

Научная статья

УДК 633.853.494:631.52

DOI: 10.25230/2412-608X-2024-2-198-16-20

## Влияние погодных условий на завязываемость семян рапса озимого в условиях центральной зоны Краснодарского края

Людмила Анатольевна Горлова

Елена Анатольевна Пирогова

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17  
raps@vniimk.ru

gorchitsa@vniimk.ru

**Аннотация.** Целью исследований было изучение влияния температуры и влажности воздуха, скорости ветра, облачности и количества осадков на завязываемость семян рапса озимого в условиях центральной зоны Краснодарского края у сортов Элвис, Лорис, Сармат, Селегор и Оливин. Было установлено, что условия, сложившиеся в период цветения 2022 г., характеризовались как благоприятные. Температура воздуха варьировала от 14,3 до 18,3 °С, осадки не препятствовали опылению, их количество за все время цветения составило 12,4 мм. Скорость ветра в среднем по декадам составляла 5,1 м/с, показатели облачности – 32,2 %, и влажности воздуха – 61,1 %, были оптимальными как для процесса самоопыления цветков, так и для переноса пыльцы ветром и насекомыми. Завязываемость семян в среднем составляла 81,3 %. Погодные условия 2023 г. сложились менее благоприятно. Пониженные температуры воздуха – от 12,2 до 16,1 °С, частые осадки – 40 мм, скорость ветра от 2,8 до 4,7 м/с, повышенная облачность – до 85 %, и влажность воздуха до 77,3 % негативно сказались на самоопылении, а также препятствовали переносу пыльцы ветром и насекомыми, тем самым снизив реализацию потенциальной продуктивности на 23,9 %. Наибольшую завязываемость семян в благоприятных и неблагоприятных условиях продемонстрировали сорта Сармат и Селегор. Наименьшую чувствительность к изменению погодных условий во время цветения проявил сорт Элвис. Варьирование признака завязываемости семян в благоприятных условиях у сортов было

незначительным ( $CV = 2,4–7,1$  %). Изменение признака количества завязавшихся семян в стручке до сильноизменчивого ( $CV = 11,7–28,3$  %) в условиях 2023 г. говорит о том, что отбор генотипов с высокой завязываемостью семян в стручке возможен именно на фоне неблагоприятных для опыления погодных условий.

**Ключевые слова:** рапс озимый, температура, осадки, влажность воздуха, скорость ветра, облачность, цветение, завязываемость семян

*Для цитирования:* Горлова Л.А., Пирогова Е.А. Влияние погодных условий на завязываемость семян рапса озимого в условиях центральной зоны Краснодарского края // Масличные культуры. 2024. Вып. 2 (198). С. 16–20.

UDC 633.853.494:631.52

### Influence of weather conditions of seed set of winter rapeseed in the central zone of the Krasnodar region

**Gorlova L.A.**, head of the department, leading researcher, PhD in biology

**Pirogova E.A.**, post-graduate student

V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops

17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

raps@vniimk.ru

gorchitsa@vniimk.ru

**Abstract.** The purpose of the research was to study the influence of temperature and air moisture, wind velocity, cloud coverage, and precipitation amount on seed set of winter rapeseed in the central zone of the Krasnodar region. The objects of the research were winter rapeseed cultivars Elvis, Loris, Sarmat, Selegor, and Olivin. The conditions of 2022 during flowering period were favourable. The air temperature varied from 14.3 to 18.3 °C, precipitation amounted 12.4 mm, and they did not prevent pollination. The wind velocity in average by ten-day periods was 5.1 m/sec, cloud coverage (32.2%) and air moisture (61.1%) were optimal both for self-pollination and for pollen transfer by wind and insects. The seed set in average was 81.3%. The weather conditions of 2023 were less favorable. Lowered air temperatures – from 12.2 to 16.1 °C, frequent precipitations – 40 mm, air velocity from 2.8 to 4.7 m/sec, increased cloud coverage – to 85%, and air moisture to 77.3% negatively influenced self-pollination and prevented pollen transfer by wind and insects, and thereby decreased the realization of a potential productivity by 23.9%. The cultivars Sarmat and Selegor demonstrated the highest seed set both in favorable and unfavorable

able conditions. The cultivar Elvis was less sensitive to weather changes during flowering. The variation of a trait of seed set in favorable conditions was insignificant ( $CV = 2.4-7.1\%$ ). Changing of a trait of seed set in a pod to highly variable ( $CV = 11.7-28.3\%$ ) in 2023 certifies the genotype selection with high seed set ability is able only in unfavorable for pollination weather conditions.

**Key words:** winter rapeseed, temperature, precipitations, air moisture, wind velocity, cloud coverage, flowering, seed set

**Введение.** Центральная зона Краснодарского края характеризуется благоприятными условиями для роста и развития растений рапса озимого. Период цветения в регионе в разные годы приходится обычно на конец марта – начало мая. Различные погодные условия, складывающиеся в этот весенний период, оказывают значительное влияние на процесс опыления и оплодотворения культуры. Как правило, цветение и плодообразование у рапса происходит в базипетальном направлении, т. е. нижние цветки и бутоны, более развиты в сравнении с верхней частью соцветия [1]. Интенсивное выпадение осадков и резкая смена температур приводят к нарушению ритмичности цветения и вызывают неравномерное формирование стручков с различной степенью завязываемости семян [2].

Рапс относится к факультативным самоопылителям. Его автогамность связана с физиологией и морфологией цветка. Четыре длинных тычинки, находящиеся в момент раскрытия цветка и растрескивания пыльников близко к рыльцу пестика, обуславливают попадание пыльцы непосредственно на поверхность рыльца [3]. Раскрытие цветков рапса происходит в ранние утренние часы, когда пыльца ещё влажная и липкая, перенос ее ограничен. По мнению некоторых исследователей, короткое время цветения одного цветка (от 1-го до 3-х дней) может снижать возможность попадания на него чужой пыльцы [4; 5].

Для высокой результативности опыления в пределах одного цветка необходи-

мо, чтобы высокие показатели жизнеспособности пыльцы и восприимчивости рыльца были синхронизированы [6]. Очень часто во время цветения рапса озимого в Краснодарском крае наблюдаются низкие температуры и осадки. При влажной и прохладной погоде цветки рапса озимого открываются медленно, увеличивая вероятность самоопыления. В холодную ветреную погоду тяжелая и липкая пыльца перемещается внутри полусомкнутых лепестков венчика. Высокая влажность воздуха и низкие температуры способствуют увеличению продолжительности цветения [7].

Температура воздуха выше  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  в совокупности с его невысокой влажностью ( $< 50\%$ ) позволяют пыльце быстро подсыхать и обеспечивать её распространение. Аукроссинг рапса озимого происходит в основном за счет ветроопыления. При помощи интенсивного потока воздуха пыльцевые зерна рапса озимого переносятся между растениями внутри цветущего поля. Пыльца рапса по разным данным при помощи ветра может перемещаться на расстояние от 30 до 40 м [8]. При этом 75 % пыльцевых зёрен находится в радиусе 6 м от цветущего растения [9].

Сухая и жаркая погода (температура воздуха выше  $+27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) способствует быстрому растрескиванию пыльников, почти вся пыльца высвобождается в первый день цветения [10]. Высокие температуры, так же, как и низкие, могут снижать жизнеспособность пыльцевых зерен. Оптимальными температурами для прорастания пыльцевых трубок являются  $15-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  [11].

Отсутствие ветра во время цветения рапса озимого снижает эффективность анемофильного опыления. В сухую солнечную и безветренную погоду наблюдается массовое посещение цветков насекомыми-опылителями. Энтомофильное опыление является дополнительным процессом при отсутствии ветра [7]. Насекомых-опылителей привлекает вы-

деление цветками большого количества аттрактантов [12]. Для обильной секреции нектара благоприятными условиями считаются температура воздуха от +16 до +25 °С и относительная влажность от 60 до 80 % [13]. В исследованиях Ченикаловой по изучению влияния погодных условий Ставропольского края на опыление рапса озимого насекомыми наблюдалась положительная корреляция между температурой и их численностью и отрицательная – между количеством посещений растений рапса насекомыми и влажностью воздуха [14].

Информации по вопросу влияния различных погодных условий на опыление и завязываемость рапса озимого не так много. Целью исследований было изучение влияния температуры и влажности воздуха, скорости ветра, облачности и осадков на завязываемость семян рапса озимого в условиях центральной зоны Краснодарского края.

**Материалы и методы.** В исследованиях 2022–2023 гг. на опытном поле ЦЭБ ВНИИМК в х. Октябрьском (центральная зона Краснодарского края) было изучено влияние средней температуры воздуха, интенсивности осадков, относительной влажности воздуха, скорости ветра и облачности на завязываемость семян у сортов рапса озимого Элвис, Лорис, Сармат, Селегор и Оливин.

В начале цветения оставляли по 50 бутонов на 10 растениях каждого сорта в условиях открытого опыления. После созревания было подсчитано среднее количество семян в стручке. Завязываемость семян определяли как отношение сформировавшихся семян к среднему количеству семязачатков в завязи данного генотипа. Результаты обрабатывались методами описательной статистики с анализом вариационного ряда.

Метеофакторы за период цветения рапса озимого учитывали с 9 до 12 ч дня и рассчитывали среднюю по декадам с использованием сайта Агрокип [15].

**Результаты и обсуждение.** Во время цветения рапса озимого в 2022 г. погодные условия складывались благоприятно. Начало цветения отмечалось в первой декаде апреля. В этот период температура воздуха достигала 14,9 °С, осадки не препятствовали опылению. Их количество за все время цветения составило 12,4 мм. Скорость ветра в среднем по декадам не превышала 5,8 м/с. Показатели облачности (32,0 %) и влажности воздуха (61,1 %) были оптимальными как для процесса самоопыления цветков, так и для переноса пыльцы ветром и насекомыми.

Во время массового цветения изучаемых сортов (вторая декада апреля – первая декада мая) практически отсутствовали осадки, влажность воздуха в среднем 64,7 %, облачность – 40 %, а скорость ветра – 5,2 м/с. Температура воздуха составляла в среднем 16,2 °С.

К концу периода цветения растений (вторая декада мая) средняя температура воздуха достигала 18,3 °С, количество выпавших осадков за декаду – 3,8 мм. Наблюдалась безоблачная погода (облачность – 21,0 %), и умеренная влажность воздуха (49,7 %), скорость ветра за вторую декаду мая находилась в пределах от 2,0 до 5,5 м/с (рис. 1).

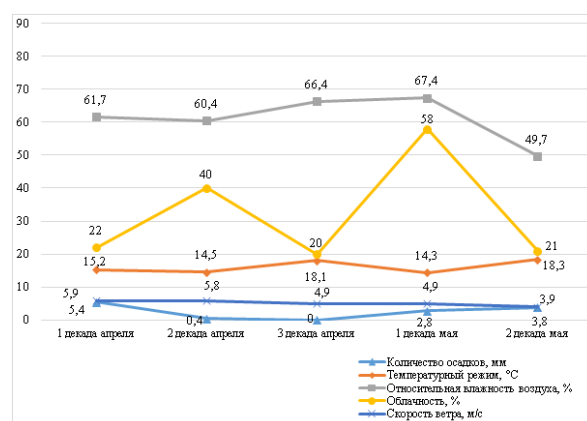


Рисунок 1 – Погодные условия в период цветения сортов рапса озимого за 2022 г.

Условия 2023 года во время цветения растений сортов рапса озимого сложи-

лись менее благоприятно. Начало цветения, так же, как и в 2022 г., было отмечено в первую декаду апреля, а окончание – во вторую декаду мая. Частые осадки препятствовали нормальному процессу опыления растений.

На протяжении почти всего периода цветения (первая декада марта – первая декада мая) температура воздуха изменялась от 12,2 до 16,1 °С. Частые осадки (40 мм), повышенная облачность и влажность воздуха препятствовали переносу пыльцы ветром и насекомыми, что ограничивало перекрестное опыление. Облачность изменялась от 44,0 до 85,0 %, относительная влажность воздуха – от 54,3 до 77,3 %. Скорость ветра в среднем по декадам варьировала от 2,8 до 4,7 м/с (рис. 2).

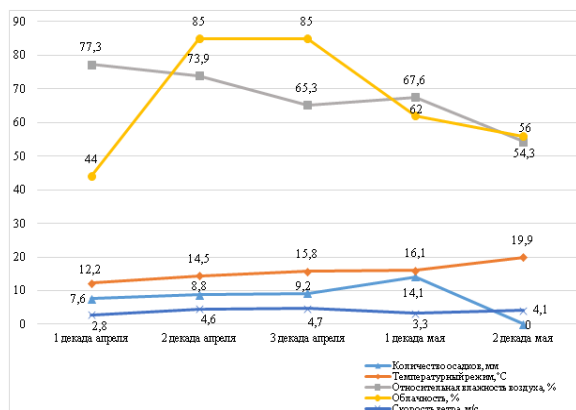


Рисунок 2 – Погодные условия в период цветения сортов рапса озимого за 2023 г.

Комфортные условия во время цветения рапса озимого в 2022 г. позволили сформировать у различных генотипов от 17 до 34 семян в стручке. Самым высоким показателем этого признака характеризовался линейный сорт Оливин – в среднем 30,8 шт. семян. Реализация потенциальной продуктивности в благоприятных условиях варьировала от 71,1 до 85,7 %. Высокую завязываемость семян продемонстрировали сорта Лорис и Селегор с показателями 85,7 и 84,7 % соответственно.

Варьирование признака завязываемости семян в условиях умеренной темпера-

туры, осадков, влажности, скорости ветра и облачности у разных сортов было незначительным. Коэффициент вариации составлял 2,4–7,1 % (табл. 1).

Таблица 1

**Завязываемость семян сортов рапса озимого в различных условиях**

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар

Сорт	Среднее число семян в стручке, шт. ( $\bar{x} \pm S\bar{x}$ )	Lim (max–min)	CV, %	Завязываемость семян, %	2022 г.		2023 г.	
					Среднее число семян в стручке, шт. ( $\bar{x} \pm S\bar{x}$ )	Lim (max–min)	CV, %	Завязываемость семян, %
Элвис	20,5 ± 1,7	17–24	5,3	71,1	20,5 ± 4,2	12–27	23,9	55,9
Лорис	24,5 ± 1,8	20–29	7,1	85,7	18,8 ± 2,3	10–26	14,6	54,2
Сармат	25,6 ± 1,4	23–29	3,3	83,1	22,3 ± 3,6	17–33	24,9	61,3
Селегор	26,5 ± 1,3	25–29	2,5	84,7	22,8 ± 4,3	14–30	28,3	62,0
Оливин	30,8 ± 1,3	29–34	2,4	82,1	20,4 ± 2,7	14–26	11,7	53,7
Среднее	-	-	4,1	81,3	-	-	20,7	57,4

Условия, складывающиеся во время цветения рапса озимого в 2023 г., вызвали снижение количества семян в стручке в среднем по изучаемым сортам на 4,6 шт. (18 %) и степени завязываемости семян на 23,9 % в сравнении с условиями 2022 г. Число семян в стручке у сортов находилось на уровне 18,8–22,8 шт., а завязываемость варьировала от 53,7 до 62,0 %. Наименьшую чувствительность к изменению погодных условий во время цветения показал сорт Элвис. Наибольшую реализацию потенциала репродуктивных органов продемонстрировали сорта Сармат и Селегор. Прослеживалось влияние низких температур, частых осадков, высокой облачности и влажности воздуха, слабого ветра как на уровень ветро- и насекомоопыления, так и степень автофертильности.

Повышение коэффициента вариации (11,7–28,3 %) признака количества завязавшихся семян в стручке в условиях 2023 г. говорит о том, что отбор генотипов с высоким, стабильно проявляющимся признаком количества завязавшихся семян в стручке возможен именно на

фоне неблагоприятных для опыления погодных условий.

**Заключение.** Контрастные погодные условия во время цветения рапса озимого позволили установить влияние температуры, осадков, ветра, облачности и влажности воздуха на реализацию потенциальной продуктивности завязи цветка. В благоприятных условиях уровень завязываемости семян в стручке составлял от 71,1 до 85,7 %, а в неблагоприятных был на 15,2–31,5 % ниже.

Условия неблагоприятных метеофакторов во время цветения рапса озимого могут служить фоном для эффективного отбора генотипов с высокой степенью завязываемости семян.

#### Список литературы

1. Клочкова О.С. Формирование габитуса и прохождения этапов органогенеза у растений озимого рапса // Вестник Национальной Академии Наук Белоруссии. – 2008. – № 3. – С. 65–70.
2. Санько Н.В., Жолік Г.А. Цветение и плодообразование озимого рапса // Агросборник. – 2008. – № 4. – С. 178–182.
3. Халилова Л.А. Исходный материал для селекции желтосемянного ярового рапса: дис. ... канд. биол. наук: 06.01.05 // Людмила Анатольевна Халилова. – Краснодар, 2002. – 137 с.
4. Синская Е.Н. Масличные и корнеплоды сем. Cruciferae L. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1928. – Т. 19. – Вып. 3. – 647 с.
5. Салтыковский А.И. Рапс // Руководство по апробации с.-х. культур. – М.; Л.: Сельхозгиз, 1938. – С. 145–149.
6. Stacey M.F., Gail E.J. The effect of pollination on the growth and reproduction of oilseed rape (*Brassica napus*) // Basic and Applied Ecology. – 2022. – V. 63. – P. 164–174.
7. Jianwen Z. Effects of different pollination methods on oilseed rape (*Brassica napus*) plant growth traits and rapeseed yields // Plants. – 2022. – V. 11. – P. 1–13.
8. Andersson G., Olsson G. Cruciferen // Handbuch Pflanzenzücht. – 1959. – No. 5. – P. 13–19.
9. Кравцов С.Ю. Биологические основы первичного семеноводства беззрковых сортов рапса и сурепицы: дис. ... канд. с.-х. наук // Сергей Юрьевич Кравцов. – М., 1988. – 160 с.
10. Thomas P. Canola Grower's Manual. – Canada: Canola Council of Canada, 2003. – 71 p.
11. Старикова Д.В., Сырова Ю.Д., Горлова Л.А. Влияние температуры и влажности воздуха на жизнеспособность пыльцы рапса озимого // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 3 (183). – С. 51–57.
12. Ченикалова Е.В. Роль энтомофильных культур в сохранении полезной энтомофауны // Проблемы современной науки и образования. – 2018. – № 11 (131). – С. 7–9.
13. Nebojsa N. Melliferous potential of *Brassica napus* L. subsp. *napus* (Cruciferae) // Arthropod-Plant Interactions. – 2013. – No. 7. – P. 323–333.
14. Ченикалова Е.В. Охрана и повышение эффективности природных опылителей в хозяйствах Ставропольского края // Известия Оренбургского ГАУ. – 2019. – № 5 (79). – С. 105–108.

15 Погода: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrokeep.com>.

#### References

1. Klochkova O.S. Formirovanie gabitusa i prokhozhdienie etapov organogeneza u rasteniy ozimogo rapsa // Vestnik Natsional'noy Akademii Nauk Belorussii. – 2008. – № 3. – S. 65–70.
2. San'ko N.V., Zholik G.A. Tsvetenie i plodoobrazovanie ozimogo rapsa // Agrosbornik. – 2008. – № 4. – S. 178–182.
3. Khalilova L.A. Iskhodnyy material dlya seleksii zheltosemyannogo yarovogo rapsa: dis. ... kand. biol. nauk: 06.01.05 // Lyudmila Anatol'evna Khalilova. – Krasnodar, 2002. – 137 s.
4. Sinskaya E.N. Maslichnye i korneplody sem. Cruciferae L. // Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii. – 1928. – T. 19. – Vyp. 3. – 647 s.
5. Saltykovskiy A.I. Raps // Rukovodstvo po aprobatsii s.-kh. kul'tur. – M.; L.: Sel'khozgiz, 1938. – S. 145–149.
6. Stacey M.F., Gail E.J. The effect of pollination on the growth and reproduction of oilseed rape (*Brassica napus*) // Basic and Applied Ecology. – 2022. – V. 63. – P. 164–174.
7. Jianwen Z. Effects of different pollination methods on oilseed rape (*Brassica napus*) plant growth traits and rapeseed yields // Plants. – 2022. – V. 11. – P. 1–13.
8. Andersson G., Olsson G. Cruciferen // Handbuch Pflanzenzücht. – 1959. – No. 5. – P. 13–19.
9. Kravtsov S.Yu. Biologicheskie osnovy pervichnogo semenovodstva bezzerukovykh sortov rapsa i surepitsy: dis. ... kand. s.-kh. nauk // Sergey Yur'evich Kravtsov. – M., 1988. – 160 s.
10. Thomas P. Canola Grower's Manual. – Canada: Canola Council of Canada, 2003. – 71 p.
11. Starikova D.V., Syrova Yu.D., Gorlova L.A. Vliyanie temperatury i vlazhnosti vozdukha na zhiznesposobnost' pyl'tsy rapsa ozimogo // Maslichnye kul'tury. – 2020. – Vyp. 3 (183). – S. 51–57.
12. Chenikalova E.V. Rol' entomofil'nykh kul'tur v sokhraneniі poleznoy entomofauny // Problemy sovremennoy nauki i obrazovaniya. – 2018. – № 11 (131). – S. 7–9.
13. Nebojsa N. Melliferous potential of *Brassica napus* L. subsp. *napus* (Cruciferae) // Arthropod-Plant Interactions. – 2013. – No. 7. – P. 323–333.
14. Chenikalova E.V. Okhrana i povyshenie effektivnosti prirodnykh opyliteley v khozyaystvakh Stavropol'skogo kraya // Izvestiya Orenburgskogo GAU. – 2019. – № 5 (79). – S. 105–108.
15. Pogoda: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://agrokeep.com>.

#### Сведения об авторах

**Л.А. Горлова**, зав. отд., вед. науч. сотр., канд. биол. наук  
**Е.А. Пирогова**, аспирант

Получено/Received

16.04.2024

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

16.04.2024

Получено после доработки/Manuscript revised

16.04.2024

Принято/Accepted

25.04.2024

Manuscript on-line

30.06.2024