

КОМБІНАЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ СЕРЕДНЬОСТИГЛИХ ЛІНІЙ ПОМІДОРА З ПІДВИЩЕНИМ УМІСТОМ ЛІКОПЕНУ В ПЛОДАХ

Л.А. Рудас

(с. Холоднянське, Черкаська обл., Україна)

Мета. Визначити загальну (ЗКЗ) і специфічну (СКЗ) комбінаційну здатність новостворених середньостиглих ліній помідора методом тестерних схрещувань і виділити кращі для створення високогетерозисних гібридів і сортів. **Методи.** Польовий, лабораторний, генетичний, математико-статистичний. **Результати.** За ознакою тривалість періоду «сходи–достигання» високу ЗКЗ мала лінія №535 (мінус 2,37). Її можна використовувати в гетерозисній селекції. У цій групі не встановлено ліній із високими значеннями СКЗ, але лінії №524 і №525 можна використовувати для створення сортів. За ознакою товарної продуктивності високі достовірні позитивні ефекти ЗКЗ за два роки досліджень мали лінія №542 (0,78 і 0,23), у 2019 р. – №543, №541 відповідно, 0,41 і 0,20, у 2020 р. – №544 (0,15). Вони можуть бути цінним вихідним матеріалом для гетерозисної селекції. Високе значення СКЗ за два роки досліджень мали лінії №525 (0,07 і 0,20), №544 (0,06 і 0,07), у 2019 р. – №543 (0,25), №535 (0,12), у 2020 р. – №542 (0,05), 541 (0,05), №524 (0,06). Високі достовірні ефекти ЗКЗ за вмістом лікопену у плодах помідора у 2019 р. були у лінії 525 (0,74) і 522 (0,55), у 2020 р. – 524 (2,52) і 542 (4,27). Високі значення СКЗ виявлено у лінії №524 (1,76) та 544 (0,66), у 2020 р. – 517 (30,58), 543 (39,25), 541 (26,43). За вмістом лікопену у плодах лінії №524, №525, №542, №522 можна рекомендувати для створення гетерозисних гібридів, №543, №541 – для створення сортів. **Висновки.** Серед новостворених батьківських компонентів встановлено ліній з високими достовірними значеннями ЗКЗ і СКЗ. Визначено лінії, які можна використовувати для створення гетерозисних гібридів і сортів помідора.

Ключові слова: батьківські компоненти, гібрид, сходи–достигання, товарна продуктивність, тестер.

Вступ. Помідор є економічно важливою овочевою культурою універсального використання. Зростання поширеності вирощування помідорів протягом останніх півстоліття у світі сприяло розширенню площ до величезних масштабів. Загальна світова площа вирощування досягла 5,03 млн га, а загальне виробництво – 180,8 млн т [1].

Аналіз останніх результатів і публікацій. Помідори широко споживаються у сирому та переробленому вигляді, значна частка загальних антиоксидантів (лікопен, вітамін С, фенольні речовини, флавоноїди та β-каротин) сприяють їхньому антиоксидантному ефекту [2]. Лікопен становить понад 80% від загальної кількості каротиноїдів у повністю стиглих червоних плодах. Разом із тим, термічна обробка лише підвищує концентрацію у продуктах переробки. Регулярне споживання достатньої кількості свіжих помідорів або їх продуктів завдяки

біоактивним компонентам запобігає розвитку різних видів раку [3–5].

Висока харчова та економічна цінність помідорів і їх потенційна користь для здоров'я сприяє створенню нового сортименту сортів та гібридів для забезпечення потреб ринку. Пріоритетом є селекційні програми, спрямовані на максимізацію генетичного поліпшення господарсько-цінних ознак у генотипах помідора. Вагоме значення під час планування селекційного процесу має оцінка комбінаційної здатності – це найшвидший спосіб отримання інформації про генетичний потенціал батьківських форм та вплив генів, що є визначальним фактором для ефективності роботи [6–12].

Створення нових сортів помідорів із використанням високопігментних мутацій (*hp*, *hp-2^{dg}*, *B^c*) сприяє збільшенню вмісту каротиноїдів, зокрема, лікопену та флавоноїдів. Гени *hp*, *hp-2^{dg}*, *B^c* надають плодам

темно-червоного забарвлення на стадії досягання, коли в інших сортів плоди ще рожеві, що дає змогу проводити їх збір до повного досягання у свіжому вигляді, коли вони менше псуються під час транспортування [13]. Відмічена особливість гена *B^c* особливо цінна для механізованого збирання, а також для тривалого зберігання плодів, оскільки сорти і лінії з генами *alc*, *rin* та *nor* не мають достатньо червоного забарвлення [14]. Це сприяє розвитку нового напрямку в селекції помідорів, які мають не тільки поживну цінність, але й тривалий термін зберігання плодів.

Мета досліджень – визначити загальну (ЗКЗ) і специфічну (СКЗ) комбінаційну здатність новостворених середньостиглих ліній помідора методом тестерних схрещувань і виділити кращі для створення високогетерозисних гібридів і сортів.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження комбінаційної здатності десяти ліній помідора проводили впродовж 2019–2020 рр. на полях селекційно-насіневої сівозміни у відділі рослинництва Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН», що знаходиться у с. Холдниському Черкаського р-ну.

Методи досліджень: польовий – для встановлення відмінностей між варіантами дослідів; лабораторний – визначення біохімічного складу плодів; генетичний – визначення показників комбінаційної здатності; математико-статистичний – для оцінки достовірності отриманих результатів досліджень. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем типовий малогумусний і чорнозем сильнореґрадований, за гранулометричним складом – середньосуглинковий. Уміст гумусу в орному шарі (за Тюрнімом) – 3%; гідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 92 мг/кг ґрунту; рухомих фосфору (за Чириковим) – 213, калію – 85 мг/кг ґрунту. У 2019 і 2020 рр. обмежувальним фактором для вирощування помідора була відсутність необхідної кількості вологи за високого температурного фону.

Значення гідротермічного коефіцієнта (ГТК) літнього періоду 2019 р. становило 0,39, 2020 – 0,24, що значно менше значень лісостепової зони (1,3–1,0). Упродовж періоду вегетації спостерігали тривалу посуху (липень–вересень), а загалом, кількість опадів, яка була нижчою норми, спостерігали з квітня по вересень. Проведено поверхневий обробіток ґрунту, закриття вологи, внесено мінеральні добрива (нітроамофоска 175 кг/га), передпосадкову культивування, здійснено два міжрядні розпушування,

триразові обробки фунгіцидом Ридоміл голд (2,5 кг/га), Медян екстра (2,5 кг/га), інсектицидом Актара (0,05 кг/га).

Як батьківські компоненти було використано 10 ліній селекції Черкаської ДСГДС, створені за участю середньостиглих сортів СХ 1, СХ 3, СХ 4 та лінії Могіока 20, носія гена *hp*. Як тестери залучено сорти селекції Інституту овочівництва і баштанництва НААН – Астероїд і Алтай. Визначали комбінаційну здатність створених ліній із підвищеним умістом лікопену в плодах за ознаками: тривалість періоду «сходи–досягання», товарна продуктивність, уміст лікопену в плодах. Повторність дослідів – 3-разова. Метод вирощування розсадний за схемою висаджування дослідних зразків – (110+50)×25 см. Досліди було закладено згідно з методикою однофакторних дослідів в останній декаді травня [15]. Гібридний і вихідний матеріал оцінювали з урахуванням рекомендацій і методичних підходів [16; 17]. Оцінку комбінаційної здатності проводили методом тестерного аналізу за методичними рекомендаціями [18]. Уміст лікопену в плодах визначали за методикою І. К. Муррі [19; 20].

Результати та їх обговорення. Проведений дисперсійний аналіз однофакторного дослідів встановив істотні відмінності ($P < 0,01$) між гібридами за ознаками «тривалість періоду «сходи–досягання», «товарна продуктивність» та «уміст лікопену у плодах». Тому у досліджуваних батьківських компонентів можна очікувати відмінності за показниками загальної і специфічної комбінаційної здатності.

1. Тривалість періоду «сходи–досягання». Нами встановлено, що за час досліджень високу і середню ЗКЗ (у даному випадку – низькі достовірні ефекти ЗКЗ) мала лінія №535 – мінус 1,83 і мінус 2,37. Середні значення ефектів ЗКЗ у 2019 р. були лінії №524 (мінус 2,68), №521 (мінус 2,18), №535 (мінус 1,83), у 2020 р. – №522 (мінус 1,2), №525 (мінус 0,72), №542 (мінус 0,52) і №544 (мінус 0,52) (табл. 1).

Також у цій групі не встановлено ліній із високими (від’ємними значеннями СКЗ). Середні значення СКЗ за два роки досліджень мали лінії №517 (5,22 і 0,01), у 2019 р. – № 541 (0,14), №524 (0,01), у 2020 р. – №522 (0,17), №525 (0,17), №535 (0,25).

2. Товарна продуктивність. Під час визначення комбінаційної здатності за ознакою товарної продуктивності встановлено, що високі достовірні позитивні ефекти ЗКЗ за два роки досліджень мали лінії №542 (0,78 і 0,23), у 2019 р. – №543, №541 відповідно, 0,41 і 0,20, у 2020 р. – лінії №544 (0,15) (табл. 2).

Таблиця 1. Оцінка ефектів ЗКЗ і варіанс СКЗ (тривалість періоду «сходи–достигання»)

Лінії	Роки	Тестери		g _i	s _i		σ ² _{si}
		Астероїд	Алтей		Астероїд	Алтей	
517	2019	101,3	104,0	- 0,68	- 1,62	1,62	5,22
	2020	102,3	102,7	1,63*	- 0,05	0,05	0,01
521	2019	98,0	104,3	- 2,18	- 3,42	3,41	23,32
	2020	100,3	104,7	1,63*	- 2,05	2,05	8,45
522	2019	107,0	97,7	- 0,98	4,38	- 4,38	38,46*
	2020	100,0	99,7	- 1,02	0,30	- 0,30	0,17
524	2019	101,0	100,3	- 2,68	0,08	- 0,09	0,01
	2020	100,3	102,3	0,43	- 0,86	0,85	1,46
525	2019	112,7	104,7	5,37*	3,74	- 3,73	27,90*
	2020	100,3	100,0	- 0,72	0,30	- 0,30	0,17
535	2019	108,0	95,0	- 1,83	6,23	- 6,24	77,75*
	2020	98,0	99,0	- 2,37*	- 0,35	0,35	0,25
541	2019	106,0	106,0	2,67	- 0,27	0,27	0,14
	2020	100,3	102,0	0,28	- 0,70	0,70	0,99
542	2019	100,0	110,7	2,02	- 5,62	5,62	63,06*
	2020	102,7	98,0	- 0,52	2,50	- 2,50	12,45
543	2019	100,3	105,7	- 0,33	- 2,97	2,97	17,58
	2020	102,3	101,7	1,13*	0,45	- 0,45	0,40
544	2019	101,7	102,3	- 1,33	- 0,57	0,57	0,64
	2020	100,7	100,0	- 0,52	0,50	- 0,50	0,49
НІР ₀₅	2019			3,47			
	2020			1,08			
σ ² _{si cep.}	2019						25,41
	2020						2,48

Примітка. *Результати достовірні на рівні довірчої імовірності 0,95.

Вони можуть бути цінним вихідним матеріалом для гетерозисної селекції. Середні значення ефектів ЗКЗ у 2019 р. мали лінії 524 (мінус 0,13) та 521 (0,02), у 2020 р. – 525 (0,02) і 543 (0,06). Використання їх у селекційному процесі буде залежати від значення СКЗ.

З метою виявлення ліній із високою СКЗ для кожної батьківської форми нами обраховано варіансу для порівняння з загальною середньою величиною. Встановлено, що високе значення СКЗ за два роки досліджень мали лінії № 525 (0,07 і 0,20), №544 (0,06 і 0,07), у 2019 р. – лінії №543 (0,25), №535 (0,12), у 2020 р. – лінії №542 (0,05), №541 (0,05), №524 (0,06). У перерахованих вище ліній варіанси за В.І. Griffing вище порівняно із середніми в досліді.

3. Вміст лікопену у плодах. Високе (достовірні позитивні оцінки ефектів) значення ЗКЗ за вмістом

лікопену у плодах помідора у 2019 р. мали лінії №525 (0,74) і №522 (0,55), у 2020 р. – №524 (2,52) і №542 (4,27). Лінії №543 (0,25), №541 (0,11), №542 (0,03) мали середні значення ефектів ЗКЗ (табл. 3).

Високі значення СКЗ мали лінії №524 (1,76) та №544 (0,66), у 2020 р. – №517 (30,58), №543 (39,25), №541 (26,43). Близькі до високих значення СКЗ у 2019 р. ліній №525 (0,33), №535 (0,32), у 2020 р. – №542 (13,16), №524 (13,11).

Отже, встановлено, що за ознакою тривалість періоду «сходи–достигання» високу ЗКЗ (у цьому випадку – низькі достовірні ефектів ЗКЗ) мала лінія №535. Середні значення ефектів ЗКЗ у 2019 р. мали №524 (мінус 2,68), №521 (мінус 2,18), №535 (мінус 1,83), у 2020 – №522 (мінус 1,2), №525 (мінус 0,72), №542 (мінус 0,52) і №544 (мінус 0,52). У цій групі не встановлено ліній із високими (від’ємними

Таблиця 2. Оцінка ефектів ЗКЗ і варіанс СКЗ (товарна продуктивність)

Лінії	Роки	Тестери		g _i	s _i		σ ² _{si}
		Астероїд	Алтей		Астероїд	Алтей	
517	2019	1,0	1,1	-0,19*	-0,13	0,13	0,04
	2020	0,8	0,7	-0,05	0,08	-0,08	0,01
521	2019	1,4	1,1	0,02	0,05	-0,05	0,01
	2020	0,6	0,7	-0,15	-0,01	0,01	0,00
522	2019	1,0	0,7	-0,38*	0,04	-0,04	0,00
	2020	0,7	0,8	-0,04	-0,05	0,05	0,01
524	2019	1,3	0,9	-0,13	0,15	-0,15	0,05
	2020	0,6	1,0	-0,04	-0,17	0,17	0,06*
525	2019	0,9	1,1	-0,26*	-0,19	0,19	0,07*
	2020	1,1	0,5	0,02	0,32	-0,32	0,20*
535	2019	0,8	1,2	-0,22*	-0,25	0,25	0,12*
	2020	0,8	0,7	-0,07	0,01	-0,01	0,0
541	2019	1,7	1,2	0,20*	0,15	-0,15	0,05
	2020	0,8	0,6	-0,12	0,15	-0,15	0,05*
542	2019	2,1	1,9	0,78*	0,01	-0,01	0,00
	2020	0,9	1,2	0,23*	-0,16	0,16	0,05*
543	2019	2,1	1,2	0,41*	0,36	-0,36	0,25*
	2020	0,9	0,9	0,06	0,03	-0,03	0,00
544	2019	0,9	1,1	-0,22	-0,18	0,18	0,06*
	2020	0,8	1,2	0,15*	-0,19	0,19	0,07*
HP ₀₅	2019			0,18			
	2020			0,15			
σ ² _{si сеп.}	2019						0,06
	2020						0,04

Примітка. *Результати достовірні на рівні довірчої імовірності 0,95.

значеннями СКЗ). Середні значення СКЗ за два роки досліджень мали лінії №517 (5,22 і 0,01), у 2019 р. – № 541 (0,14), №524 (0,01), у 2020 р. – №522 (0,17), №525 (0,17), №535 (0,25). Лінію №535 можна використовувати в гетерозисній селекції, №524 і №525 – під час створення сортів.

За ознакою товарної продуктивності високі достовірні позитивні ефекти ЗКЗ за два роки досліджень мали лінії №542 (0,78 і 0,23), у 2019 р. – №543 має ще й високе значення СКЗ), №541 відповідно, 0,41 і 0,20, у 2020 р. – №544 (0,15). Вони можуть бути цінним вихідним матеріалом для гетерозисної селекції. Середні значення ефектів ЗКЗ у 2019 р. були лінії 524 (мінус 0,13) та 521 (0,02), у 2020 р. – №525 (0,02) і №543 (0,06). Використання їх у селекційному процесі буде залежати від значення СКЗ. Встановлено, що високе значення СКЗ за два роки досліджень мали

лінії №525 (0,07 і 0,20), №544 (0,06 і 0,07), у 2019 р. – №543 (0,25), №535 (0,12), у 2020 р. – №542 (0,05), 541 (0,05), №524 (0,06).

Високе (достовірні позитивні оцінки ефектів) значення ЗКЗ за вмістом лікопену у плодах помідора у 2019 р. мали лінії 525 (0,74) і 522 (0,55), у 2020 р. – 524 (2,52) і 542 (4,27). Лінії 543 (0,25), 541 (0,11) 542 (0,03) мали середні значення ефектів ЗКЗ.

Високі значення СКЗ мали лінії №524 (1,76) та 544 (0,66), у 2020 р. – 517 (30,58), 543 (39,25), 541 (26,43). Близькі до високих значення СКЗ у 2019 р. ліній 525 (0,33), 535 (0,32), у 2020 р. – 542 (13,16), 524 (13,11). За вмістом лікопену у плодах ліній №524, №525, №542, №522 можна рекомендувати для створення гетерозисних гібридів, №543, №541 – для створення сортів.

Таблиця 3. Оцінка ефектів ЗКЗ і варіанс СКЗ (вміст лікопену у плодах)

Лінії	Роки	Тестери		gi	si		σ^2_{si}
		Астероїд	Алтей		Астероїд	Алтей	
517	2019	4,8	4,4	-0,79*	0,32	-0,32	0,20
	2020	7,9	3,0	-0,80	3,91	-3,91	30,58*
521	2019	5,1	5,7	-0,03	-0,20	0,20	0,08
	2020	2,8	6,1	-1,79	-0,23	0,23	0,11
522	2019	5,6	6,4	0,55*	-0,28	0,28	0,15
	2020	3,2	7,0	-1,14	-0,48	0,48	0,47
524	2019	6,0	4,4	-0,21	0,94	-0,94	1,76*
	2020	4,8	12,7	2,52*	-2,56	2,56	13,11
525	2019	6,4	5,9	0,74*	0,41	-0,41	0,33
	2020	4,0	4,3	-1,77	1,59	-1,59	5,02
535	2019	4,7	5,7	-0,20	-0,40	0,40	0,32
	2020	3,6	7,5	cgh	-0,51	0,51	0,52
541	2019	5,2	5,9	0,11	-0,21	0,21	0,09
	2020	8,1	3,7	-0,37	3,64	-3,64	26,43*
542	2019	5,6	5,3	0,03	0,28	-0,28	0,16
	2020	6,5	14,5	4,27*	-2,57	2,57	13,16
543	2019	5,3	6,1	0,25	-0,29	0,29	0,17
	2020	2,5	14,2	2,13	-4,43	4,43	39,25*
544	2019	4,3	5,6	-0,47*	-0,57	0,57	0,66*
	2020	4,1	3,6	-2,38	1,65	-1,65	5,45
HIP ₀₅	2019			0,43			
	2020			2,52			
$\sigma^2_{si \text{ сеп.}}$	2019						0,39
	2020						13,41

Примітка. *Результати достовірні на рівні довірчої імовірності 0,95.

ВИСНОВКИ

Серед середньостиглих батьківських компонентів за ознакою тривалість періоду «сходи–достигання» високу ЗКЗ (у цьому випадку – низькі достовірні ефекти ЗКЗ) встановлено у лінії №535 (мінус 2,37). Тому лінію №535 можна використовувати в гетерозисній селекції, а лінії №524 і №525 з середніми значеннями ЗКЗ і СКЗ – для створення сортів.

За ознакою товарної продуктивності високі достовірні позитивні ефекти ЗКЗ за два роки досліджень мала лінія №542 (0,78 і 0,23), у 2019 р. – №543, №541 відповідно, 0,41 і 0,20, у 2020 р. – лінія №544 (0,15). Вони можуть бути цінним вихідним матеріалом для гетерозисної селекції. Високе значення СКЗ за два

роки досліджень мали лінії № 525 (0,07 і 0,20), №544 (0,06 і 0,07), у 2019 р. – лінії №543 (0,25), №535 (0,12), у 2020 р. – лінії №542 (0,05), №541 (0,05), №524 (0,06). Вони можуть бути використані для створення сортів.

Високі достовірні значення ЗКЗ за вмістом лікопену у плодах помідора у 2019 р. мали лінії 525 (0,74) і 522 (0,55), у 2020 р. – 524 (2,52) і 542 (4,27). Високі значення СКЗ мали лінії №524 (1,76) та 544 (0,66), у 2020 р. – №517 (30,58), 543 (39,25), 541 (26,43). Близькі до високих значення СКЗ у 2019 р. ліній 525 (0,33), 535 (0,32), у 2020 р. – 542 (13,16), 524 (13,11). За вмістом лікопену у плодах ліній №524, №525, №542, №522 можна рекомендувати для створення гетерозисних гібридів №543, №541 – для створення сортів.

ЛІТЕРАТУРА

1. FAO. The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture. Rome, Italy: FAO, 2019. 572 p. URL: <http://www.fao.org/3/CA3129EN/ca3129en.pdf>.
2. Tilahun S., Seo M.H. & Jeong C.S. Review on factors affecting the quality and antioxidant properties of tomatoes. *African Journal of Biotechnology*.

2017. No. 16 (32). P. 1678–1687. doi.org/10.5897/AJB2017.16054.
3. Teka T.A. Analysis of the effect of maturity stage on the postharvest biochemical quality characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit. *International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences*. 2013. No. 3 (5). P. 180–186.
 4. Moneruzzaman K.M., Hossain A.B. M.S., Sani W. & Saifuddin M. Effect of stages of maturity and ripening conditions on the biochemical characteristics of tomato. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*. 2008. No. 4 (4). P. 336–344.
 5. Tolasa M., Gedamu F. & Woldetsadik K. Impacts of harvesting stages and pre-storage treatments on shelf life and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Cogent Food & Agriculture*. 2021. No. 7 (1). 1863620 p. DOI: 10.1080/23311932.2020.1863620.
 6. Aisya S.I., Wahyuni S., Syukur M. & Witono J.R. The estimation of combining ability and heterosis effect for yield and yield components in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) at lowland. *Ekin Journal of crop breeding and genetics*. 2016. No. 2 (1). P. 23–29.
 7. Farzane A., Nemati H., Arouiee H., Kakhki A.M. & Vahdati N. The estimate of combining ability and heterosis for yield and yield components in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Biological and Environmental Sciences*. 2012. No. 6 (17). P. 129–134.
 8. Akshay A., Dharmatti P.R. & Praveenkumar A. Combining ability studies for productivity related traits in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Asian Journal of Horticulture*. 2012. No. 7 (1). P. 17–20.
 9. Sabry M.K. R.S.A. Heterosis, nature of gene action for yield and its components in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Middle East J*. 2019. No. 8 (4). P. 1040–1053. DOI: 10.36632/mejar/2019.8.4.7.
 10. Izzo A.M., Khojah H. & Murie A.M. Combining ability and heterosis for yield and some fruit traits of tomato. *DYSONA–Applied Science*. 2022. No. 3 (1). P. 15–23. DOI: 10.30493/DAS.2021.295501.
 11. Kathimba F.K., Kimani P.K., Narla R.D. & Kirii-ka L.M. Heterosis and combining ability for related traits in tomato. *African Crop Science Journal*. 2022. No. 30 (s1). P. 109–125. DOI: https://dx.doi.org/10.4314/acsj.v30i1.9S.
 12. Oladokun O.L., Ibirinde D.O., Kolawole A.O. & Aremu C.O. Combining ability for morphological and nutritional traits in a diallel cross of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Acta agriculturae Slovenica*. 2022. No. 118 (4). P. 1–17. doi:10.14720/aas.2022.118.4.2234.
 13. Siddiqui M., Chakraborty I., Hazra P. & Ayala-Zavala J. Characterization of quality indices on storage of puree of mutant (dg and ogc) and normal tomatoes. *Acta Alimentaria*. 2014. No. 43 (3). P. 426–436. DOI: 10.1556/AAlim.43.2014.3.9.
 14. Siddiqui M.W., Chakraborty I., Mishra P. & Hazra P. Bioactive attributes of tomatoes possessing dg, ogc, and rin genes. *Food & function*. 2014. No. 5 (5). P. 936–943. doi.org/10.1039/C3FO60520E .
 15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 352 с.
 16. Бондаренко Г.Л. & Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001. 369 с.
 17. Горова Т.К. & Яковенко К.І. Сучасні методи селекції овочевих і баштанних культур. Харків: Основа, 2001. 642 с.
 18. Вольф В.Г., Литун П.П., Хавелова А.В. & Кузьменко Р.И. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности. Харьков: УНИИ растениеводства им. В. Я. Юрьева, 1980. 76 с.
 19. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И. & Мурри И. К. Методы биохимического исследования растений. Москва, Ленинград: Сельхозгиз, 1952. 520 с.
 20. Anthon G. & Barrett D. M. Standardization of a rapid spectrophotometric method for lycopene analysis. In *X International Symposium on the Processing Tomato 758*, 2006, June. (pp. 111–128).

REFERENCES

1. FAO (2019). The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture (Rome, Italy: FAO). 572 p. URL: <http://www.fao.org/3/CA3129EN/ca3129en.pdf> [in English].
2. Tilahun, S., Seo, M.H. & Jeong, C. S. (2017). Review on factors affecting the quality and antioxidant properties of tomatoes. *African Journal of Biotechnology*, 16(32), 1678–1687. doi.org/10.5897/AJB2017.16054 [in English].
3. Teka, T.A. (2013). Analysis of the effect of maturity stage on the postharvest biochemical quality characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit. *International Research Journal of Pharmaceutical and Applied Sciences*, 3(5), 180–186 [in English].
4. Moneruzzaman, K.M., Hossain, A.B. M.S., Sani, W. & Saifuddin, M. (2008). Effect of stages of maturity and ripening conditions on the biochemical characteristics of tomato. *American Journal of*

- Biochemistry and Biotechnology*, 4(4), 336–344 [in English].
5. Tolasa, M., Gedamu, F. & Woldetsadik, K. (2021). Impacts of harvesting stages and pre-storage treatments on shelf life and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Cogent Food & Agriculture*, 7(1), 1863620. DOI: 10.1080/23311932.2020.1863620 [in English].
 6. Aisya, S.I., Wahyuni, S., Syukur, M. & Witono, J.R. (2016). The estimation of combining ability and heterosis effect for yield and yield components in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) at lowland. *Ekin Journal of crop breeding and genetics*, 2(1), 23–29 [in English].
 7. Farzane, A., Nemati, H., Arouiee, H., Kakhki, A. M. & Vahdati, N. (2012). The estimate of combining ability and heterosis for yield and yield components in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Biological and Environmental Sciences*, 6(17), 129–134 [in English].
 8. Akshay, A., Dharmatti, P. R. & Praveenkumar, A. (2012). Combining ability studies for productivity related traits in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Asian Journal of Horticulture*, 7(1), 17–20 [in English].
 9. Sabry, M.K. R.S.A. (2019). Heterosis, nature of gene action for yield and its components in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Middle East J.*, 8(4), 1040–1053. DOI: 10.36632/mejar/2019.8.4.7 [in English].
 10. Izzo, A. M., Khojah, H. & Murie, A. M. (2022). Combining ability and heterosis for yield and some fruit traits of tomato. *DYSONA–Applied Science*, 3(1), 15–23. DOI: 10.30493/DAS.2021.295501 [in English].
 11. Kathimba, F.K., Kimani, P.K., Narla, R.D. & Kirika, L.M. (2022). Heterosis and combining ability for related traits in tomato. *African Crop Science Journal*, 30(s1), 109–125. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/acsj.v30i1.9S> [in English].
 12. Oladokun, O.L., Ibirinde, D.O., Kolawole, A.O. & Aremu, C.O. (2022). Combining ability for morphological and nutritional traits in a diallel cross of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Acta agriculturae Slovenica*, 118(4), 1–17. doi:10.14720/aas.2022.118.4.2234 [in English].
 13. Siddiqui, M., Chakraborty, I., Hazra, P. & Ayala-Zavala, J. (2014). Characterization of quality indices on storage of puree of mutant (dg and ogc) and normal tomatoes. *Acta Alimentaria*, 43(3), 426–436. DOI: 10.1556/AAlim.43.2014.3.9 [in English].
 14. Siddiqui, M.W., Chakraborty, I., Mishra, P. & Hazra, P. (2014). Bioactive attributes of tomatoes possessing dg, ogc, and rin genes. *Food & function*, 5(5), 936–943. doi.org/10.1039/C3FO60520E [in English].
 15. Dosphehov, B.A. (1985). Methodology of field experience. Moscow: Agropromizdat, 352 p. [in Ukrainian].
 16. Bondarenko, G.L. & Yakovenko, K.I. (2001). Methods of research in vegetable growing and melon growing. Kharkiv: Osnova, 369 p. [in Ukrainian].
 17. Horova, T.K. & Yakovenko, K.I. (2001). Modern methods of breeding of vegetable and melon crops. Kharkiv: Kharkiv: Osnova, 642 p. [in Ukrainian].
 18. Wolf, V.G., Litun, P.P., Havelova, A.V. & Kuzmenko, R.I. (1980). Methodological recommendations for the use of mathematical methods for the analysis of experimental data on the study of combining ability. Kharkov: University of Plant Growing name V. Ya. Yuryeva. 76 p. [in Russian].
 19. Ermakov, A.I., Arasimovich, V.V. & Yarosh, N.P. (1987). Methods of biochemical research of plants. Leningrad: Agropromizdat, 429c. [in Russian].
 20. Anthon, G. & Barrett, D.M. (2006, June). Standardization of a rapid spectrophotometric method for lycopene analysis. In X International Symposium on the Processing Tomato 758 (pp. 111–128). [in English].

Rudas L.A.

Combining ability of medium-ripe tomato lines with increased lycopene content in fruits

Aim. To determine the general (GCA) and specific (SCA) combining ability of newly created medium-ripe tomato lines by the method of tester crossings and to select the best ones for creating highly heterotic hybrids and varieties. **Methods.** Field, laboratory, genetic, mathematical and statistical. **Results.** Line №535 (minus 2.37) had a high GCA based on the duration of the “mass germination–mass ripening” period. It can be used in heterotic breeding. In this group, there are no lines with high SCA values, but lines №524 and №525 can be used to create varieties. As a sign of commodity productivity, line №542 (0.78 and 0.23) had high reliable positive effects of GCA in the two years of research, in 2019 – №543, №541, respectively, 0.41 and 0.20, in 2020 – №544 (0.15). They can be a valuable starting material for heterotic breeding. Lines №525 (0.07 and 0.20), №544 (0.06 and 0.07), in 2019 – №543 (0.25), №535 (0.12), in 2020 – №542 (0.05), №541 (0.05), №524 (0.06). Lines №525 (0.74)

and №522 (0.55) in 2019 and №524 (2.52) and №542 (4.27) had high reliable effects of GCA on the content of lycopene in tomato fruits in 2020. Lines №524 (1.76) and №544 (0.66) had high values of SCA, in 2020 – №517 (30.58), №543 (39.25), №541 (26.43). Based on the content of lycopene in the fruits of lines №524, №525, №542, №522 can be recommended for creating heterotic hybrids, №543, №541 – for creating varieties. **Conclusions.** Lines with high reliable values of GCA and SCA were established among the newly created parental components. Lines that can be used to create heterotic hybrids and tomato varieties have been identified.

Key words: parental components, hybrid, mass germination–mass ripening, commodity productivity, tester.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Рудас Л.А., кандидат сільськогосподарських наук, Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція ННЦ «ІЗ НААН», ORCID: 0000-0002-5099-4328.

Rudas L.A., Candidate of agricultural sciences, Cherkasy State Agricultural Scientific Research Station of NSC «Institute of Agriculture NAAS», ORCID: 0000-0002-5099-4328.