

# СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО

УДК 633.85:631.523

## СЕЛЕКЦІЯ НА ГЕТЕРОЗИС РІПАКУ ОЗИМОГО НА ОСНОВІ ЦИТОПЛАЗМАТИЧНОЇ ЧОЛОВІЧОЇ СТЕРИЛЬНОСТІ

ВИШНЕВСЬКИЙ С.П.

*orcid.org/0000-0002-0724-162X*

Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН

**Постановка проблеми.** У роботі представлені результати досліджень (2014–2017 років) зі створення вихідного матеріалу для селекції гібридів ріпаку озимого на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності.

Встановлено, що одержані високопродуктивні гібриди мали прояв гетерозису в інтервалі 65–71%.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Типовим прикладом гетерозису серед рослин є ріпак, який в дикому стані не виявлено, але за своєю природою він є природним амфідиплоїдом. Його гібридне походження є результатом спонтанного схрещування капусти та суріпиці. Капуста *Brassica oleracea* (2n–18, геном CC) та суріпиця *Brassica campestris* (2n–20 геном AA) – ріпак *Brassica napus* з генетичною формулою AACС (2n–38). Ріпак як рослина гілляста значно міняє продуктивність зі зміною кількості гілок першого та другого порядків, що пов'язано з інтенсифікацією процесів росту, та схильністю до значного прояву гетерозису [1, 2, 3, 4, 5].

Практичне використання гетерозису у великій кількості культур на мільйонах гектарів по всьому світу є показником успішності. Ступінь гетерозису в ріпаку був проаналізований в ряді досліджень. В ярих гібридів ріпаку спостерігається прояв гетерозису на рівні 30% з інтервалом 20–50%, в той час як для гібридів озимого ріпаку, середній прояв гетерозису 50%, тобто в межах від 20 до 80%. Є повідомлення про прояв гетерозису у озимого ріпаку 120% для врожаю насіння [6]. Рівень гетерозису, що виявлений при дослідженні може виправдати розробку комерційних гібридів F<sub>1</sub> [7; 8; 9; 10].

Зараз прогрес під час створення нових гібридів ріпаку озимого базується на виведенні і впровадженні гетерозисних гібридів. Це обумовлено рядом суттєвих біологічних і технологічних переваг гібридів перед сортами-популяціями. Це стало можливим, завдяки використанню ефекту цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС).

Під час створення гібридів ріпаку озимого здебільшого використовується 3 типи цитоплазматич-

ної чоловічої стерильності Ogura, Napus, Polima [11].

**Мета.** Створення вихідного матеріалу для селекції гібридів ріпаку озимого на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності.

**Матеріали, умови і методика досліджень.** Вихідним матеріалом стали сорти, гібриди, лінії індивідуального добору Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, колекційні зразки вітчизняної та зарубіжної селекції. Було використано 52 генотипи ріпаку озимого, який ми використовували у 2014–2016 роках як батьків для запилення із формою з цитоплазматичною чоловічою стерильністю.

Матеріал для схрещування добирався з урахуванням багаторічного досвіду попередніх років, за насінневою продуктивністю, зимостійкістю, олійністю, довжиною вегетаційного періоду, ураженням збудниками хвороб і пошкодженням шкідниками.

**Умови проведення.** Дослідження проводилися в селекційній сівозміні, ґрунти за агрономічною характеристикою переважно сірі опідзолені, шар ґрунту 0–30 см, гумусу 2,0%, гідролізованого азоту 9,6 мг/100 гр, рухомого фосфору за Чіріковим 13,0 мг/100 гр, обмінного калію за Чіріковим 11,5 мг/100 гр, гідролітична кислотність Нr 3,5 мк.екв./100 гр ґрунту, сума поглинутих основ 13 мк.екв./100 гр, рН– 5,5.

За агрокліматичними показниками територія дослідних полів Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН відноситься до зони з помірно-континентальним кліматом. Найближча метеостанція розташована в м. Вінниця. Метеорологічні місячні дані, показники середньомісячної температури та кількості опадів показані в таблиці 1.

Під час вегетації проведені фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин, відзначені повні сходи, фази утворення листків, розетки, бутонізації, стеблуння, утворення суцвіть, початку й кінця цвітіння.

**Таблиця 1 – Середньорічна температура повітря та сума атмосферних опадів в роки проведення досліджень**

Період	Місяці											
	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
Сума опадів, мм												
2014-	47	32	30	43	20	32	19	42	37	34	36	15
2015-	4	35	46	54	14	35	50	19	30	54	52	43
2016-	31	3	63	52	36	28	39	63	40	28	20	50
Ср.баг.	68,0	46,0	38,0	42,0	44,0	40,0	38,0	35,0	49,0	63,0	87,0	92,0
Сума температур, С												
Період	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
2014-	20,0	14,5	7,1	1,4	-2,1	-1,1	-1,3	4,0	8,5	15,3	19,3	21,2
2015-	21,2	17,0	7,1	4,2	1,7	-5,2	2,2	4,0	11,8	14,2	19,4	20,8
2016-	19,9	15,9	5,8	1,1	-2,1	-5,8	-3,1	5,7	9,2	13,9	19,1	19,9
Ср.баг.	17,7	13,4	7,7	1,9	-2,5	-5,8	-4,3	0,2	8,0	14,1	17,1	18,3

Урожай обліковувався методом суцільного обмолоту, вміст олії в насінні визначався на комп'ютерному аналізаторі й методом С.В. Рушковського, глюкозинолати методом паперового глюкотесту, вміст ерукової кислоти – методом помутніння нагрітого до 70°C розчину в етанолі (1:80) олії (0,1 мл) з раптовим її охолодженням (+21°C).

**Результати досліджень.** Робота по гетерозисній селекції проводилася з використанням форми озимого ріпаку з чоловічою цитоплазматичною стерильністю. Гібриди ріпаку озимого, отримані на цій основі, є перспективними, тобто такими, що значно перевищують сорти ріпаку за урожайністю, стійкістю та якісним показником продукції.

Облік урожаю гібридів першого покоління 2016 року в порівнянні з урожаем батьківської форми (Р) і стандартом (С) показав, що як правило, гібриди ріпаку характеризуються гетерозисом і значно перевищують по урожаю як батьківську форму, так і стандарт. Так в 2016 році з 25 гібридів 17 гібридів перевищили стандарт на 2–89%, і 13 перевищили батьківську форму на 2–104%.

За показниками урожайності, вмістом ерукової кислоти, глюкозинолатів з 25 комбінацій у 2016 році виділилися комбінації, які перевищили за урожайністю сорт стандарт Чорний велетень і свою батьківську форму: 3♀ (ЦЧС) × ♂ (НПЦ 9800 × Ліраджет), 11♀ (ЦЧС) × ♂ Відбір Арт 1, 12♀ (ЦЧС) × ♂ (Вотан × Livins), 13♀ (ЦЧС) × ♂ (Livins × Барос), 14♀ (ЦЧС) × ♂ Відбір Антарія, 18♀ (ЦЧС) × ♂ (Ліраджет × Лібея), 22♀ (ЦЧС) × ♂ (Вотан × Livins). Результати урожаю та якісні показники олії гібридів першого покоління 2016 року представлені в таблиці 2.

В 2016 році була додатково проведена гібридизація ще по 19 комбінаціям з стерильною формою для подальшого пошуку форм закріплювачів стерильності та відновлювачів фертильності. Також була повторно зроблена гібридизація за комбінаціями 2015 року для отримання гібридного насіння. За результатами випробування 2016 року кращі 7 комбінацій були знову висіяні в гібридному розсаднику F<sub>1</sub>. В 2017 році у дослідженнях з прояву гетерозису та створенні на їх основі високо гетерозисних гібридів з використанням (ЦЧС) були використані 19 нових гібридів.

Показники 2017 року в порівнянні з урожаем батьківської форми і стандартом показали, що гібриди ріпаку характеризуються гетерозисом і значно перевищують за урожаем як батьківську форму, так і сорт стандарт. Так в 2017 році з 26 гібридів 22 перевищили стандарт на 0,8 – 63% і з 25 – перевищили батьківську форму на 0,8 – 59%.

За якісними показниками олії і урожайністю виділилися такі номери: 2 ♀ (ЦЧС) × ♂ (Світоч × Отаман), 5 ♀ (ЦЧС) × ♂ (Форте × Чорний велетень), 6 ♀ (ЦЧС) × ♂ (Ліраджет × Дар ланів), 10 ♀ (ЦЧС) × ♂ ((Діана × Світоч) × (Б × Діана) , 14 ♀ (ЦЧС) × ♂ ((Чорний велетень × Горизонт) × Данте), 15 ♀ (ЦЧС) × ♂ (Нельсон × Горизонт), 17 ♀ (ЦЧС) × ♂ ((Горизонт × Л184) × Дар ланів), 18 ♀ (ЦЧС) × ♂ (Атлант × Горизонт), 21 ♀ (ЦЧС) × ♂ (НПЦ 9800 × Ліраджет), 22 ♀ (ЦЧС) × ♂ Відбір Арт 1, 23 ♀ (ЦЧС) × ♂ (Вотан × Livins), 24 ♀ (ЦЧС) × ♂ (Livins × Барос), 25 ♀ (ЦЧС) × ♂ Відбір Антарія, 26 ♀ (ЦЧС) × ♂ (Ліраджет × Лібея), 27 ♀ (ЦЧС) × ♂ (Вотан × Livins). Результати представлені в таблиці 3.

Таблиця 2 – Урожайність та якісні показники олії гібридів озимого ріпаку (F<sub>1</sub>) на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності (2016р.)

Назва	Урожайність т/га	Порівняння з батьківською формою (P) т/га	Порівняння з стандартом (С) т/га	Ерукова кислота %	Глюкозинолатів мкмоль/г.
<u>St Чорний велетень</u>	4,82	—	—	0,25	4,8
1.♀( ЦЧС) × ♂ Антарія	7,02	2,25	2,20	1,9	9,6
2.♀( ЦЧС) × ♂ (Вотан × Ліраджет)	7,71	0,18	2,89	2,1	4,8
<b>3.♀( ЦЧС) × ♂ (НПЦ 9800 × Ліраджет)</b>	<b>7,52</b>	<b>2,24</b>	<b>2,70</b>	<b>0,1</b>	<b>4,2</b>
4.♀( ЦЧС) × ♂ Чорний велетень	2,70	-2,15	-2,12	1,6	1,2
5.♀( ЦЧС) × ♂ (Лібея × Ліраджет)	2,22	-3,35	-2,60	3,1	12,0
6.♀( ЦЧС) × ♂ (Відбір Чорний велетень × Отаман)	3,57	-1,41	-1,25	17,1	3,4
7.♀( ЦЧС) × ♂ (Данте × Дар Ланів)	5,59	0	0,77	1,9	7,2
8.♀( ЦЧС) × ♂ (Ліраджет × Livins)	3,10	-1,68	-1,72	1,3	2,4
9.♀( ЦЧС) × ♂ (Ліраджет × Лібея)	5,61	-2,00	0,79	2,6	2,4
10.♀( ЦЧС) × ♂ (НПЦ 9800 × Вотан)	7,31	-1,11	2,49	4,6	4,8
<b>11.♀( ЦЧС) × ♂ Відбір Арт 1</b>	<b>4,92</b>	<b>0,42</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>4,8</b>
<b>12.♀( ЦЧС) × ♂ (Вотан × Livins)</b>	<b>7,33</b>	<b>0,62</b>	<b>2,51</b>	<b>0,1</b>	<b>9,6</b>
<b>13.♀( ЧЦС) × ♂ (Livins × Барос)</b>	<b>7,81</b>	<b>0,58</b>	<b>2,99</b>	<b>0,1</b>	<b>2,4</b>
<b>14.♀( ЦЧС) × ♂ Відбір Антарія</b>	<b>7,12</b>	<b>1,90</b>	<b>2,30</b>	<b>0,4</b>	<b>4,8</b>
15.♀( ЦЧС) × ♂ Відбір Чорний велетень	7,39	1,61	2,57	1,5	9,6
16.♀( ЦЧС) × ♂ (Дар Ланів × Алігатор)	8,72	4,37	3,90	4,0	2,4
17.♀( ЦЧС) × ♂ Гіпаніс	7,91	4,04	3,09	2,0	9,6
<b>18.♀( ЦЧС) × ♂ (Ліраджет × Лібея)</b>	<b>8,10</b>	<b>0,30</b>	<b>3,28</b>	<b>0,0</b>	<b>12,0</b>
19.♀( ЦЧС) × ♂ Відбір Горизонт	5,20	-2,42	0,38	6,0	12,0
20.♀( ЦЧС) × ♂ (Ліраджет × Світоч)	1,70	-4,20	-3,12	0,5	12,0
21.♀( ЦЧС) × ♂ Відбір (Ліраджет × Лібея)	5,10	0,15	0,28	2,0	12,0
<b>22.♀( ЦЧС) × ♂ (Вотан × Livins)</b>	<b>9,10</b>	<b>2,90</b>	<b>4,28</b>	<b>0,0</b>	<b>2,4</b>
23.♀( ЦЧС) × ♂ (Лібея × Світоч)	1,70	-4,15	-3,12	1,5	0,0
24.♀( ЦЧС) × ♂ (Чорний велетень × Отаман)	1,10	-6,00	-3,72	4,0	12,0
25.♀( ЦЧС) × ♂ (Амор × Чорний велетень)	—	—	—	—	—
26.♀( ЦЧС) × ♂ (Алігатор × Дар Ланів)	—	—	—	—	—
27.♀( ЦЧС) × ♂ (Атлант × Алігатор)	3,00	-2,55	-1,82	1,5	12,0
НІР <sub>05</sub>	0,03				

**Таблиця 3 – Урожайність та якісні показники олії гібридів озимого ріпаку (F<sub>1</sub>) на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності (2017р.)**

Назва	Урожайність т/га	Порівняння з батьківською формою (P) т/га	Порівняння з стандартом (С) т/га	Ерукової кислоти %	Глюкозинолатів мкмоль/г.
1 St Чорний велетень	4,78	—	—	0,0	2,4
<b>2 (ЦЧС) × (Світоч×Отаман)</b>	<b>4,94</b>	<b>0,24</b>	<b>0,16</b>	<b>0,1</b>	<b>2,4</b>
3 (ЦЧС) × (Дар ланів×Лівінс)	6,26	0,05	1,48	4,1	9,6
4 (ЦЧС) × (Форте×Барос)	4,55	0,32	-0,23	4,0	4,8
<b>5 (ЦЧС) × (Форте×Чорний велетень)</b>	<b>5,11</b>	<b>1,34</b>	<b>0,33</b>	<b>0,1</b>	<b>12,0</b>
<b>6 (ЦЧС) × (Ліраджет×Дар ланів)</b>	<b>5,23</b>	<b>0,12</b>	<b>0,45</b>	<b>0,4</b>	<b>4,8</b>
7 (ЦЧС) × (Вікінг×Алігатор)	5,83	0,18	1,05	2,1	4,8
8 (ЦЧС) × (Дар ланів×Чорний велетень)	4,22	0,42	-0,56	3,6	4,8
9 (ЦЧС) × (Лібея×Лівінс)	3,77	-0,11	-1,01	3,5	4,8
<b>10 (ЦЧС) × ((Діана ×Світоч)×(Б×Діана))</b>	<b>5,21</b>	<b>0,18</b>	<b>0,43</b>	<b>0,0</b>	<b>2,4</b>
11 (ЦЧС) × (Вінер×Алігатор)	3,63	0,30	-1,15	13,0	2,4
12(ЦЧС) × ((Лібея×Світоч)×(Горизонт×Л184))	5,87	1,01	1,09	6,6	9,6
13 (ЦЧС) × ((Вікінг×Алігатор)×Вісбі)	6,97	1,64	2,19	3,3	4,8
<b>14 (ЦЧС) × ((Чорний велетень×Горизонт)×Данте)</b>	<b>6,85</b>	<b>1,51</b>	<b>2,07</b>	<b>0,0</b>	<b>9,6</b>
<b>15 (ЦЧС) × (Нельсон×Горизонт)</b>	<b>6,76</b>	<b>1,66</b>	<b>1,98</b>	<b>0,1</b>	<b>0,6</b>
16 (ЦЧС) × (PR45Д03×Горизонт)	5,11	0,78	0,33	1,9	9,6
<b>17 (ЦЧС) × ((Горизонт×Л184)×Дар ланів)</b>	<b>5,67</b>	<b>0,56</b>	<b>0,89</b>	<b>0,2</b>	<b>12,0</b>
<b>18 (ЦЧС) × (Атлант×Горизонт)</b>	<b>6,43</b>	<b>2,34</b>	<b>1,65</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
19 (ЦЧС) × (Форте×Світоч)	4,24	1,05	-0,54	2,5	4,8
20 (ЦЧС) × ((Атлант×Алігатор)×П145А01)	4,87	0,43	0,09	6,9	12,0
<b>21 (ЦЧС) × (НПЦ 9800×Ліраджет)</b>	<b>6,73</b>	<b>2,49</b>	<b>1,95</b>	<b>0,4</b>	<b>12,0</b>
<b>22 (ЦЧС) × АРТ1</b>	<b>4,82</b>	<b>0,17</b>	<b>0,04</b>	<b>0,0</b>	<b>4,8</b>
<b>23 (ЦЧС) × (Вотан×Лівінс)</b>	<b>6,11</b>	<b>0,99</b>	<b>1,33</b>	<b>0,4</b>	<b>9,6</b>
<b>24 (ЦЧС) × Лівінс×Барос</b>	<b>6,80</b>	<b>0,60</b>	<b>2,02</b>	<b>0,2</b>	<b>4,8</b>
<b>25 (ЦЧС) × Відбір Антарія</b>	<b>6,74</b>	<b>1,03</b>	<b>1,96</b>	<b>0,4</b>	<b>2,4</b>
<b>26 (ЦЧС) × (Ліраджет×Лібея)</b>	<b>7,06</b>	<b>0,56</b>	<b>2,28</b>	<b>0,4</b>	<b>2,4</b>
<b>27 (ЦЧС) × (Вотан×Лівінс)</b>	<b>7,78</b>	<b>2,06</b>	<b>3,00</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
НІР <sub>05</sub>	0,03				

Отже за результатами двох років вивчення прояву гетерозису у гібридів ріпаку озимого із використанням форми з чоловічою цитоплазматичною стерильністю показник урожайності 2016 року в цілому по 25 комбінаціях склав 5,73 т/га, що на 0,91 т/га перевищує сорт стандарт, а в 2017 році урожайність по 26 комбінаціях склала 5,25 т/га, що на 0,47 т/га вище стандарту.

За результатами дворічного випробування ми маємо такі результати – 2016 рік загальна середня урожайність склала 7,41 т/га, що на 2,59 т/га пере-

вищило стандарт. В 2017 році вказані комбінації показали загальну середню урожайність 6,58 т/га, що на 1,80 т/га вище стандарту. Прояв гетерозису в гібридів озимого ріпаку в середньому за два роки спостерігався в діапазоні 65–71%, в той час як для гібридів ріпаку озимого середній прояв батьківського гетерозису є 50%. Головним завданням на нинішньому рівні наших досліджень є створення гібридів озимого ріпаку з використанням форми із чоловічою цитоплазматичною стерильністю і отримання гібридів F<sub>1</sub> з 0% проявом стерильності, що

дасть можливість їх використання у сільськогосподарському виробництві.

**Висновки.** Одержані гібриди ріпаку озимого на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності мали прояв гетерозису в діапазоні 65–71%, що є перспективним показником в селекції на гетерозис.

Встановлено перевагу гібридів F<sub>1</sub> над сортами, тому сьогодні створення гетерозисних гібридів озимого ріпаку є пріоритетним напрямом в селекції.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гайдаш В. Д. Ріпак: монографія / під. ред. Гайдаша В. Д. Ужгород: Сіверсія, 1998. 374 с.
2. Song, K. Polyphyletic origins of *Brassica napus*: new evidence based on organelle and nuclear RFLP analyses / Song, K. and T.C. Osborn. *Genome* 35, 1992. 992–1001.
3. Jack Brown U. S., Jim B. Davis, Mary Lauver, Don Wysocki Canola Association Canola Growers Manual. University of Idaho & Oregon State University. July 2008. P. 71.
4. Cytoplasmic male sterility and inter and intra subgenomic heterosis studies in Brassica species: A REVIEW. *Journal of Agricultural Sciences* Vol. 59, No. 3, 2014 P. 207–226
5. The Biology of Brassica napus L. (canola) Australian Government Office of Gene Technology visit. Version 2: February. 2008. P. 59. URL: <http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/content/canola>.
6. Azizinia S. Combining Ability Analysis of Yield Component Parameters in Winter Rapeseed Genotypes (*Brassica napus* L.) *Journal of Agricultural Science*. 2012. Vol. 4. No. 4. P. 51–59.
7. Schuler T. j., Hutcheson D. S., Downey R. K. Heterosis in intervarietal hybrids of summer turnip rape in western Canada. *Canadian Journal of Plant Science*. 1992. Jan. P.127–136. URL: [www.nrcresearchpress.com](http://www.nrcresearchpress.com) by.
8. Snowdon R. Public-private interaction for research related to oilseed rape breeding in Germany / Snowdon R., Wittkop B. etc. 17th Australian Research Assembly on Brassicas (ARAB). 2011. August. P. 24–32.
9. Литун П. П., Кириченко В. В., Бондаренко Л. В. Гетерозис по признакам с системным контролем у растений и его прогнозирование / Тр. по фунд. и пр. генетике (к 100-летию юбилею генетики). Харьков: Штрих, 2001. С. 151–169.
10. Івко Ю. О. Ефект гетерозису у гібридів F<sub>1</sub> ріпаку озимого. *Вісник Сумського національного*

*аграрного університету. Серія «Агронімія і біологія»*. 2010. Вип. 10. С. 125–129.

11. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Том 170. СПб.: ВИР, 2012 р. С.255

#### REFERENCES:

1. Gaidash, V.D. (1998), Raps: monografiya [Rape: monography], Siverstsiy, Uzhgorod, Ukraine.
2. Song, K. Polyphyletic origins of *Brassica napus*: new evidence based on organelle and nuclear RFLP analyses / Song, K. and T.C. Osborn. *Genome* 35: 1992. pp. 992–1001.
3. Jack Brown, U.S. Canola Association Canola Growers Manual / Jack Brown, Jim B. Davis, Mary Lauver and Don Wysocki. University of Idaho & Oregon State University. July 2008 P. 71.
4. Cytoplasmic male sterility and inter and intra subgenomic heterosis studies in Brassica species: A REVIEW / *Journal of Agricultural Sciences*. Vol. 59, No. 3, 2014. pp. 207–226
5. The Biology of Brassica napus L. (canola). (2008). Australian Government Office of Gene Technology visit. Version 2: February P. 59. URL: <http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/content/canola>.
6. Azizinia, S. (2012). Combining Ability Analysis of Yield Component Parameters in Winter Rapeseed Genotypes (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural Science*. Vol. 4. No. 4. pp. 51–59.
7. Schuler, T.j., Hutcheson, D.S., & Downey, R.K. (1992). Heterosis in intervarietal hybrids of summer turnip rape in western Canada / Schuler T. j., *Canadian Journal of Plant Science*. Jan. pp.127–136. URL: [www.nrcresearchpress.com](http://www.nrcresearchpress.com) by.
8. Snowdon, R. (2011). Public-private interaction for research related to oilseed rape breeding in Germany / Snowdon R., Wittkop B. et. al. 17th Australian Research Assembly on Brassicas (ARAB). August. pp. 24–32.
9. Litun, P.P. (2001). Geterozis po priznakam s sistemnym kontrolem u rasteniy i ego prognozirovaniye. [Heterosis on the basis of systemic control of plants and its prediction]. Kharkov: Shtrikh. pp. 151–169
10. Івко, Ю.О. (2010). Ефект гетерозиса у гібридів F<sub>1</sub> рапса озимого. [The effect of heterosis on hybrids F<sub>1</sub> of winter rape]. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series "Agronomy and Biology"*. Ukraine.
11. Trudy po prikladnoy botanike. genetike i selektsii [Works on applied botany, genetics and selection]. (2012) Volume 170. SPb. VIR, Russia.