл. 3).

Таблиця 2

Показники технологічності груп стиглості сортів сої в Україні

№	Група стиглості сортів	Тривалість вегетаційного періоду, днів	Висота прикріплення нижнього боба, см	Висота рослини, см	Стійкість до вилягання, бал	Стійкість до осипання насіння, бал
1	Ультраскоростиглі	85	13	75	8,5	8,6
2	Ранньостиглі	99	13	81	8,1	7,9
3	Середньоранньостиглі	115	13	81	8,2	8,1
4	Середньостиглі	129	15	85	8,2	8,3
5	Середньопізньюстиглі	141	17	92	8,5	8,8

Таблиця 3

Показники агроєкологічної стійкості, урожайності та якості насіння груп стиглості сортів сої в Україні

№	Група стиглості сортів	Посухостійкість, бал	Стійкість до хвороб, бал	Урожайність насіння, т/га	Вміст білка в насінні, %	Вміст жиру в насінні, %
1	Ультраскоростиглі	8,4	8,8	2,34	40,7	21,0
2	Ранньостиглі	8,0	8,5	2,59	40,1	21,2
3	Середньоранньостиглі	8,0	8,6	2,73	40,3	21,3
4	Середньостиглі	7,9	8,6	2,52	39,4	21,6
5	Середньопізньюстиглі	8,3	9,0	2,53	38,7	21,2

Середня стійкість до хвороб у всіх груп сортів сої за скоростиглістю була високою. Найбільш стійкими до хвороб виявилися сорти середньо пізньостиглої групи – 9,0 балів. Це найвищий бал з можливих. Ультраскоростиглі сорти мали середній бал стійкості до хвороб 8,8, середньо ранньостиглі і середньостиглі – по 8,6 балів, а ранньостиглі – 8,5 балів.

Визначальним показником усіх груп сортів сої за стиглістю є їх середня урожайність. Найвища урожайність встановлена у сортів середньо ранньостиглої групи – 2,73 т/га. Ранньостиглі сорти сої мали урожайність на 5,1% меншу – 2,59 т/га. Середньопізньостиглі і середньостиглі сорти сої мали урожайність на 7,3–7,7% меншу, ніж урожайність середньо ранньостиглих сортів і становила 2,53 і 2,52 т/га відповідно. Найнижчу середню урожайність мали сорти сої ультраскоростиглої групи – 2,34 т/га, що було на 14,3% менше, ніж урожайність середньо ранньостиглої групи.

Найвищий середній вміст білка у насінні мали сорти ультра скоростиглої групи – 40,7%. У середньо ранньостиглої групи вміст білка у насінні був на 0,4% менший – 40,3%, у ранньостиглої групи – на 0,6% менший – 40,1%. Найнижчий середній вміст білка у насінні мали сорти середньо пізньостиглої і середньостиглої груп, відповідно 38,7 та 39,4%, що було на 2,0 та 1,3% менше, ніж у сортів ультра скоростиглої групи.

Середній вміст жиру у насінні сортів сої усіх груп стиглості був приблизно однаковим і становив 21,0–21,6%. Найвищий середній вміст жиру мали сорти середньостиглої групи, а найменший – ультра скоростиглої.

Аналіз отриманих показників засвідчує, що середньо ранньостиглі сорти сої, які відзначаються найвищою середньою урожайністю насіння, є найбільш чисельними за кількістю. Середньо пізньостиглі сорти сої мали най-

більшу висоту прикріплення нижніх бобів, найбільшу висоту рослин, найвищі бали стійкості до вилягання рослин, осипання насіння, до хвороб, але мали найменший вміст білка у насінні. Середньостиглі сорти сої мали найбільший вміст жиру у насінні, але найменший бал посухостійкості. Ранньостиглі сорти сої мали найнижчий бал стійкості до вилягання рослин, осипання насіння та до хвороб. Ультра скоростиглі сорти сої мали найвищий бал стійкості до вилягання рослин, посухи та найвищий вміст білка у насінні, проте мали найнижчу урожайність, найменший вміст жиру у насінні та найменшу висоту рослин.

Проведений математично-статистичний аналіз одержаних показників встановив, що між середньою тривалістю вегетаційного періоду сортів сої усіх груп стиглості та середньою висотою прикріплення нижніх бобів у них, встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,866$. Тобто, чим більший вегетаційний період груп сортів сої, тим вище прикріплюються нижні боби від поверхні ґрунту у них (табл. 4).

Між середньою тривалістю вегетаційного періоду груп сортів сої та їх середньою висотою рослин встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,947$. Тобто, чим більший вегетаційний період груп сортів сої, тим більша їх висота рослин.

Між середньою тривалістю вегетаційного періоду груп сортів сої та їх середнім вмістом білка у насінні встановлений сильний негативний кореляційний зв'язок $r = -0,923$. Тобто, чим більший вегетаційний період груп сортів сої, тим менший вміст білка у їх насінні.

Між середньою тривалістю вегетаційного періоду груп сортів сої та середнім вмістом жиру у їх насінні встановлений середній позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,607$. Тобто, чим більший вегетаційний період груп сортів сої, тим більший вміст жиру у їх насінні.

Таблиця 4

Коефіцієнти кореляції між досліджуваними чинниками груп стиглості сортів сої в Україні

№	Чинник 1	Чинник 2	Коефіцієнт кореляції, r
1	Тривалість вегетаційного періоду, діб	Висота прикріплення нижніх бобів, см	0,866
2	Тривалість вегетаційного періоду, діб	Висота рослин, см	0,947
3	Тривалість вегетаційного періоду, діб	Вміст білка у насінні, %	-0,923
4	Тривалість вегетаційного періоду, діб	Вміст жиру у насінні, %	0,607
5	Висота прикріплення нижніх бобів, см	Висота рослин, см	0,920
6	Висота прикріплення нижніх бобів, см	Стійкість рослин до осипання насіння, бал	0,674
7	Висота прикріплення нижніх бобів, см	Стійкість рослин до хвороб, бал	0,699
8	Висота прикріплення нижніх бобів, см	Вміст білка у насінні, %	-0,959
9	Висота рослин, см	Вміст білка у насінні, %	-0,981
10	Стійкість рослин до вилягання, бал	Стійкість рослин до осипання насіння, бал	0,953
11	Стійкість рослин до вилягання, бал	Псухостійкість, бал	0,925
12	Стійкість рослин до вилягання, бал	Стійкість рослин до хвороб, бал	0,935
13	Стійкість рослин до вилягання, бал	Урожайність насіння, т/га	-0,656
14	Стійкість рослин до осипання насіння, бал	Псухостійкість, бал	0,778
15	Стійкість рослин до осипання насіння, бал	Стійкість рослин до хвороб, бал	0,960
16	Стійкість рослин до осипання насіння, бал	Урожайність насіння, т/га	-0,602
17	Псухостійкість, бал	Стійкість рослин до хвороб, бал	0,807
18	Псухостійкість, бал	Урожайність насіння, т/га	-0,674
19	Псухостійкість, бал	Вміст жиру у насінні, %	-0,821

Між середньою висотою прикріплення нижніх бобів груп сортів сої та середньою висотою їх рослин встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,920$. Тобто, чим більша висота рослин груп сортів сої, тим вище розміщені у них нижні боби.

Між середньою висотою прикріплення нижніх бобів груп сортів сої та їх середньою стійкістю до осипання насіння встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,674$. Тобто, чим більша висота прикріплення нижніх бобів рослин груп сортів сої, тим більша їх стійкість до осипання насіння.

Між середньою висотою прикріплення нижніх бобів груп сортів сої та їх середньою стійкістю до хвороб встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,699$. Тобто, чим більша висота прикріплення нижніх бобів груп сортів сої, тим більша стійкість у них до хвороб.

Між середньою висотою прикріплення нижніх бобів груп сортів сої та середнім вмістом білка у їх насінні встановлений сильний негативний кореляційний зв'язок $r = -0,959$. Тобто, чим більша висота прикріплення нижніх бобів груп сортів сої, тим менший вміст білка у насінні.

Між середньою висотою рослин груп сортів сої та середнім вмістом білка у їх насінні встановлений сильний негативний кореляційний зв'язок $r = -0,981$. Тобто, чим більша висота рослин груп сортів сої, тим менший вміст білка у них.

Між середнім балом стійкості рослин до вилягання груп сортів сої та їх середнім балом стійкості до осипання насіння встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,953$. Тобто, чим більший бал стійкості груп сортів сої до вилягання, тим більший у них бал стійкості до осипання насіння.

Між середнім балом стійкості рослин до вилягання груп сортів сої та їх середнім балом посухостійкості встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,925$. Тобто, чим більший бал стійкості груп сортів сої до вилягання, тим більший їх бал посухостійкості.

Між середнім балом стійкості рослин до вилягання груп сортів сої та їх середнім балом стійкості до хвороб встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,935$. Тобто, чим більший бал стійкості груп сортів сої до вилягання, тим більший їх бал стійкості до хвороб.

Між середнім балом стійкості рослин до вилягання груп сортів сої та їх середньою урожайністю насіння встановлений середній негативний кореляційний зв'язок $r = -0,656$. Тобто, чим більший бал стійкості груп сортів сої до вилягання, тим менша їх урожайність насіння.

Між середнім балом стійкості рослин до осипання насіння груп сортів сої та їх середнім балом посухостійкості встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,778$. Тобто, чим більший бал стійкості груп сортів сої до осипання насіння, тим більший їх бал посухостійкості.

Між середнім балом стійкості рослин до осипання насіння груп сортів сої та їх середнім балом стійкості до хвороб встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,960$. Тобто, чим більший бал стійкості груп сортів сої до осипання насіння, тим більший їх бал стійкості до хвороб.

Між середнім балом стійкості рослин до осипання насіння груп сортів сої та їх середньою урожайністю насіння встановлений середній негативний кореляційний зв'язок $r = -0,602$. Тобто, чим більший бал стійкості груп сортів сої до осипання насіння, тим менша їх урожайність.

Між середнім балом посухостійкості рослин груп сортів сої та середнім балом їх стійкості до хвороб встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок $r = 0,807$. Тобто, чим більший бал посухостійкості груп сортів сої, тим більша їх стійкість до хвороб.

Між середнім балом посухостійкості рослин груп сортів сої та їх середньою урожайністю насіння встановлений сильний негативний кореляційний зв'язок $r = -0,674$. Тобто, чим більший бал посухостійкості груп сортів сої, тим нижча їх урожайність насіння.

Між середнім балом посухостійкості рослин груп сортів сої та середнім вмістом жиру у їх насінні встановлений сильний негативний кореляційний зв'язок $r = -0,821$. Тобто, чим більший бал посухостійкості груп сортів сої, тим нижчий вміст жиру у їх насінні.

Обговорення. Як зазначає Д.С. Діма (Dima, 2018), протягом останніх років безперервне зростання посівних площ під сою в Європі, здебільшого в Центральній та Східній, ставить перед фермерами складні завдання щодо вибору оптимальних сортів та застосування адекватної технології вирощування, які б гарантували максимальне зростання урожайності та якості насіння сої. Водночас ця ситуація створює новий імпульс для селекціонерів з метою створення нових сортів сої з комплексом цінних ознак та характеристик. Показники врожайності, якості, екологічності та технологічності різних сортів сої дозволяють фахівцям з агрономії рекомендувати фермерам оптимальні сорти для конкретної зони вирощування сої.

Саме зазначені показники ми досліджували у контексті різних груп стиглості сої в умовах постійного зростання її посівних площ в Україні, як країні Східної Європи, де останніми роками цей процес набув інтенсивного росту.

Jiang B.J., Zhang S.W., Han T.F. (2019) зазначають, що ранньостиглі сорти сої забезпечують найвищий і стабільний урожай насіння, порівняно з середньостиглими. В той же час завдяки короткому вегетаційному періоду ультраранні сорти не встигають забезпечити достатньо високі врожаї насіння, але характеризуються стабільною врожайністю за роками, що дозволяє їх висівати в дещо пізніші строки, як страхову культуру та використовувати в якості попередника для озимих зернових. А середньостиглі сорти сої часто страждають від посухи в другій половині літа, тому їх високі врожаї можна сформувати лише при достатньому зволоженні в цей період.

Наші дослідження підтверджують думку (Jaing et al., 2019) про найвищу урожайність ранньостиглих сортів сої в Україні. Зокрема, група середньо ранньостиглих та ранньостиглих сортів відзначалась найвищою урожайністю – відповідно 2,73 та 2,59 т/га. В той же час ультра скоростиглі сорти сої характеризувалися найнижчою урожайністю насіння в Україні – 2,34 т/га через дуже короткий їх вегетаційний період. Середньостиглі

сортів сої були більш продуктивні за ультра скоростиглі, але менш продуктивні за ранньостиглі та середноранньостиглі з середньою урожайністю 2,52–2,53 т/га.

У північно-західній Європі прохолодні та вологі кліматичні умови створюють проблеми для сої з точки зору її досягання та отримання достатньої врожайності, а також через прояв хвороб рослин. Щоб збільшити шанси на успішне впровадження сої в Бельгії та визначити основні проблеми у її вирощуванні, як зазначають науковці (Rapponcourt et al., 2018), необхідно вирощувати ранньостиглі сорти сої. Ці сорти змогли досягти фази стиглості до початку жовтня. При цьому врожайність насіння та вміст білка становили від 2,00 до 2,92 т/га і 35,5–43,3% відповідно. Високорослі сорти дозрівають пізніше, але мають більш високий вміст білка в порівнянні з більш низькорослими сортами. Толерантність до вилягання корелювала з урожаєм насіння та вмістом білка сої, але не залежала від висоти рослин. Сприйнятливості до хвороб сої відображала значні відмінності між сортами.

Проблема прохолодної та вологою погоди для України не актуальна. Вона може спостерігатися один раз на 5 років. Виходячи з цього, в Україні досягають сорти сої включно із середньо пізньостиглою групою з тривалістю вегетаційного періоду до 141 доби. Проблема розвитку хвороб сої для України також не настільки важлива, як для Бельгії, оскільки нашими дослідженнями виявлено дуже високий бал стійкості до них – 8,5–9 балів при 9-ти максимальних балах. При цьому урожайність насіння сої та вміст білка у ньому в Україні в середньому є наближеними до цих показників у Бельгії. Також підтверджено тезу (Rapponcourt et al., 2018), що при збільшенні висоти рослин сої зростає тривалість вегетаційного періоду (коефіцієнт кореляції 0,947), але спростовано тезу зростання вмісту білка у насінні сої при збільшенні висоти її рослин (коефіцієнт кореляції – 0,981). Також підтверджено в умовах України зворотну кореляційну залежність між стійкістю рослин до вилягання та урожайністю насіння сої (коефіцієнт кореляції – 0,656), а залежностей між виляганням рослин сої і вмістом білка у їх насінні, а також висотою рослин, не виявлено.

Урожайність сої є складною кількісною ознакою, на яку сильно впливають умови навколишнього середовища. Дослідження 173 генотипів сої в трьох різних екологічних зонах Китаю показали, що сорти сої з більшою висотою рослин, кількістю вузлів основного стебла, гілок, бобів, зерен і масою 1000 зерен або більш тривалими періодами росту можуть мати вищу врожайність (Li et al., 2020).

Ці твердження для умов України співпадають лише для сортів від ультра скоростиглих до середньо ранньостиглих, які і становлять у структурі груп стиглості значну більшість.

У Туреччині досліджували висоту рослин сої та прикріплення нижніх бобів, кількість бобів на рослині, урожай насіння, масу 1000 насінин, характеристики вмісту олії та білка. Урожайність насіння коливалася від 3,66 до 4,43 т/га у середньому за два роки (Onat, 2018).

Порівняно з Українськими рівнями урожайності сої, можна констатувати, що кліматичні умови у Туреччині є більш сприятливими для вирощування сої, що дозволяють отримати рівень урожайності на 25,4–38,4% вищу.

Урожайність різних сортів сої в Казахстані коливається в межах від 2,09 до 4,39 т/га залежно від групи стиглості (Didorenko et al., 2021), що приблизно відповідає умовам України.

Попит на сою в Індонезії, за даними Aminah, Palad M.S. and Sahur A. (2020) дуже високий, проте внутрішнього виробництва недостатньо для потреб населення в сої, тому його необхідно задовольняти за рахунок імпорту. Повільні темпи покращення виробництва сої в Індонезії викликані низькою урожайністю, яка сягає лише 1,30 т/га. Тоді як потенційний приріст урожайності сої може досягти 2,20 т/га. Основним обмежуючим фактором підвищення урожайності насіння сої в Індонезії є чутливість рослин сої до значної посухи, що викликає стресові умови. Отримані результати показують, що спостерігається зниження врожайності насіння сої до 50% разом зі зниженням доступності ґрунтової вологи.

В умовах України рівень урожайності сої є у 2,1 рази вищий, ніж у Індонезії через відсутність потужної ґрунтової посухи. Підвищує високу стійкість до цього несприятливого агроєкологічного чинника високий бал посухостійкості сортів сої, що внесені до Державного реєстру в Україні – 7,9–8,4 бали із 9-ти максимально можливих балів.

Висновки. Отже, найвищою урожайністю насіння в Лісостепу України відзначаються середноранньостиглі сорти сої – 2,73 т/га. Серед сортів цієї групи стиглості найбільш урожайними є Подяка, Езра, Стайн 07Ж22, Саска, Сяйво, Сіпрес, Мальвіна, СВХ15Т1С1, ЕС Композитор, Турізас, Еліна. Саме сорти цієї групи мають бути основними у структурі сої в умовах Лісостепової ґрунтово-кліматичної зони України. Найвищий вміст білка у насінні встановлений в ультра скоростиглих сортів – 40,7% (сорт Беркана, Райдуга, Голубка та Мелодія), жиру – в середньостиглих сортів – 21,6% (сорт Валентія, Васильківська, Тена, Аполон). Найвищою стійкістю до вилягання рослин, осипання насіння, до посухи та хвороб відзначаються ультра скоростиглі та середньо пізньостиглі сорти сої. Тому доповнючими до середньо ранньостиглих сортів сої мають бути ультра скоростиглі та середньо пізньостиглі сорти. Частка ранньостиглих та середньостиглих має бути найменша.

Бібліографічні посилання:

1. Aminah, Palad, M.S. & Sahur, A. (2020). Drought levels of several soybean's variety (Glycine Max L. Merrill). International conference on sustainable cereals and crops production systems in the tropics, 484.
2. Bandura, V., Mazur, V., Yaroshenko, L. & Rubanenko, O. (2019). Research on sunflower seeds drying process in a monolayer tray vibration dryer based on infrared radiation. INMATEN Agricultural Engineering, 57(1), 233–242.
3. Bulgakov, V., Kaletnik, H., Goncharuk, I., Ivanovs, S. & Usenko, M. (2019). Results of experimental investigations of a flexible active harrow with loosening teeth. – Agronomy Research. 17 (5), 1839–1845.

4. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2021 rik. [State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine for 2021]. Kyiv. 2021, 537. (in Ukrainian).
5. Didorenko, S.V., Abugaliyeva, A.I., Ageyenko, A.V. (2021). Monitoring quality and yield capacity of soybean varieties during the creation of various ecotypes in Kazakhstan. *Agrivita*, 43(3), 558–568.
6. Didur, I., Chynchuk, O., Pansyreva, H., Olifirovych, S., Olifirovych, V., Tkachuk, O. (2021). Effect of fertilizers for *Phaseolus vulgaris* L. productivity in Western Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(1), 419–424.
7. Dima, D.C. (2018). The yield performance of various soybean genotypes in five experimental fields in Romania and Bulgaria in 2015 and 2016. *Scientific papers. Series A. Agronomy*, 61(2), 81–84.
8. Grigorchuk, N.F. (2011). Ispolzovanie soi v voprose sovershenstvovaniya strukturyi posevnyih ploschadey [The use of soybeans in improving the structure of sown areas]. *Feed and feed production. Vinnytsia*. Vol. 69. P. 162-166. (in Ukrainian).
9. Gunko, I., Hraniak, V., Yaropud, V., Kupchuk, I., Rutkevych, V. (2021). Optical sensor of harmful air impurity concentration. *Przegląd Elektrotechniczny*, 7, 76–79. doi: 10.15199/48.2021.07.15
10. Guntyanskiy, R.A. (2008). Konkurentospromozhnist sortiv soi z riznoi tryvalistiu vehetatsiinoho periodu u vidnoshenni do bur'ianiv [Competitiveness of soybean varieties with different vegetation duration in relation to weeds]. *Breeding and seed production. Kyiv*. 95, 266–272. (in Ukrainian).
11. Hrushetskiy, S., Yaropud, V., Kupchuk, I. & Semenyshena, R. (2021). The heap parts movement on the shareboard surface of the potato harvesting machine. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov. Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 14 (63)1, 127–140. doi: 10.31926/but.fwi.2021.14.63.1.12
12. Jiang, B.J., Zhang, S.W. & Han, T.F. (2019). Natural variations of FT family genes in soybean varieties covering a wide range of maturity groups. *BMC Genomics*, Mar, 20, 20.
13. Kaminskiy, V.F., Vyshnivskiy, P.S., Dvoretzka, S.P., Holodna, A.V. (2005). Znachennia zernovykh bobovykh kultur ta napriamky intensyfikatsii yikh vyrobnytstva [Importance of grain legumes and directions of intensification of their production]. *Breeding and seed production. Kyiv*, 90, 14–22. (in Ukrainian).
14. Kirilesko, O.L. & Movchan, K.I. (2016). Formuvannia vrozhaivosti zernobobovykh kultur v umovakh Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [Formation of legume yields in the Western Forest-Steppe of Ukraine]. *Feed and feed production. Vinnytsia*, 82, 127–132. (in Ukrainian).
15. Kotov, B., Spirin, A., Tverdokhlib, I., Polyevoda, Y., Hryshchenko, V. & Kalinichenko, R. (2018). Theoretical researches on cooling process regularity of the grain material in the layer. *INMATEH Agricultural Engineering*, 54(1), 87–94.
16. Kovbasa, V., Solona, O., Deikun, V. & Kupchuk, I. (2021). Functions derivation of stresses in the soil and resistance forces to the motion of a plough share for cavity creation. *UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering*. 83(3), 305–318.
17. Kuznietsova, I., Bandura, V., Paziuk, V., Tokarchuk, O., Kupchuk, I. (2020). Application of the differential scanning calorimetry method in the study of the tomato fruits drying process. *Agraarteadus*, 31(2), 173–180. doi: 10.15159/jas.20.14
18. Li, M.M., Liu, Y., Zhao, L. (2020). Identification of traits contributing to high and stable yields in different soybean varieties across three Chinese latitudes. *Frontiers in Plant Science*, Jan 21, 10.
19. *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy zernovykh, krup'ianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methods of examination of plant varieties of cereals, cereals and legumes for suitability for distribution in Ukraine]*. Kyiv. 2016. 81 p. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f4147d3595.pdf> (in Ukrainian).
20. Mykhailov, V.H., Shcherbyna, O.Z., Romaniuk, L.S. & Starychenko, V.M. (2011). Kharakterystyka skorostyhykh i serednostyhykh sortiv soi dlia zony Lisostepu i Polissia Ukrainy [Characteristics of early-ripening and medium-ripening soybean varieties for the zone Forest-steppe and Polissya of Ukraine]. *Breeding and seed production. Kyiv*, 100, 306–314. (in Ukrainian).
21. Nahorni, V.I. (2010). Vplyv strokiv i sposobiv sivy na urozhaivnist sortiv soi. [The influence of timing and methods of sowing on the yield of soybean varieties]. *Feed and feed production. Vinnytsia*, 66, 91–95. (in Ukrainian).
22. Ofitsiini opysy sortiv roslyn ta pokaznyky hospodarskoi prydatnosti [Official descriptions of plant varieties and indicators of economic suitability]. *Protection of plant variety rights. Bulletin. Kyiv*, 2019, 3, 87, 88. Access mode: https://agro.me.gov.ua/storage/app/sites/1/buleteny_prava%20na%20sorty/bull_2019/byuleten-vipusk-3-2019.pdf (in Ukrainian).
23. Ofitsiini opysy sortiv roslyn ta pokaznyky hospodarskoi prydatnosti [Official descriptions of plant varieties and indicators of economic suitability]. *Protection of plant variety rights. Bulletin. Kyiv*, 2020, 1, 227, 599. Access mode: <https://www.sops.gov.ua/uploads/page/5ea7d5a005828.pdf> (in Ukrainian).
24. Ofitsiini opysy sortiv roslyn ta pokaznyky hospodarskoi prydatnosti [Official descriptions of plant varieties and indicators of economic suitability]. *Protection of plant variety rights. Bulletin. Kyiv*. 2020. Issue. 2. P. 328-330. Access mode: https://agro.me.gov.ua/storage/app/sites/1/buleteny_prava-2-2020.pdf (in Ukrainian).
25. Ofitsiini opysy sortiv roslyn ta pokaznyky hospodarskoi prydatnosti [Official descriptions of plant varieties and indicators of economic suitability]. *Protection of plant variety rights. Bulletin. Kyiv*. 2020. Issue. 5. P. 168-170. Access mode: https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/B_5_2020.pdf (in Ukrainian).
26. Onat, B. (2018). Evaluation some agronomic and quality traits of some soybean varieties grown as a double crop in mediterranean environment in Turkey. – *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(4), 2590–2597.
27. Pannecoucq, J., Goormachtigh, S., Van Waes, J. (2018). Screening for soybean varieties suited to Belgian growing conditions based on maturity, yield components and resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* and *Rhizoctonia solani* anastomosis group 2-IIIB. *Journal of Agricultural Science*, 156(3), 342–349.
28. Petrychenko, V.F. (2012). Naukovi osnovy vyrobnytstva i vykorystannia soi u tvarynnystvii [Scientific bases of soybean production and use in animal husbandry]. *Feed and feed production. Vinnytsia*, 71, 3–11. (in Ukrainian).
29. Shevnikov, M.Ya. (2009). Produktivnist sortiv soi v umovakh livoberezhnoi chastyny Lisostepu Ukrainy [Productivity of soybean varieties in the conditions of the left-bank part of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy. Poltava*. № 4. P. 37-41. (in Ukrainian).

Tkachuk O.P., Doctor (Agricultural Sciences), Associate Professor Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Ukraine

Alekseev O.O., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Ukraine

Technological and agroecological indicators of groups of soybean varieties by maturity

Prerequisites for further increase in soybean seed yield in Ukraine under intensive agriculture and extreme weather conditions are the cultivation of several varieties of different maturity groups on farms. The determining factor in the structural distribution between groups of soybean varieties by maturity should be indicators of productivity, yield quality, manufacturability and resistance to adverse environmental conditions.

The aim is to analyze groups of soybean varieties by precocity in terms of environmental friendliness, cultivation, resistance to adverse growing conditions, yield and protein and fat content in seeds, which will recommend the optimal structural distribution between varieties of different maturity groups in Ukraine. The research was conducted by developing the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine in 2022. All registered groups of soybean varieties recommended for cultivation in Ukraine were evaluated in terms of seed yield, resistance to diseases, adverse weather conditions, including drought, plant lodging and seed shedding.

Among the groups of soybean ripeness, the most numerous are medium-early varieties, which make up 56% of all varieties. The group of early-ripening varieties in the structure occupies 25%, medium-ripening – 11%, ultra-early-ripening – 6%, and varieties of medium-late ripening group are the least numerous – 2% or only 4 varieties. Medium-early soybean varieties have the highest seed yield in Ukraine – 2.73 t / ha. It is the varieties of this group that should be the main ones in the structure of soybeans in Ukraine. The highest protein content in seeds is found in ultra-early varieties – 40.7%, fat – in medium-ripe varieties – 21.6%. Ultra-early and medium-late soybean varieties have the highest resistance to plant lodging, seed shedding, drought and disease. Therefore, ultra-early and medium-late varieties should be complementary to medium-early soybean varieties. The share of early and middle-ripe should be the smallest.

Key words: soybean, groups of varieties, ripeness, productivity, quality, technological indicators, ecological characteristics.