

## ОЦЕНКА СОРТОВ И ОБРАЗЦОВ РАПСА ЯРОВОГО НА УСТОЙЧИВОСТЬ К РАСТРЕСКИВАНИЮ СТРУЧКОВ

Я. Э. ПИЛЮК, А. В. БАКАНОВСКАЯ, О. А. ПИКУН, А. Н. БАТЮКОВА

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222160, e-mail: iveya@list.ru

(Поступила в редакцию 12.06.2023)

*В статье предоставлены результаты изучения сортов и образцов рапса ярового селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» по анатомическим показателям стручка, степени растрескиваемости стручков и продуктивности. Изучение анатомо-морфологических параметров зеленого стручка на центральной кисти позволило выделить 3 сорта, гибрид и 2 образца рапса ярового (Герцог, Олимп-15, Рубин F<sub>1</sub>, Ягуар, №1/07-1П, №29/14-2-1), которые по всем параметрам превышали контрольный сорт Топаз. Проведена визуальная оценка осыпаемости селекционных сортов и образцов. Наибольшей устойчивостью к осыпанию характеризовались сорта Олимп-15, Гедемин и образцы №86/20, №47/08, что подтверждается также их высокой продуктивностью. У сортов и образцов рапса ярового выявлена корреляционная связь средней степени между урожайностью и устойчивостью к осыпанию стручков ( $r=0,61$ ).*

**Ключевые слова:** рапс яровой, сорт, образец, растрескиваемость стручков, осыпаемость, урожайность.

*The article presents the results of the study of varieties and samples of spring rapeseed of the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture" according to the anatomical indicators of the pod, the degree of cracking of the pods and productivity. The study of the anatomical and morphological parameters of the green pod on the central raceme made it possible to identify 3 varieties, a hybrid and 2 samples of spring rapeseed (Gertsog, Olimp-15, Rubin F<sub>1</sub>, Jaguar, No. 1/07-1P, No. 29/14-2-1), which in all respects exceeded the control variety Topaz. A visual assessment of the shedding of breeding varieties and samples was carried out. The varieties Olimp-15, Gedemin and samples No. 86/20, No. 47/08 were characterized by the highest resistance to shedding, which is also confirmed by their high productivity. Varieties and samples of spring rapeseed showed a moderate correlation between yield and resistance to pod shedding ( $r=0.61$ ).*

**Key words:** spring rapeseed, variety, sample, cracking of pods, shedding, yield.

### Введение

Рапс – основная маслично-белковая культура Беларуси. Семена рапса отличаются высоким содержанием жира (40–0 %) и белка (20–28 %), на их долю приходится 65–75 % массы семян [6]. Растрескиваемость стручков или осыпание у рапса заложено природой, приводя к недобору урожая маслосемян и проблемам борьбы с падалицей этой культурой. Потери из-за растрескивания стручков составляют от 8 до 12 % потенциального урожая [9], но в неблагоприятных условиях, прежде всего в условиях засухи, могут составить 50 % [11]. Устойчивость стручков к растрескиванию зависит от их анатомического строения, например, размера мостика одревесневшей ткани между створками стручка и ложной перегородкой, а также от погодных условий, особенно в конце вегетационного периода (фазы желто-зеленого стручка и полной спелости) [4]. Во время созревания в дневные часы стручки крестоцветных растений подсыхают, а в ночные – адсорбируют влагу, что является одной из причин их растрескивания. В створках возникают механические напряжения между затвердевшими и более гибкими участками, возрастает хрупкость тканей и стручок «вскрывается» [14, 16], а также болезни, вредители и птицы могут быть причиной растрескивания стручков.

В связи с выраженной зависимостью степени растрескивания стручков рапса от погодных условий для отбора на устойчивость необходимо использовать методы оценки по косвенным признакам, не зависящим от факторов внешней среды. Австралийскими учеными еще в 1986 году было показано, что клетки у видов Brassica, характеризующихся большей растрескиваемостью, по линии растрескивания стручков тонкие и нелигнифицированные [10]. Морфолого-анатомические особенности стручков сортов рапса, различающихся по степени растрескивания, изучали Child R.D. et al. (2003), которые выявили, что размер центральной жилки на 60 % больше у устойчивой к растрескиванию формы ресинтезированного рапса [8]. Многие ученые предлагают последние десятилетия решать проблему растрескивания внутри вида Brassica napus L. с помощью отдаленной гибридизации с Brassica juncea [12], Raphanus [7], Arabidopsis [15], при создании ресинтезированного вида [13]. Из всех крестоцветных масличных культур, возделываемых на маслосемена в Беларуси, наибольшей устойчивостью к растрескиванию стручков отличается озимая сурепица. Широко используют доноры генов, определяющих признаки устойчивости к осыпанию семян. Существуют некоторые природные сорта рапса с высокой устойчивостью к растрескиванию стручков, например, сорт OR88. Доктор Цюн Ху и исследовательская группа обнаружили, что устойчивость OR88 к разрушению стручков обусловлена слоем клеток, которые перекрывают разрыв между слоями затвердевших участков в стручках. Они смогли выделить

только один ген – ВпТСР8.С09, ответственный за данный признак. Это первый ген естественной устойчивости зародышевой плазмы семян рапса к разрушению стручков. Таким образом, с помощью генетические данных и маркеров, селекционеры смогут создать новые сорта рапса, устойчивые к растрескиванию стручков [16]. В селекции на устойчивость к осыпанию рапса следует использовать метод гибридизации (отдаленная, межвидовая и межсортовая), привлекая к скрещиванию сорта, сочетающие устойчивость к осыпанию с высокой урожайностью, холодостойкостью, скороспелостью и другими селекционно-ценными признаками. Оценка сортов и образцов рапса ярового на устойчивость к растрескиванию стручков является актуальным направлением научных исследований при селекции сортов и гибридов этой культуры с повышенной устойчивостью к осыпанию.

### Основная часть

Выведение сортов рапса, способных противостоять растрескиванию стручков без потери качества масла или урожайности, представляет ключевой интерес для селекционеров во всем мире. Выявлены анатомо-морфологические особенности строения устойчивых к растрескиванию стручков растений рапса ярового, в связи с этим, возможно проводить отбор образцов по этому признаку в фазу зеленого стручка по высоте плотной части перегородки в области гинофора с последующим опылением растений на боковых ветвях, что позволит повысить эффективность селекционного процесса и сократить сроки создания селекционного материала с улучшенными характеристиками [3]. Исследования по оценке устойчивости к растрескиваемости стручков рапса ярового проводились в 2021–2022 гг. в полевых и лабораторных условиях в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». Объектом исследований были сорта и образцы рапса ярового отечественной селекции, созданные в отделе масличных культур РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». Закладка опытов, проведение учетов и наблюдений, анализ полученных данных осуществлялись по Б. А. Доспехову, 1985 [1]. Полевая оценка устойчивости к осыпанию сортов и селекционных образцов рапса ярового проводилась визуально (в баллах) [5]. Анатомо-морфологическое исследование проводилось в фазу зеленого стручка путем отбора 5-го стручка на центральной кисти с 25 растений каждого образца. Параметрами для измерений служили следующие показатели: высота плотной части перегородки в области гинофора, ширина сечения рамки и ширина перикарпия около рамки. Срезы измерялись при помощи микроскопа Микромед 3 при увеличении 10 х окуляра и 4 х объектива [2].

Анатомические особенности стручков рапса ярового (ширина сечения рамки, ширина перикарпия около рамки, высота плотной части перегородки в области гинофора) могут служить критерием степени растрескивания стручков. Оценка на данный признак в фазу зеленого стручка на центральной кисти позволяет отобрать устойчивые к растрескиванию генотипы и провести опыление на боковых ветвях, сократив селекционный процесс.

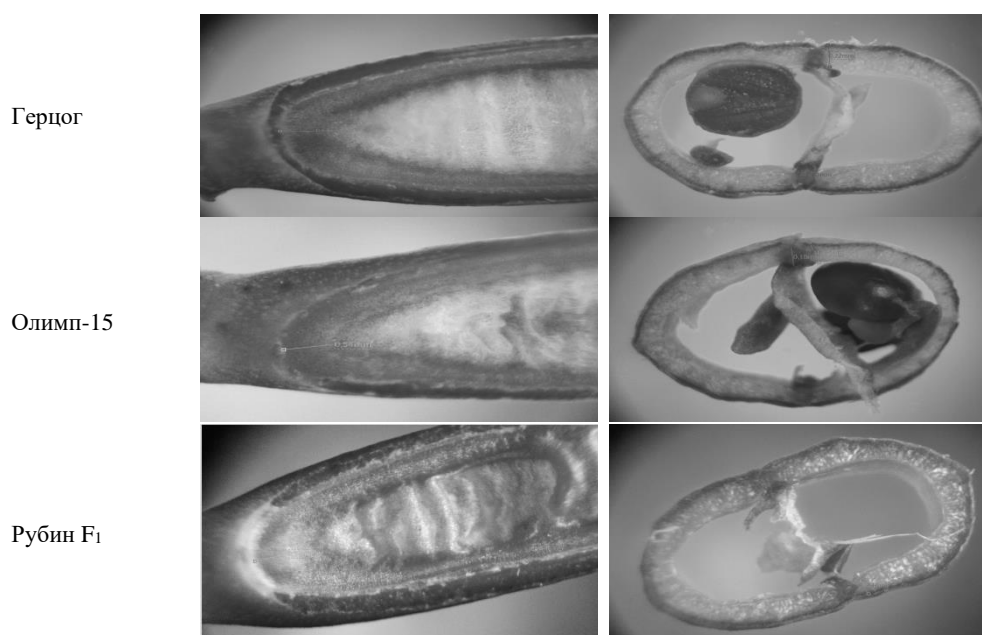


Рис. 1. Анатомические срезы стручков рапса ярового

Изучение анатомо-морфологических параметров зеленого стручка (пятый стручок на центральной кисти) на растениях в полевых условиях позволило выделить 3 сорта, гибрид и 2 образца рапса ярового

(Герцог, Олимп-15, Рубин F<sub>1</sub>, Ягуар, №1/07-1П, №29/14-2-1), которые превышали контрольный сорт Топаз по ширине сечения рамки до 53,8 %, по ширине перикарпия около рамки – до 37,5 %, по высоте плотной части перегородки в области гинофора – до 28,6 % (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1. Анатомо-морфологические особенности строения стручков сортов и образцов рапса ярового, 2022 г.

Название образца	Ширина сечения рамки, мм	Ширина перикарпия около рамки, мм	Высота плотной части перегородки в области гинофора, мм
Топаз, к.	0,13	0,16	0,42
Ягуар	0,16	0,21	0,49
Олимп -15	0,18	0,21	0,54
Герцог	0,20	0,22	0,54
Рубин F <sub>1</sub>	0,16	0,21	0,53
№91/20	0,14	0,16	0,48
Амур	0,14	0,18	0,49
Верас	0,15	0,17	0,42
Гедемин	0,14	0,18	0,45
Изумруд	0,13	0,16	0,48
Неман	0,13	0,16	0,42
Титан-17	0,12	0,16	0,46
Феникс	0,15	0,21	0,47
Яровит	0,14	0,15	0,46
№1/07-1П	0,17	0,19	0,46
№29/14-2-1	0,18	0,17	0,45
№31/07-1	0,15	0,18	0,42
№31/09-2	0,14	0,17	0,45
№35/09-1	0,14	0,17	0,42
№47/05	0,14	0,15	0,43
№47/08	0,12	0,14	0,39
№68/20	0,14	0,16	0,40
№69/15	0,14	0,15	0,41
№86/20	0,12	0,14	0,49
№110	0,14	0,17	0,42
Водх№40-1	0,16	0,18	0,42
Водх№40-2	0,11	0,14	0,45
<b>Среднее</b>	<b>0,14</b>	<b>0,17</b>	<b>0,45</b>
<b>Мин-макс</b>	<b>0,11-0,20</b>	<b>0,14-0,22</b>	<b>0,39-0,54</b>

Проведена визуальная оценка устойчивости к осыпанию селекционных образцов рапса ярового. Наибольшей устойчивостью к осыпанию характеризовались сорта Олимп-15, Гедемин и образцы №86/20, №47/08, превысившие контрольный сорт Топаз по этому показателю на 0,5 балла или 7,7 % (табл. 2).

Таблица 2. Устойчивость к осыпанию сортов и образцов рапса ярового, 2021–2022 гг.

Название образца	Устойчивость к осыпанию, балл	Название образца	Устойчивость к осыпанию, балл	Название образца	Устойчивость к осыпанию, балл
Топаз, к.	6,5	Неман	6,5	№47/05	6,9
Яровит	6,7	Гедемин	7,0	№31/09-2	6,8
Феникс	6,7	№31/07-1	6,9	№110	6,7
Герцог	6,8	№69/15	6,6	№68/20	6,9
Амур	6,5	Вод х №40-1	6,5	№86/20	7,0
Верас	6,6	Вод х №40-2	6,4	№67/20	6,5
Олимп-15	7,0	№35/09-1	6,8	№29/14(2)1	6,8
Титан-17	6,8	№47/08	7,0	№1/07-1п	6,5

В среднем за 2021–2022 годы по урожайности семян выделились сорта и образцы рапса ярового: Олимп-15 (36,9 ц/га), Гедемин (36,6 ц/га), №35/09-1(36,9 ц/га), №86/20 (36,4 ц/га), №31/07-1 (36,2 ц/га), которые превысили по этому признаку контрольный сорт Топаз на 9,5–7,4 %. Наиболее урожайным в 2021 году был сорт Олимп-15 (35,9 ц/га), превысивший контрольный сорт Топаз на 18,5 %; в 2022 году по этому показателю выделились образцы №31/09-2 (41,5 ц/га), №31/09-1 (41,3 ц/га), №29/14(2)1 (41,2 ц/га), №31/07-1 и №68/20 (41,1 ц/га), у которых прибавка урожайности к контролю составила 11,8–10,8 % (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность и масса 1000 семян сортов и образцов рапса ярового, 2021–2022 гг.

Название образца	Урожайность, ц/га			+ к контролю		Масса 1000 семян, г
	2021 г.	2022 г.	среднее	ц/га	%	
Топаз, к.	30,3	37,1	33,7			3,74
Яровит	32,9	38,2	35,6	1,8	5,5	3,37
Феникс	30,6	38,4	34,5	0,8	2,4	3,52
Герцог	31,0	38,7	34,9	1,2	3,4	3,65
Верас	30,6	38,6	34,6	0,9	2,7	3,74
Олимп-15	35,9	37,7	36,8	3,2	9,5	3,49
Титан-17	32,8	37,8	35,3	1,6	4,7	3,74
Неман	30,6	38,8	34,7	1,0	3,0	3,80
Гедемин	32,5	40,7	36,6	2,9	8,6	3,59
Амур	30,3	37,6	34,0	0,3	0,7	3,49
№31/07-1	32,2	41,1	36,2	2,5	7,4	3,79
№69/15	31,3	38,2	34,8	1,1	3,1	3,38
Вод х №40-1	31,6	40,4	36,0	2,3	6,8	3,64
Вод х №40-2	32,0	40,2	36,1	2,4	7,1	3,64
№35/09-1	32,4	41,3	36,9	3,1	9,3	3,69
№47/08	32,1	39,8	36,0	2,3	6,7	3,65
№47/05	32,2	40,0	36,1	2,4	7,1	3,65
№31/09-2	30,0	41,5	35,8	2,1	6,1	3,71
№110	30,5	40,0	35,3	1,6	4,6	3,63
№68/20	32,4	41,1	36,8	2,4	7,1	4,08
№86/20	32,7	40,1	36,4	2,7	8,0	3,50
№67/20	31,5	39,4	35,5	1,8	5,2	4,11
№29/14(2)1	30,4	41,2	35,8	2,1	6,1	3,79
№1/07-1П	31,2	39,7	35,5	1,8	5,2	3,72
Среднее	31,7	39,4	35,6			3,67
Min-max	30,0-35,9	37,1-41,5	33,7-36,9			
НСР <sub>0,5</sub>	2,01	2,10				

В среднем за период исследований масса 1000 семян изученных сортов и образцов рапса ярового варьировала от 3,38 (№69/15) до 4,11 г (№67/20). По крупности семян выделились образцы №67/20 и №68/20, которые превысили контрольный сорт Топаз на 9,9 и 9,1 %.

У сортов и образцов рапса ярового выявлена положительная корреляционная связь средней степени (рис. 2) между устойчивостью к осыпанию стручков и урожайностью семян ( $r=0,61$ ).

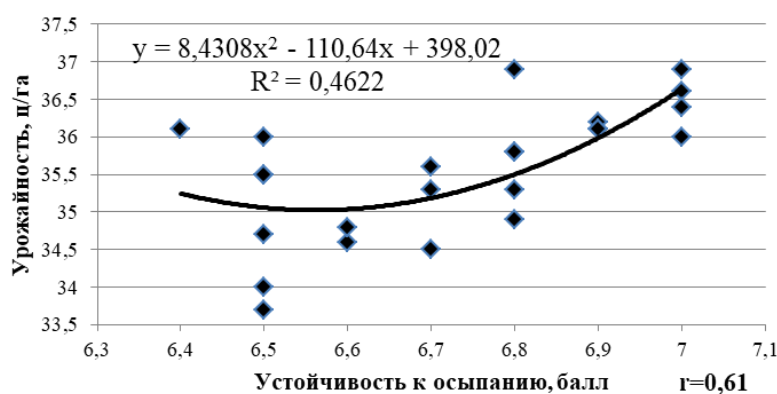


Рис. 2. Корреляционная связь между устойчивостью к осыпанию и урожайностью семян рапса ярового

### Заключение

Изучение анатомо-морфологических параметров зеленого стручка (пятый стручок на центральной кисти) на растениях рапса ярового в полевых условиях позволило выделить 3 сорта, гибрид и 2 образца этой культуры (Герцог, Олимп-15, Рубин F<sub>1</sub>, Ягуар, №1/07-1П, №29/14-2-1), которые превышали контрольный сорт Топаз по ширине сечения рамки до 53,8 %, по ширине перикарпия около рамки – до 37,5 %, по высоте плотной части перегородки в области гинофора – до 28,6 %. Наибольшей устойчивостью к осыпанию характеризовались сорта Олимп-15, Гедемин и образцы №86/20, №47/08,

превысившие контрольный сорт Топаз по этому показателю на 0,5 балла, или 7,7 %. В среднем за 2021–2022 годы по урожайности семян выделились сорта и образцы рапса ярового: Олимп-15 (36,9 ц/га), Гедемин (36,6 ц/га), №35/09-1 (36,9 ц/га), №86/20 (36,4 ц/га), №31/07-1 (36,2 ц/га), которые превысили по этому признаку контрольный сорт Топаз на 9,5–7,4 %. Выделившиеся генотипы, следует использовать в селекции сортов и гибридов рапса ярового на устойчивость к осыпанию. Выявлена положительная корреляционная связь средней степени между устойчивостью к осыпанию стручков и урожайностью семян ( $r=0,61$ ).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). / Б. А. Доспехов. – М.: Альянс, 2011. – 352 с.
2. Жидкова, Е. Н. / Биологические основы селекции рапса (*Brassica napus* L.) в условиях лесостепи ЦРЧ России: специальность 06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук в виде научного доклада / Е. Н. Жидкова; ФГБОУ ВПО Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I. – Воронеж, 2011. – 172 с.
3. Жидкова, Е. Н. Селекция рапса ярового (*Brassica napus* L.) на устойчивость к растрескиванию стручков / Е. Н. Жидкова, В. И. Горшков, В. А. Никоноренков // Вестн Воронеж. гос. аграр. ун-та. – г. Воронеж, Вып. 2(33), 2012. С. 50–52.
4. Карпачев, В. В. Рапс яровой. Основы селекции / В. В. Карпачев. – Липецк, 2008. – 236 с.
5. Куделич, В. С. Классификатор вида *Brassica napus* L. (рапс) / В. С. Куделич, В. И. Шпота, Т. В. Бек. – ВИР, 1983. – 20 с.
6. Пилюк, Я. Э. Рапс в Беларуси (биология, селекция и технология возделывания): моногр. / Я. Э. Пилюк. – Минск: Бизнесофсет, 2007. – 240 с.
7. Agnihotri, A., Shivanna, K.R., Raina, S.N., Lakshmikumar, M., Prakash, S. and Jagannathan, V., 1990. Production of *Brassica napus* x *Raphanobrassica* hybrids by embryo rescue: an attempt to introduce shattering resistance into *B. napus*. *Plant Breeding*, 105: 292–299.
8. Child, R. D., Summers, J. E., Babij, J., Farrent, J. W. and Bruce, D. M., 2003. Increased resistance to pod shatter is associated with changes in the vascular structure in pods of a resynthesised *Brassica napus* line. *Journal of Experimental Botany*, 54: 1919–1930.
9. Kadkol, G. P., MacMillan, R. H., Burrow, R. P. and Halloran, G. M., 1984. Evaluation of *Brassica* genotypes for resistance to shatter. I. Development of a laboratory test. *Euphytica*, 33: 63–73.
10. Kadkol, G. P., Beilharz, V. C., Halloran, G. M. and MacMillan, R. H., 1986a. Anatomical basis of shatter resistance in the Oilseed Brassicas. *Australian Journal of Botany*, 34: 595–601.
11. MacLeod, J. (1981). *Harvesting* in Oilseed Rape, Cambridge: Agricultural Publishing, pp 107–119.
12. Prakash, S. and Chopra, V. L., 1990. Reconstruction of allopolyploid Brassicas through non-homologous recombination: introgression of resistance to pod shatter in *Brassica napus*. *Genetical Research*, Cambridge, 56: 1–2.
13. Summers, J. E., Bruce, D. M., Vancanneyt, G., Redig, P., Werner, C. P., Morgan, C. and Child, R. D., 2003. Pod shatter resistance in the resynthesised *Brassica napus* line DK142. *Journal of Agricultural Science*, 140: 43–52.
14. Squires T. M., Gruwel M.L.H., Zhou R., Sokhansanj S., Abrams S.R., Cutler A.J. Dehydration and dehiscence in siliques of *Brassica napus* and *Brassica rapa* // *Can. J. Bot.* 2003. Vol. 81. P. 248–254.
15. Vancanneyt, G., Redig, P., Child, R., Yanofsky, M. and Botterman, J., 2003. Podshatter resistance: from gene function validation in *Arabidopsis* towards a productivity trait in oilseed rape. In: *Proceedings of the 11th International Rapeseed Congress*, Copenhagen, Denmark. 6–10 July 2003, pp. 79–81.
16. Улучшение качества рапса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nsss-russia.ru/> – Дата доступа: 05.05.2023.