

РЕАЛИЗАЦИЯ УРОЖАЙНОСТИ И МАСЛИЧНОСТИ СЕМЯН РАПСА ОЗИМОГО ПРИ СВОБОДНОМ ОПЫЛЕНИИГлухова Н.А.¹, Супрун О.Г.¹, Артюх А.В.², Ильченко Н.К.¹¹) Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН Украины²) НПК «Сівер»

Приведены результаты изучения урожайности и качества семян рапса озимого, полученных путем свободного переопыления сортов «00» типа инцухт-линиями «+0» типа. Установлено, что качество семян, согласно ДСТУ 4966:2008, соответствовало семенам I класса – семенам для пищевых целей. Отмечено повышение урожайности и масличности. Повышения содержания эруковой кислоты на основном сорте («00» тип) не наблюдалось.

Ключевые слова: рапс озимый, «00» тип, «+0» тип, опыление, урожайность, масличность, содержание эруковой кислоты, схема посева

Вступление. Для одновременного увеличения урожайности и масличности рапса в Украине и в мире используются элементы технологии выращивания, в частности обработка химическими препаратами [1, 2, 3], агротехнические приемы [4, 5, 6, 7, 8, 9], внедрение высокоурожайных с повышенным содержанием масла сортов и гибридов рапса [10, 11, 12], в том числе созданных с использованием генетических модификаций [13]. Но следует сказать, что недостаточно используются биологические особенности растений рапса, в частности повышение семенной продуктивности рапса за счет увеличения оплодотворенных семязачатков и особенности накопления масла в семени.

Анализ литературных источников, постановка проблемы. В литературных источниках информация о дополнительном опылении растений достаточно широко раскрыта у плодовых, орехоносных и ягодных культур. Известно, что зизифусу свойственна самобесплодность, то есть неспособность растений завязывать плоды при опылении собственной пылью. Самобесплодностью характеризуются большинство сортов яблонь, среди них широкоизвестные сорта яблонь Антоновка, Боровинка, Анис, Грушовка московская [14], большинство сортов вишни [15], слив [16], айвы и груши [17]. Поэтому для лучшего плодообразования деревья в садах рекомендуется высаживать чередующимися рядами. В селекции фундука создаются специальные сорта-опылители, способные продуцировать достаточное количество пыльцы для получения максимального урожая на основном сорте. Возле кустов йохты рекомендуется высаживать кусты крыжовника или смородины – растений родоначальников этой культуры [18]. В производстве винограда также используется искусственная стимуляция опыления [19].

В селекции полевых культур опыление другими сортами чаще всего рассматривается в аспекте получения межсортовых гибридов и оценка урожайности проводится на второй год, а не в год опыления. Однако, по данным Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева (РГАУ МСХА) [20], в производственных условиях при свободном опылении диаметр корзинки подсолнечника увеличивался с 18 см до 24 см, а вес ста семян – с 3,3 г до 10,7 г. При межсортовом опылении льна-долгунца повысился урожай семян на 22–31 % и улучшились показатели по абсолютному весу. Было замечено, что у хлопчатника при самоопылении пыльцевые зерна, попавшие на рыльце, лежали, не прорастая в течение часа, тогда как при нанесении смеси пыльцы других сортов уже через 5–10 минут прорастало большее количество пыльцевых зерен. Пыльцевые трубки при перекрестном опылении растут быстрее и достигают завязи на 2–3 часа раньше, чем при самоопылении [20]. Поэтому при выращивании хлопчатника возникает необходимость в сме-

шанных посевах. К сожалению, выше описанные опыты проводили в конце сороковых – начале пятидесятых годов. Анализ литературных источников показал, что за последнее время у полевых культур, в том числе и рапса, подобные исследования в странах СНГ и за рубежом не проводятся.

Цели и задачи исследований. Изучить реализацию урожайности семян и масличности при свободном опылении сортов рапса озимого с низким содержанием эруковой кислоты и глюкозинолатов («00» тип) инцухт-линиями с повышенным содержанием эруковой кислоты и низким содержанием глюкозинолатов («+0» тип), определить биологические особенности рапса «00» и «+0» типов.

Материал и методика. Исследования проводили на протяжении 2011–2015 гг. в Институте растениеводства им. В.Я. Юрьева, г. Харьков, апробация полученных результатов – в НПК «Сівер» в Винницком районе Винницкой области. Исходным материалом были сорта рапса озимого «00» типа "Чорний велетень", "Тисменицький", "Антарія" и инцухт-линии седьмого поколения рапса озимого «+0» типа Л11-12, Л37-12, Л38-12 с содержанием эруковой кислоты 27,1 %, 14,7 % и 23,8 %, соответственно. Посев закладывали переменными полосами восемь рядов «00» рапса к двум рядам «+0» рапса (8 : 2). Для изучения фракционного состава масла использовали метод газожидкостной хроматографии. Содержание глюкозинолатов определяли при помощи индикаторных бумажных полосок Глюкотест, а также методом жидкостной хроматографии. Оценка качества семян на пищевые цели проводилась согласно ДСТУ 4966:2008.

Обсуждение результатов. За основу исследований были взяты биологические особенности рапса, а именно: способность рапса к опылению насекомыми [21, 22, 23] и ветроопылению [24, 25], а также предпочтение перекрестноопыляемых культур в оплодотворении чужеродной пылью [26, 27].

На сорте "Чорний велетень" (табл. 1) при свободном опылении линиями Л38-12, Л37-12 и Л11-12 был получен дополнительный урожай от 0,4 т/га до 0,8 т/га, на сорте "Тисменицький" – от 0,5 т/га до 0,9 т/га, на сорте "Антарія" – от 0,2 т/га до 0,5 т/га. Наибольший эффект получен на сорте "Тисменицький". Но существенности различий по доверительному интервалу между лучшими контрольными образцами и переопыленными не наблюдалось. Таким образом, в наших опытах повышение урожайности можно рассматривать как тенденцию, то есть как возможность повышения урожайности при свободном опылении.

Данная тенденция была ожидаема, так как урожайность изучалась при изменении условий опыления в год переопыления, где реализация урожайности всецело зависела от генетического потенциала и физиологических особенностей основного (материнского) сорта. И, следовательно, резкого изменения урожайности, как у гетерозисных гибридов, нельзя ожидать.

В наших исследованиях при свободном опылении образцов рапса наблюдалось увеличение не только урожайности, но и масличности семян. На сорте "Чорний велетень" (табл. 2) количество масла в семенах повысилось на 0,6–2,8 %, на сорте "Тисменицький" – на 1,4–4,8 %, на сорте "Антарія" – на 0–2,8 %. В наших опытах однозначного влияния опылителя на повышение масличности не было выявлено. Наибольший эффект по масличности получен на сорте "Тисменицький" с использованием линии-опылителя Л11-12.

Вклад опытных образцов в повышении масличности был неодинаков. Если между сортом "Чорний велетень" и образцами Чорний велетень / Л38-12, Чорний велетень / Л37-12, Чорний велетень / Л11-12, сортом "Антарія" и образцом Антарія / Л11-12 различия были статистически значимы, то между сортом "Тисменицький" и переопыленными образцами на его основе, а также между сортом "Антарія" и образцами Антарія / Л38-12, Антарія / Л37-12 различия по доверительному интервалу были незначительны.

Урожайность, полученную в наших опытах, мы рассматривали как результат стимуляции опыления, увеличение масличности – как результат гетерозисного эффекта, наблюдающийся у гибридов первого поколения. Результаты изучения масличности показали, что у большинства опытных образцов наблюдалось положительное сверхдоминирование.

Таблица 1

Урожайность семян безруковых сортов от свободного опыления эруковыми линиями, 2011–2013 гг.

Основной сорт	Среднее значение признака, т/га										
	линий опылителей			основного сорта			гибридов		гибридов, %		к линии опылителя
	Л38-12	Л37-12	Л11-12	сорта			гибридов		к основному сорту		
Черный велепень	1,8±1,1			2,3 ± 0,89	2,9 ± 0,71	126	161				
- « -		1,4±0,26		2,3 ± 0,89	3,1 ± 0,68	135	221				
- « -			1,3±0,67	2,3 ± 0,89	2,7 ± 0,24	117	208				
Тисменицкий	1,8±1,1			2,1 ± 1,6	3,0 ± 0,93	143	167				
- « -		1,4±0,26		2,1 ± 1,6	2,6 ± 0,84	124	186				
- « -			1,3±0,67	2,1 ± 1,6	2,8 ± 0,65	133	215				
Антаря	1,8±1,1			2,8 ± 0,27	3,1 ± 0,32	111	172				
- « -		1,4±0,26		2,8 ± 0,27	3,3 ± 0,41	118	236				
- « -			1,3±0,67	2,8 ± 0,27	3,0 ± 0,28	107	231				

Примечание: прибавку урожая рассчитывали по отношению к основному сорту.

Таблица 2

Масличность семян безруковых сортов от свободного опыления эруковыми линиями, 2011–2013 гг.

Основной сорт	Среднее значение признака, %										Гетерозис по масличности семян, %	
	линий опылителей			основного сорта			гибридов		гибридов, %			Степень доминирования, h
	Л38-12	Л37-12	Л11-12	сорта			гибридов		К основному-му сорту	К линии опылителя		
Черный велепень	39,7±0,39			42,8 ± 0,43	43,4 ± 0,21	101	109	1,4	1			
- « -		40,9±0,89		42,8 ± 0,43	45,6 ± 0,34	106	111	3,9	6			
- « -			40,4±0,76	42,8 ± 0,43	44,1 ± 0,42	103	109	2,0	3			
Тисменицкий	39,7±0,39			40,3 ± 2,9	42,8 ± 0,54	106	108	9,3	6			
- « -		40,9±0,89		40,3 ± 2,9	41,7 ± 0,41	103	102	3,7	2			
- « -			40,4±0,76	40,3 ± 2,9	45,1 ± 0,85	112	112	95,0	11			
Антаря	39,7±0,39			41,7 ± 2,2	41,7 ± 0,35	100	105	1,0	0			
- « -		40,9±0,89		41,7 ± 2,2	43,6 ± 0,37	104	107	5,7	4			
- « -			40,4±0,76	41,7 ± 2,2	44,5 ± 0,43	107	110	5,3	6			

Таким образом, для повышения масличности при свободном опылении образцов рапса необходим тщательный подбор исходного материала.

Повышения содержания эруковой кислоты в семенах рапса, полученных от свободного опыления сортов «00» типа инцухт-линиями «+0» типа, не наблюдалось. Данный факт был прогнозируемым. Причина состоит в том, что на опыляемых растениях синтез эруковой кислоты контролируется исключительно материнским растением.

В таблице 3 представлены данные по урожайности и биохимическим показателям смеси семян, полученных в результате сплошной уборки комбайном основного сорта и линии-опылителя. Наблюдалась прибавка урожайности, а также увеличение масличности семян. Наибольшая прибавка урожайности смеси семян наблюдалась, где основным сортом был "Тисменицкий", а линией-опылителем – Л38-12. Смеси семян с высоким содержанием масла были получены при использовании сорта "Чорний велетень".

Содержание эруковой кислоты и глюкозинолатов в семенах смеси соответствовало семенам I класса – семенам для пищевых целей [32].

Таблица 3

Изменения уровня урожайности и биохимических показателей смеси при свободном опылении, 2011–2013 гг.

Сорт, линия, смесь	Урожайность, т/га		Масличность, %		Содержание эруковой кислоты в семенах, %
Чорний велетень, контроль	2,3		42,8		0
Тисменицкий, контроль	2,1		40,3		0
Антарія, контроль	2,8		41,7		0
Л38-12	1,8		39,7		23,8
Л37-12	1,4		40,9		14,69
Л11-12	1,3		40,4		27,08
Чорний велетень + Л38-12 ^s	2,72	+ 0,42	43,4	+ 0,6	1,76
Чорний велетень + Л37-12 ^s	2,80	+ 0,46	45,6	+ 2,8	0,58
Чорний велетень + Л11-12 ^s	2,46	+ 0,12	44,1	+ 1,3	1,27
Тисменицкий + Л38-12 ^s	2,76	+ 0,66	42,8	+ 2,5	1,38
Тисменицкий + Л37-12 ^s	2,36	+ 0,26	41,7	+ 1,4	0,74
Тисменицкий + Л11-12 ^s	2,5	+ 0,40	45,1	+ 4,8	1,45
Антарія + Л38-12 ^c	2,96	+ 0,16	41,7	0	1,29
Антарія + Л37-12 ^c	3,13	+ 0,33	43,6	+ 1,9	0,63
Антарія + Л11-12 ^c	3,18	+ 0,38	44,5	+ 2,8	1,18

Апробация научных исследований проходила в Винницком районе Винницкой области в НПК «Сівер» на площади 5 га при использовании сорта "Тисменицкий" и Л11-12. Прибавка урожая составила 0,26 т/га. Биохимические показатели смеси, согласно ДСТУ 4966:2008, отвечали семенам I класса – семенам для пищевых целей.

По данным исследований 2011-2013 годов, а также на основании наших предшествующих исследований было проведено сравнение образцов рапса «00» и «+0» типов по признакам, которые, по нашему мнению, имели бы прямое или косвенное влияние на условия опыления и оплодотворения (табл. 4).

Наши наблюдения показали, что образцы «+0» типа начинают цвести на 7–12 дней раньше образцов «00» типа. Эта особенность наблюдалась как в годы с ранней весной, которые характеризовались постепенным нарастанием температур, так и в годы с поздней весной со стремительным повышением температуры воздуха. Продолжительность цветения у обоих типов рапса была в пределах 25–28 дней.

**Сравнительная характеристика образцов с высоким и низким содержанием
эруковой кислоты**

Признак	«00» формы	«+0» формы
Продолжительность цветения (дней)	26–30	24–28
Количество сахаров в цветке (мг/цветок) [1]	1,6	1,8
Количество цветков на растении (шт) [28]	226,6	204,4
Количество пыльцы в цветке (шт) [28]	18850,9	16458,1
Объем пыльцевого зерна (мкм ³)	175773,4	145525,7
Количество жизнеспособной пыльцы (%)	76–92	68–90
Продолжительность восприятия пыльцы рыльцем пестика (дней) [7]	18	9

Формы рапса озимого «+0» типа, по сравнению с «00» формами, образуют меньшее количество цветков на растении и меньшее количество пыльцы в цветке [28]. Это подтверждается полученными данными (табл. 1) о том, что «+0» формы уступают «00» формам по количеству цветочков на растении в среднем на 10 %, по количеству пыльцы в цветке – на 17 %.

Образцы «+0» типа, по сравнению с образцами «00» типа, синтезируют большее количество сахаров [29]. В нашем опыте среднее количество сахаров у «+0» образцов составляет 1,8 мг/цветок, у «00» образцов - 1,6 мг/цветок. Это указывает на значительный приоритет для посещения насекомыми образцов «+0» типа.

Образцам рапса «+0» типа свойственна сравнительно небольшая и легковесная пыльца. Так, сорта «00» типа за годы наших испытаний формировали пыльцевые зерна объемом 175773,4 мкм³ и, согласно расчетам Н.И. Савченко (1980 г.) [30], массой 1000 пыльцевых зерен 0,0307 мг, линии «+0» типа - 145525,7 мкм³ и массой 1000 пыльцевых зерен 0,0283 мг. Таким образом, пыльца «+0» форм легче переносится ветром. Это может быть большим преимуществом в условиях неблагоприятных для опыления насекомыми; пониженная температура, пасмурная погода и тому подобное.

Наши предыдущие исследования [31] показали, что у форм рапса озимого «+0» типа после кастрации цветков и принудительного опыления на девятый день, а у форм рапса «00» типа – на восемнадцатый день отсутствовало оплодотворение и, как следствие, формирование стручков.

Таким образом, формы рапса «+0» типа уступают «00» формам по количеству цветков на растении и пыльцы в цветке, жизнеспособности пыльцы и способности рыльца пестика к восприятию пыльцы. Но в тоже время, формы «+0» типа являются ценным объектом для привлечения пчелы и других насекомых за счет большей нектарности цветков. Поэтому, имея сравнительно небольшую пыльцу, они могут быть хорошими опылителями, когда пчелоопыление затруднено (ветроопыление), а при раннем цветении создаются более благоприятные условия для опыления форм, которые зацвели позже.

Выводы. Смешанный посев «00» сортов и «+0» линий способствует повышению урожайности и масличности семян рапса озимого.

Полученные результаты могут быть направлены для разработки технологии выращивания рапса озимого на товарные цели.

Список использованных источников

1. АЗОФИТ для рапса. Режим доступа: <http://milkatrade.ru/product/id18/id55>.
2. Пат. RU 2400039 Российская Федерация. Способ стимуляции роста и развития масличных культур. Филоник И.А., Апрасюхин А.И., Никитин М.М.; заявитель и патентообладатель: Филоник И.А., Апрасюхин А.И., Никитин М.М. заявл.: 15.07.2008; опубл. 27.09.2010.

3. Гайфуллин Р.Р., Хайруллин А.М. Влияние некорневой подкормки микроудобрениями на формирование урожайности семян ярового рапса. Живые и биокосные системы. 2014. № 8. Режим доступа: <http://www.jbks.ru/archive/issue-8/article-4>.
4. Маковеева Н.Н., Постовалов А.А. Продуктивность и качество маслосемян ярового рапса и сурепицы в зависимости от срока посева. Нивы Зауралья. 2013. № 6 (106). Режим доступа: <http://svetich.info/publikacii/agronauka/produktivnost-i-kachestvo-maslosemjan-ja.html>.
5. Пиллюк Я.Э., Радовня В.А., Яковчик С.Г. Технология возделывания ярового рапса на маслосемена. Режим доступа: <http://agrosbornik.ru/sovremennye-resursosberegayushhie-tehnologii/1145-tehnologiya-vozdelyvaniya-yarovogo-rapsa-na-maslosemena.html>.
6. Полевой А.Н., Васалатий Н.В. Моделирование влияния агрометеорологических условий на формирование агроэкологических категорий урожайности озимого рапса. Режим доступа: <http://method.meteorf.ru/publ/tr/tr349/polevoy.pdf>.
7. Бардин Я.Б. Ріпак: від сівби до переробки. Київ: ТОВ “Універсал-Друк”, 2006. 102 с.
8. Лазарь Т.И., Лапа О.М., Чехов А.В., Свидинюк И.М., Абрамик М.И., Вишнівський П.С., Санін В.А., Касьян А.О. Интенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні. Київ: ТОВ “Універсал-Друк”, 2006. 102 с.
9. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Ріпак. Львів: НВФ “Українські технології”, 2005. 88 с.
10. Rakow G., Relf-Eckstein J.A., Raney J.P. Rapeseed genetic research to improve its agronomic performance and seed quality. *Helia*. 2007. V. 30. Nr. 46. P. 199–206.
11. Pat. WO 1990010380 A1. Production of improved rapeseed exhibiting an enhanced oleic acid content. Raymond S.C. Wong, Wallace D. Beversdorf, James R. Castagno, Ian Grant, Jayantilal D. Patel; depositor: Pioneer Hi-Bred International, Inc., Frito-Lay, Inc. PCT/US1989/000835; creation date 1989.03.06; publication date 1990.09.20.
12. Pinochet X, Renard M. Progres genétique en colza et perspectives. *OCL*, 2012. 19(3). P. 147–154. DOI : 10.1684/ ocl.2012.0456.
13. Pat. WO 2007051642 A1. German. Verfahren zur erhöhung des gesamtölgelhaltes in ölpflanzen. Thorsten Zank, Oliver Oswald, Jörg Bauer, Helène Vigeolas, Peter Geigenberger, Peter Waldeck, Mark Stitt; depositor: MAX-PLANC-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V., Basf Plant Science GmbH. - № PCT/EP2006/010592; creation date 2006.11.6; publication date 2008.7.30.
14. Батуева Ю.М. Самоплодность и взаимоопыляемость сортов яблони районированных в Бурятии. Современное садоводство: электронный журнал. 2015. № 1. С. 8–13. Режим доступа: <http://journal.vniispk.ru/pdf/2015/1/2.pdf>
15. Джигадло Е.Н. Совершенствование методов селекции, создание сортов вишни и черешни, их подвоев с экологической адаптацией к условиям центрального региона России. Дис. док. с.-х. наук: 06.01.05 / Джигадло Е.Н. Брянск, 2006.
16. Богданов Р.Е. Биологические особенности и хозяйственная ценность сортов и форм сливы для производства и селекции. Автореф. канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Богданов Роман Евгеньевич. Мичуринский государственный аграрный университет. Мичуринск, 2003. 24 с.
17. Иванов Е.С., Прибылова Е.П. Экологическое нормирование панмиксии и нектарно-пыльцевых ресурсов в энтомофильных сообществах. Рязань, 2006. 172 с.
18. Биологические основы плодоводства (методические указания) / сост. М.И. Янковой. Тирасполь, 2014. Часть I. 80 с.
19. Тихонова О.А., Гаврилова О.А., Пупкова Н.А. Морфо-биологические особенности смородинно-крыжовниковых гибридов в условиях северо-запада России. Современное садоводство: электронный журнал. 2015. № 4. С. 1–19. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/>.
20. Стоев К. Физиология винограда и основы его возделывания. Москва: Книга по требованию, 1983. Т. 2. 370 с.
21. Внутрисортовые и межсортные скрещивания при помощи пчел. Зооинженерный факультет МСХА. Режим доступа: <http://www.activestudy.info/vnutrisortovye-i-mezhsortovye-skreshhivaniya-rastenij-pri-pomoshhi-pchel>

22. Халько Н.В., Почебут О.Н. Эффективнее использовать пчел на опылении сельскохозяйственных культур. Белорусское сельское хозяйство. 2010. № 6. С. 60–62.
23. Таранов Г.Ф. Корма и кормление пчел. М.: Россельхозиздат, 1986. 162 с.
24. Renard M, Mesquida J. Significance of nectar secretion for honeybee foraging (*Apis mellifera*) and consequences of pollination on oilseed rape (*Brassica napus*) seed production. Proc. 7th Int Rapeseed Conf. Vol. 1. Paris, 1987. P. 222–227.
25. McCartney H.A., Lacey M.E. Wind dispersal of pollen from crops of oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Aerosol Sci. 1991. 22. P. 467–477.
26. Williams I.H. The concentrations of air-borne rape pollen over a crop of oil-seed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. Camb. 1984. № 103. P. 353–357.
27. Митрошина О.В. Избирательность оплодотворения у сортов вторичной гексаплоидной тритикале. Автореф. канд. биол. наук: 06.01.05 / Митрошина Ольга Викторовна. Российский государственный аграрный университет. Москва, 2015. 24 с.
28. Бойценюк Л.И. Влияние фиторегуляторов на генеративную сферу растений. Автореф. канд. биол. наук: 03.00.12 / Бойценюк Леонид Иосифович. Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева. М., 1997. 18 с.
29. Глухова Н.А., Понуренко С.С., Змієвська О.А. Особливості утворення пилку ріпаком озимим в умовах східного лісостепу України. Селекція і насінництво. 2016. Вип. 110. С. 36–44.
30. Глухова Н.А., Дерезізова О.Ю., Тимчук С.М., Супрун О.Г. Вміст цукрів у нектарі ерукових та безерукових форм ріпака озимого. Таврійський науковий вісник. 2012. № 80. С. 63–68.
31. Савченко Н.И. Спорообразовательная способность андроцея и производство гибридных семян сельскохозяйственных культур. Киев: Наукова думка, 1980. 162 с.
32. Glukhova N.A. Viability of stigmas of pistils in winter rape: peculiarity of samples with different origins, practical use. Journal of Environmental Science and Engineering B. 2013. V. 2. № 6. P. 383–387.
33. ДСТУ 4966:2008. Насіння ріпаку для промислового перероблення: технічні умови. Зі скасуванням в Україні ГОСТ 10583-76; надано чинності 26.03.2008. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 8 с. (Національний стандарт України).

References

1. AZOPHIT for rape. Available from: <http://milktrade.ru/product/id18/id55>.
2. Pat. RU 2400039 Russian Federation. Method of stimulation of growth and development of oil-bearing crops. Philonik IA, Aprasiuhin AI, Nikitin MM; depositor: Philonik IA, Aprasiuhin AI, Nikitin MM; creation date: 15.07.2008; publication date: 27.09.2010.
3. Gayphulin RR, Hayrullin AM. Influence of foliar fertilizing with microfertilizers on the formation of spring rapeseed seed yield. Living and bio-nutrient systems. 2014. № 8. Available from: <http://www.jbks.ru/archive/issue-8/article-4>.
4. Makeeva NN, Postovalov AA. Productivity and quality of oilseeds of spring rapeseed and turtles depending on the sowing period. Niva of the Trans-Urals. 2013; 6(106). Available from: <http://svetich.info/publikacii/agronauka/produktivnost-i-kachestvo-maslosemjan-ja.html>.
5. Piluk IaE, Radovnia VA, Iakovchik SG. The technology of cultivation of spring rape for oilseeds. Available from: <http://agrosbornik.ru/sovremennye-resursosberegayushhie-tehnologii/1145-tehnologiya-vozdeyvaniya-yarovogo-rapsa-na-maslosemena.html>.
6. Polevoy AN, Vasalatiy NV. Modeling of the influence of agrometeorological conditions on the formation of agroecological categories of productivity of winter rape. Available from: <http://method.meteorf.ru/publ/tr/tr349/polevoy.pdf>.
7. Bardin IaB. Rape: from sowing to processing. Kiev: LLC “Universal-Druk”, 2006. 102 p.
8. Lazar TI, Lapa OM, Chekhov AV, Svidinuk IM, Abramik MI, Vishnivskiy PS, Sanin VA, Kasian AO. Intensive technology of winter rape growing in Ukraine. Kiev: LLC “Universal-Druk”, 2006. 102 p.
9. Likhochvor VV, Prots RR. Rape. Lviv: NVF “Ukrayinski tekhnologiyi”, 2005. 88 p.
10. Rakow G, Relf-Eckstein JA, Raney JP. Rapeseed genetic research to improve its agronomic performance and seed quality. Helia. 2007; 30(46): 199–206.

11. Pat. WO 1990010380 A1. Production of improved rapeseed exhibiting an enhanced oleic acid content. Raymond SC Wong, Wallace D Beversdorf, James R Castagno, Ian Grant, Jayantilal D Patel; depositor: Pioneer Hi-Bred International, Inc., Frito-Lay, Inc. Nr PCT/US1989/000835; creation date 1989.03.06; publication date 1990.09.20.
12. Pinochet X, Renard M. Progres genetique en colza et perspectives. OCL 2012; 19(3): 147–154. DOI : 10.1684/ ocl.2012.0456
13. Pat. WO 2007051642 A1. German. Verfahren zur erhöhung des gesamtölgelhaltes in ölpflanzen. Thorsten Zank, Oliver Oswald, Jörg Bauer, Helène Vigeolas, Peter Geigenberger, Peter Waldeck, Mark Stitt; depositor: MAX-PLANC-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V., Basf Plant Science GmbH. Nr PCT/EP2006/010592; creation date 2006.11.6; publication date 2008.7.30.
14. Batueva UM. Fertility and interdigibility of apple cultivars cultivated in Buriatia. Modern gardening. Electronic journal. 2015; 1: 8–13. Available from: <http://journal.vniispk.ru/pdf/2015/1/2.pdf>
15. Djigadlo EN. Improvement of selection methods, creation of cherry and cherry varieties, their rootstocks with ecological adaptation to the conditions of the central region of Russia. [dissertation]. Briansk, 2006.
16. Bogdanov RE. Biological features and economic value of varieties and forms of plums for production and breeding. [dissertation]. Michurinskiy gosudarstvennyi agrarnyi universitet. Michurinsk, 2003. 24 p.
17. Ivanov ES, Pribylova EP. Ecological rationing of panmixia and nectar-pollen resources in entomophilous communities. Riazan, 2006. 172 p.
18. Biological basis of fruit growing. Methodical instructions. Part I / B63 Comp. M.I. Yankovoy. Tiraspol, 2014. 80 p.
19. Tikhonova OA, Gavrilova OA, Pupkova NA. Morphological and biological features of currant-gooseberry hybrids in the north-west of Russia. Modern gardening: Electronic Journal. 2015; 4: 1–19.
20. Stoevb K. Physiology of grapes and the basis of its cultivation. Moscow: Kniga po trebovaniu, 1983. T. 2. 370 p.
21. Intrasort and intersex crossings with the help of bees. Zoengineering faculty of the Moscow Agricultural Academy. Available from: <http://www.activestudy.info/vnutrisortovye-i-mezhsortovye-skreshhivaniya-rastenij-pri-pomoshhi-pchel>.
22. Khalko NV, Pochebut ON. It is more effective to use bees in pollination of agricultural crops. Belorusskoe selskoe khoziaystvo. 2010; 6: 60–62.
23. Taranov GPh. Feed and feeding bees. Moscow: Rosselkhozizdat, 1986. 162 p.
24. Renard M, Mesquida J. Significance of nectar secretion for honeybee foraging (*Apis mellifera*) and consequences of pollination on oilseed rape (*Brassica napus*) seed production. Proc. 7th Int Rapeseed Conf. Vol. 1. Paris, 1987. P. 222–227.
25. McCartney HA, Lacey ME. Wind dispersal of pollen from crops of oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Aerosol Sci. 1991; 22: 467–477.
26. Williams IH. The concentrations of air-borne rape pollen over a crop of oil-seed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. Camb. 1984; 103: 353–357.
27. Mitrochina OV. The selectivity of fertilization in the secondary hexaploid triticale varieties. [dissertation]. Rossiyskiy gosudarstvennyi agrarnyi universitet. Moscow, 2015. 16 p.
28. Boyceniuk LI. Effect of phyto regulators on the generative sphere of plants. [dissertation]. Moskovskaia sel'scokhoziaystvennaia academia im. K.A. Timiriazeva. Moscow, 1997. 18 p.
29. Glukhova NA, Ponurenko SS, Zmievska OA. Features of the formation of a pollen by winter rapeseed in the conditions of the eastern forest-steppe of Ukraine. Sel. Nassin. 2016; 110: 36–44.
30. Glukhova NA, Derebizova OU, Timchuk SM, Suprun OG. The content of sugars in the nectar of erucic and non-erucic forms of winter rape. Tavriyskiy naukovi visnik. 2012; 80: 63–68.
31. Savchenko NI. Spore forming ability of androcea and production of hybrid seeds of agricultural crops. Kiev: Naukova Dumka, 1980. 162 p.

32. Glukhova NA. Viability of stigmas of pistils in winter rape: peculiarity of samples with different origins, practical use. *Journal of Environmental Science and Engineering B*. 2013; 2(6): 383–387.
33. DSTU 4966:2008. Rape seeds for industrial processing: Specifications. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine. 2010. 8 p.

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ОЛІЙНІСТЬ НАСІННЯ РІПАКА ОЗИМОГО ПРИ ВІЛЬНОМУ ЗАПИЛЕННІ

Глухова Н.А.¹, Супрун О.Г.¹, Артюх А.В.², Ільченко Н.К.¹

¹ – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, Україна

² – НПК «Сівер», Вінницька обл. Україна

Мета і задачі досліджень. Вивчення ефекту гетерозису за урожайністю насіння та олійності від вільного перезапилення «00» сортів інцухт-лініями «+0» ріпака озимого, визначення біологічних особливостей ріпака «00» та «+0» типів, встановлення ефекту гетерозису при перехресному запиленні «00» та «+0» форм.

Матеріал і методика. Дослідження проводили протягом 2011–2015 років в ІР ім. В.Я. Юр'єва, м. Харків, апробацію отриманих результатів – у 2015 році НВК «Сівер» у Вінницькому районі Вінницької області. Вихідним матеріалом були сорти ріпака озимого «00» типа Чорний велетень, Тисменицький, Антарія та інцухт-лінії сьомого покоління ріпака озимого «+0» типа Л11-12, Л37-12, Л38-12 із вмістом ерукової кислоти 27,1 %, 14,7 % і 23,8 %, відповідно. Посів закладали перемінними смугами, вісім рядів «00» ріпака до двох рядів «+0» ріпака (8 : 2). Фракційний склад олії визначали методом газорідної хроматографії, вміст глюкозинолатів – за допомогою паперових стрічок Глюко-тест, а також методом газорідної хроматографії з паладієвим реактивом.

Обговорення результатів. За вільного перезапилення (у рік запилення) сортів «00» типу лініями «+0» типу було зафіксовано підвищення врожайності насіння та кількості олії. Врожайність гібридів по відношенню до основного сорту була вищою на 7–43 %, по відношенню до лінії-запилювача – на 61–135 %. Підвищення врожайності за вільного запилення розглядається як тенденція, межі довірчого інтервалу між контрольним сортом і гібридом на його основі перекриваються між собою. Врожайність, отримана в дослідках, розглядали як результат стимуляції запилення, збільшення олійності – як результат гетерозисного ефекту. Кількість олії в насінні гібридів збільшилась по відношенню до основного сорту на 1–12 %, по відношенню до лінії-запилювача – на 2–12 %. У більшості зразків спостерігалось наддомінування. Але вклад дослідних зразків у підвищення олійності був неоднаковим. Значущими були результати за участі сортів "Чорний велетень" і "Антарія". Підвищення ерукової кислоти в насінні гібридів не спостерігалось. Однозначного впливу запилювача на підвищення олійності не було встановлено. Визначено, що суміш, отримана прямим комбайнуванням посівів, за ДСТУ 4966:2008 відповідає насінню І класу – насіння для харчових цілей.

За основу для проведення досліджень покладено пріоритет у запиленні перехреснозапилюваних культур чужорідним пилком. Для цього було вивчено біологічні особливості сортів і ліній ріпаку озимого «00» та «+0» типу, що мали покращити умови запилення і запліднення рослин. Установлено, що зразкам ріпаку з підвищеним вмістом ерукової кислоти «+0», порівняно з безеруковими «00», притаманне раннє цвітіння. Зразки «+0» типу зацвітали раніше зразків «00» типу на 7–14 діб, але мали коротший термін життєздатності приймочки маточки – 9 діб у зразків «+0» типу проти 18 діб у «00» типу. Раннє зацвітання «+0» зразків збільшувало пилкове навантаження на момент зацвітання «00» зразків. Зразки «+0» типу продукували кількість пилку майже у два рази меншу та мали розмір пилкових зерен від 28,8 мкм до 32,6 мкм, що у порівнянні із «00» сортами складає 76–88 %. Теоретично це покращує вітрозапилення. Виявлено, що зразки «+0» типу, по-

рівняно із зразками «00» типу, синтезують більшу кількість моноцукридів та загальну кількість цукрів у квітці. Середня кількість моноцукридів 1,46 мг/квітку та цукрів 1,80 мг/квітку у «+0» зразків проти 1,31 та 1,61 мг/квітку відповідно, у «00» зразків. Це вказує на значну привабливість для відвідування комахами зразків «+0» типу.

Висновки. Змішаний посів «00» сортів та «+0» ліній сприяє підвищенню урожайності та олійності насіння ріпака озимого.

Отримані результати можуть бути спрямовані для розробки технології вирощування ріпака озимого на товарні цілі.

Ключові слова: ріпак озимий, «00» тип, «+0» тип, запилення, урожайність, олійність, вміст ерукової кислоти, схема посіву

YIELD CAPACITY AND OIL CONTENT IN SEEDS OF OPEN-POLLINATED RAPE

Hlukhova N.A.¹, Suprun O.H.¹, Artiukh A.V.², Ilchenko N.K.¹

¹) – Plant Production Institute named after VYa Yuriev, Ukraine

²) – Scientific and Production Corporation "Siver", Vinnytsia region, Ukraine

The aim and tasks of the study. To study of the heterosis effect for the seed yield and oil content from open transpollination of "00" varieties by inbred "+0" lines of winter rape; to establish biological features of "00" and "+0" rapes; to determine the heterosis effect from transpollination "00" and "+0" forms.

Material and methods. The research was conducted in the PPI nd. a VYA Yuriev, Kharkiv in 2011 – 2015; the results obtained were tested at the Scientific and production Corporation "Siver", Vinnytsia district, Vinnytsia region in 2015. "00" winter rape varieties Chorny Vele-ten, Tysmenytskyi, Antaria and the seventh generations of inbred lines of "+0" winter rape R11-12, L37-12, L38-12 with erucic acid contents of 27.1%, 14.7% and 23.8%, respectively, were taken as starting material. Seeds were sown in alternate bands: eight rows of "00" rape and two rows of "+0" rape (8 : 2). The fractional composition of oil was determined by gas-liquid chromatography. The glucosinolate content was determined by the glucose dip stick test GlucoTest and by gas-liquid chromatography with palladium reagent.

Results and discussion. After open transpollination (in the year of pollination) of "00" varieties with "+0" lines the seed yield and oil amount increased. The yields of hybrids were 7–43% and 61–135% higher than those of the parent variety and of the pollinating line, respectively. The oil amount in hybrid seeds increased by 1–12% and by 2–12% related to the parent variety and to the pollinating line, respectively. No increase in the erucic acid content in hybrid seeds was observed.

It was established that the mixture obtained during direct harvesting of crops met the requirements of State Standard of Ukraine DSTU 4966: 2008 for Class I seeds – food seeds.

Predominancy of pollination with alien pollen in cross-pollinated crops was taken as a foundation for the research. First, the biological features of "00" and "+0" winter rape varieties and lines were studied to improve the conditions of pollination and fertilization of plants. It was found that "+0" rape accessions with increased contents of erucic acid "+0", in comparison with erucic acid-free "00" accessions, were characterized by early anthesis. "+0" accessions flowered earlier than "00" accessions by for 7–14 days, but their styles had a shorter viability: 9 days in "0" accessions vs. 18 days in "00" ones. Early anthesis of "+0" accessions increased the pollen load at the start of anthesis in "00" accessions. "+0" accessions produced almost twice as little pollen as "00" accessions did, and the size of their pollen grains was 28.8–32.6 μm, which is 76–88% related to "00" accessions. Theoretically, this improves wind pollination. We found that "+0" accessions synthesized more monosaccharides and total sugars of per flower in comparison with "00" accessions. The average amounts of monosaccharides and sugars were 1.46 mg/flower and 1.80 mg/flower, respectively, in "+0" accessions vs. 1.31

mg/flower and 1.61 mg/flower, respectively, in "00" accessions. This indicates that "+0" accessions are remarkable attractive for insects.

Conclusions. Early anthesis of "+0" inbred rape lines, small pollen grains and higher contents of sugars per flower improve pollination and fertilization of "00" varieties. This increases the yield capacity and oil amount in seeds.

The results obtained can be grounds for reducing the area under rape grown for commodity purposes.

Key words: winter rape, "00" and "+0" rapes, pollination, yield, oil content, erucic acid content, seeds scheme

УДК633.16:631.527:631.524.84:575

СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЯЧМЕНЮ БАГАТОРЯДНОГО ОЗИМОГО ЗА КІЛЬКІСТЮ ЗЕРЕН У КОЛОСІ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Гудзенко В.М.

Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН, Україна

Уперше в умовах Лісостепу України у контрастних погодних умовах 2012/13–2014/15 рр. досліджено селекційно-генетичні особливості сортів ячменю багаторядного озимого за ознакою «кількість зерен у колосі» в системі повних діалельних схрещувань (7 x 7). У посушливому 2012/13 р. відмічено внутрішньолокусне наддомінування та епістаз між локусами, а в зволжених 2013/14–2014/15 рр. – адитивно-домінантну модель з сильнішим проявом адитивних ефектів. Виявлені закономірності за параметрами генетичної варіації та комбінаційною здатністю вказують на можливість селекційного збільшення кількості зерен у колосі досліджених генотипів. Підвищеною загальною комбінаційною здатністю за кількістю зерен у колосі характеризуються сорти Стрімкий, Паладін Миронівський та Existens.

Ключові слова: ячмінь багаторядний озимий, кількість зерен у колосі, діалельні схрещування, генетичні параметри, комбінаційна здатність, успадкованість

Вступ. Успішна селекційна робота є неможливою без розробки теоретичних основ і їх практичної реалізації в створенні, оцінці та доборі селекційного матеріалу на усіх етапах селекційного процесу. Важливими в даному аспекті є дослідження вихідного матеріалу за цінними господарськими ознаками та виявлення селекційно-генетичних особливостей виділених генетичних джерел при залученні їх до схрещувань.

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Дослідженням селекційно-генетичних особливостей ячменю ярого за елементами структури урожаю в Україні за останнє десятиліття присвячено низку публікацій В.В. Ващенко [1, 2, 3, 4]. Розпочато роботи з оцінки кількісних ознак ячменю ярого в умовах ґрунтів з підвищеною кислотністю [5]. Особливо слід відмітити ґрунтовні дослідження, проведені в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН під керівництвом професора М.Р. Козаченка щодо вивчення комерційних сортів [6], генотипів з різним вмістом білка та амілопектину в зерні [7, 8], форм, що різняться за різновидністними ознаками [9]. Результати проведених досліджень узагальнено авторським колективом у двох монографіях [10, 11]. Водночас доводиться констатувати, що відомості стосовно таких досліджень з ячменем озимим як в Україні в цілому, так і