

ОСОБЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ ПИЛКУ РІПАКОМ ОЗИМИМ В УМОВАХ СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Глухова Н. А., Понуренко С. С., Змієвська О. А.
Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, Україна

У статті представлено результати вивчення пилкоутворення сортами «00» та «+0» типів ріпака озимого в умовах сходу Лісостепу України. За кількістю пилку у квітці сортів «00» типу порівняно із сортами «+0» типу кількість сортів, пристосованих для вирощування на збідненому агрофоні, є найменшою, 10 % і 80 %, відповідно. Частка впливу умов року на розмір пилку у сортів «00» типу склала 85,6 %, у сортів «+0» типу – 58,9 %. Форма пилкового зерна змінюється в залежності від погодних умов, за посушливих умов форма є округлою, за надмірної та достатньої вологи – витягнутою, еліпсоїдною.

Ключові слова: ріпак, пилко, кількість пилку, умови року, сортова специфічність

Вступ. Дослідження продуктивності та особливостей формування пилку рослинами на сьогоднішній час набули актуальності через вивчення сезонності алергії на пилок [1] та можливості його використання як поживної речовини. В селекції рослин вивченню пилкоутворення приділено більшість робіт у помології [2, 3, 4, 5]. Так, рослини багатьох видів утворюють пилок у кількості, набагато більшій за їх потреби, що є гарантією успішного запилення. Існує різниця у продукуванні та морфологічних особливостях пилку ентомофільними та анемофільними рослинами – це наявність клейового шару, форма пилку, характер поверхні, тощо [6, 7, 8]. Згідно досліджень F. Pohl [9] існує суттєва різниця у пилкоутворенні між трав'янистими рослинами та деревами, а саме – трав'янисті рослини продукують більше пилку з розрахунку на одну рослину.

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Сучасна наука розглядає пилок не тільки як переносник генної інформації, що характерно для класичної генетики, а також як передавач екологічної інформації.

За класичною генетикою кількість пилку, що попадає на жіночий гаметофіт, не має значення, оскільки для запліднення достатньо одного зерна пилку [10]. За ствердженнями Геодокяна В. А. жіноча стаття реалізує стабілізуючий добір (консервативність), а чоловіча стаття – лабілізуючий добір (оперативність, функціональну рухливість) [11]. Тобто, різна філогенетична пластичність статі дозволяє пов'язати статевий диморфізм ознаки з еволюційними змінами цієї ознаки [12, 13]. Таким чином, кількість пилку може визначати не тільки співвідношення жіночої і чоловічої статі, а і дисперсію та статевий диморфізм популяції рослин [10]. Велика кількість пилку призводить до зменшення цих характеристик і сприяє стабілізації популяції, невелика кількість – до їх збільшення і дестабілізації популяції [14, 15].

Велика кількість пилку визначатиме оптимальні умови середовища (центр ареалу, багаточисельність чоловічих рослин, сприятливі умови для росту), тоді як недостатня кількість пилку, навпаки, несе інформацію про несприятливі умови.

Poplawska W., Liersch A. та інші [16], Walklate P. J., Hunt J. C. R. та інші [17] розглядають кількість пилку як генетичне навантаження, особливо у випадку генетично-модифікованих об'єктів. Вони стверджують, що від масштабів виробництва пилку в значній мірі залежить ступінь потоку генів генетично різних типів ріпаку.

Як відомо температура протягом зими і весни впливає на всі найважливіші етапи репродуктивного циклу, у тому числі гаметогенез, запилення, запліднення і ембріогенез [18].

Вивчаючи теплову толерантність пилку в діапазоні температур від 10 до 35 °С, S. K. Singh, V. G. Kakani, D. Brand та інші [19] дійшли висновку, що можливість зберігати життєздатність пилку при високих або низьких температурах може бути використана для скринінгу ріпаку озимого на холодостійкість та теплостійкість.

На репродуктивний розвиток істотний вплив має температурний стрес – різниця між денними та нічними температурами. Angadi, S. V., H. W. Cutforth та іншими [20] на ріпакові до цвітіння та під час формування перших стручків протягом семи діб у регульованих умовах було досліджено вплив температури у режимі день/ніч, 28/15 °С та 35/15 °С, відповідно. Виявлено, що на репродуктивну здатність більш негативно впливають перепади температури за режиму 35/15 °С під час цвітіння, ніж у фазу зеленого стручка. Це проявлялось у зниженні на 40 % урожайності насіння та формуванні аномальних стручків.

У родині Brassicaceae найбільш вивченим є арабідопсис (*Arabidopsis thaliana*). За широким аналізом літературних даних Marine J. Paupière, Adriaan W. Van Heusden, Arnaud G. Bovu [21] дійшли висновку, що серед гормонів найбільшого впливу на пилкоутворення мають пролін, необхідний для проростання пилку; глутатіон, який є обов'язковим для проростання пилку; ауксин, необхідний для розвитку органів квітки і виробництва пилку, потрібний для дозрівання пилку і розтріскування пиляків; гіберелін, необхідний для подовження тичинок і дозрівання пилку; жасмонова кислота – для проростання пилку; брасіностероїди – для формування екзини (оболонки) пилку; флавоноїди – є небажаними під час проростання пилку. В свою чергу на каталітичні властивості ферментних білків мають вплив хімічні і фізичні фактори, що здатні впливати на структуру активного центру, швидкість утворення та розпаду фермент-субстратного комплексу, стан іонізації молекул субстрату і певних угруповань ферменту: температура, рН та іонний склад середовища, присутність активаторів і інгібіторів, окислювально-відновний потенціал середовища, концентрація субстрату і ферменту, вплив зовнішнього електричного поля та ін. Тому агрометеорологічні умови вирощування ріпаку та їх коливання мають змінювати баланс ферментів і тим самим – пилкоутворюючу здатність.

Таким чином, пилкоутворення є індикатором оточуючого середовища і залежить від багатьох факторів. Але залишається невідомим, як впливають саме умови сходу Лісостепу України на утворення пилку різними формами ріпаку озимого.

Мета і задачі дослідження. Вивчення пилкоутворюючої здатності у рослин «00» і «+0» типів ріпаку озимого та впливу на пилкоутворення умов Східного Лісостепу України.

Матеріал і методика. Дослідження проводили протягом 2012–2015 років на дослідних полях Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, попередник – чорний пар. Для визначення пилкоутворюючої здатності сортів ріпаку озимого «00» та «+0» типів вивчали розмір пилку, кількість пилку з однієї квітки та цілої рослини. Було застосовано методику Н. И. Савченко [22]. Цей спосіб установа кількості зерен пилку базується на визначенні оптичної щільності суспензованого пилку за допомогою ФЕКу і таблиць. Діаметр пилку вимірювали за допомогою відеокамери ScienceLab та мікроскопу МБІ. Матеріал відбирали у період повного цвітіння, брали ті квіти, що розквітли, але пиляки у них ще не розтріскались. Аналіз пилку робили на шести пиляках (кількість пиляків всієї квітки) у дворазовій повторності. Кількість квіток вираховували як середнє на десять рослин.

Адаптивність гібридів розраховувалась за методикою Eberhart S. A., Russell W. A. [23] на підставі вивчення коефіцієнту регресії (b). Якщо $b = 1$ – сорт добре адаптований до різноманітних умов середовища, тобто найбільш пластичний; $b > 1$ – сорт найбільш вимогливий до умов вирощування; $b < 1$ – сорт пристосований для вирощування на бідному агрофоні чи за несприятливих кліматичних умов. Для статистичної обробки даних використано програму STATISTIKA 10.

Обговорення результатів. Протягом наших досліджень роки відрізнялися за температурним режимом та кількістю опадів під час весняного періоду (табл. 1). Раннім від-

новленням вегетації, значним наростанням температури та браком опадів характеризувались 2012 та 2013 роки, особливо 2012 рік. Пізнім відновленням вегетації, помірним наростанням температури та значною кількістю опадів характеризувались 2014 та 2015 роки. У 2015 році під час весняної вегетації спостерігали суттєві коливання температури за добу. Це певним чином вплинуло на тривалість міжфазних періодів.

Найбільш контрастними за агрометеорологічними умовами весняного періоду були 2012 та 2015 роки. Найкоротші періоди відновлення весняної вегетації (ВВВ)-бутонізація, ВВВ-цвітіння були у 2012 році, 18 та 37 доби відповідно. Але за ці періоди у 2012 році було накопичено у порівнянні з 2015 роком найбільшу кількість ефективних температур, на 39 % за період ВВВ-бутонізація та на 38 % – за період ВВВ-цвітіння.

Таблиця 1

Характеристика весняного періоду за 2012 – 2015 рр.

Показник	Період	Рік дослідження			
		2012	2013	2014	2015
Тривалість періоду, діб	ВВВ-бутонізація	18	20	32	31
	ВВВ-пік цвітіння	37	39	55	53
Сума ефективних температур, °С	ВВВ-бутонізація	119,4	118,0	128,2	73,6
	ВВВ-пік цвітіння	393,6	340,9	294,1	283,6
Кількість опадів, мм	ВВВ-бутонізація	1,1	6,9	38,2	123,6
	ВВВ-пік цвітіння	1,4	6,9	102,1	167,9

Нами було проведено порівняння сортів «00» та «+0» типів за пилкоутворюючою здатністю. Кількість пилку з рослини є багатокомпонентною ознакою, складовими якої є кількість квіток на рослині та кількість пилку, що здатна продукувати одна квітка. Виявлено, що сорти ріпаку «00» типу утворюють більшу кількість квітів в умовах раннього ВВВ, але за помірного наростання добової температури. За статистичними даними (табл. 2) було встановлено, що кількість квіток на рослині одночасно є найбільш варіабельною ознакою і найменш вірогідною. Іншими словами, може виходити за рамки довірчого інтервалу. Тобто, можна припустити, що для формування кількості квіток на рослині мають значення не тільки умови року та сортові особливості, а і фізіологічні та біологічні особливості культури ріпаку в цілому.

Таблиця 2

Порівняння сортів «00» та «+0» типів за критерієм Стьюдента.

Ознака	Середнє за сортами «00» типу	Середнє за сортами «+0» типу	t-знач.	p
Розмір пилку, мкм	34,75	32,63	2,838649	0,010894
Кількість пилку у квітці, шт	18850,88	16458,10	2,940028	0,008754
Маса пилку з квітки, мг	0,58	0,46	3,759736	0,001434
Кількість квіток на рослині	226,60	204,45	1,349343	0,193956
Кількість пилку з рослини, млн шт	4,49	3,34	2,497785	0,022411
Маса пилку з рослини, мг	139,40	92,09	3,014080	0,007454

За нашими даними найбільшого впливу умов року зазнає розмір пилку як у сортів «00» типу, так і сортів «+0» типу – 85,6 % та 58,9 %, відповідно (рис. 1). Також нами було виявлено, що погодні умови року впливають не тільки на розмір пилку, а і на його форму. Так, в посушливих умовах пилки ріпаку має округлу форму, де відношення найменшого діаметра до найбільшого діаметра пилкової зернини наближається до 1. За достатньої та

надмірної вологості пилок набуває витягнутої, еліпсоїдної форми, де відношення найменшого діаметра до найбільшого діаметра пилок зернини наближається до 0,75–0,91.

На кількість пилку у квітці за нашими даними, незалежно від сортового типу ріпака, вагомий суттєвий вплив мають умови року та реакція сорту та конкретні умови року (див. рис. 1).

У результаті виконання досліджень нами було з'ясовано, що на реалізацію пилкоутворення сортами ріпаку «00» та «+0» вплиють різні фактори. Так, у сортів «00» типу на кількість та масу пилку з рослини вагомий вплив мають умови року – 59,0 % та 56,9 %, відповідно. У сортів «+0» типу на кількість та масу пилку з рослини вагомий вплив мають сортові особливості та відтворення цих особливостей у конкретних умовах року. Вплив сорту на ознаки «кількість пилку з рослини» та «маса пилку з рослини» був 42,1 % та 37,7 % відповідно. Сукупний вплив сорту та умов року на ознаки «кількість пилку з рослини» та «маса пилку з рослини» був 43,2 % та 49,6 % відповідно.

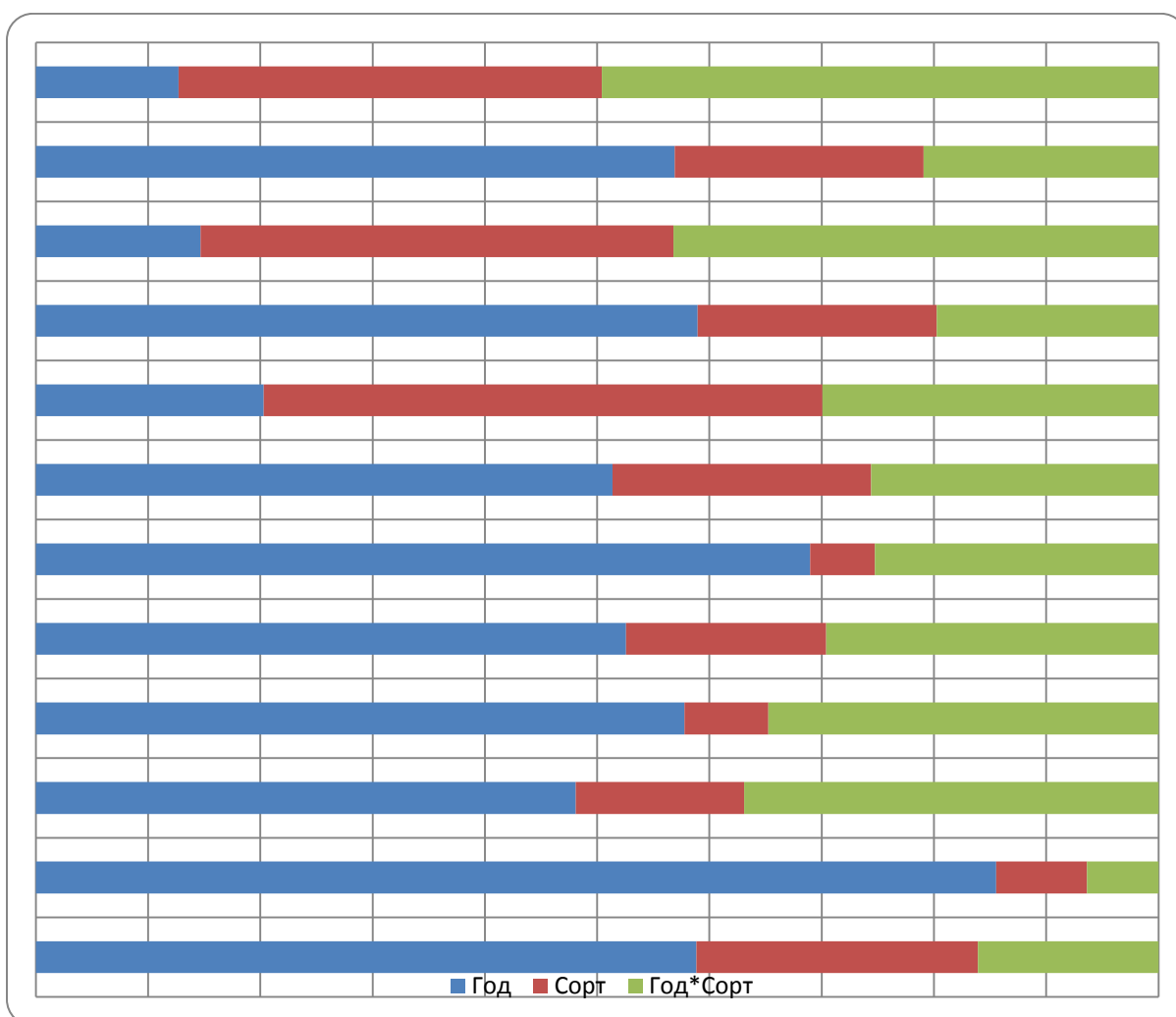


Рис. 1 – Вплив факторів на мінливість ознак.

Перед нами постало питання: чи існує різниця за утворенням кількості пилку у квітці між сортами ріпаку озимого? Для цього нами було використано коефіцієнт регресії (коефіцієнт екологічної пластичності).

Наші розрахунки показали, що добре адаптованими до різноманітних умов середовища і тим самим найбільш пластичними виявились сорти Антарія, Галицький, Liradjet, Франкі, Світоч, та Janus, у яких коефіцієнт регресії (b) дорівнював 0,96, 1,04, 0,96, 0,97, 1,00 та 1,02 (у межах $b = 1$) відповідно.

Найбільш вимогливими до умов року є сорти Jesper, Odila, Северянин, Сівер та Успіх, коефіцієнт регресії (b) дорівнював 1,11, 1,10, 1,31, 1,3 та 1,08 відповідно. Але для формування більшої кількості пилку у квітці їм необхідні різні, що можна вважати за комфортні, умови року. Для формування пилку у квітці найбільш сприятливими для сортів Jesper та Северянин є умови 2015 року з тривалою весною, раннім відновленням вегетації та помірним наростанням температури, особливо у період ВВВ-бутонізація. Для сортів Успіх, Odila навпаки, найбільш сприятливими виявились умови 2012 року з ранньою весною та істотним наростанням середньодобової температури (табл. 3).

Слід сказати, що сорти Северянин, Jesper, Успіх та Odila відрізняються не тільки за генетичним, а й за географічним походженням. Сорт Северянин створено у ВНДІ кормів ім. В. Р. Вільямса (Московська обл., Нечорноземна зона Росії). Сорт Успіх створено у Прикарпатській ДСГДС Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (м. Івано-Франківськ, Західна Україна), сорти Jesper та Odila створено OSEVA PRO s.r.o (м. Опава, Чехія). Особливістю сортів Северянин та Сівер є повільне відростання під час ВВВ, що характеризує глибокий стан під час зимового спокою. Особливістю сортів Успіх Jesper та Odila є стрімкий розвиток під час ВВВ, вони дуже швидко виходять зі стану зимового спокою. Ці тенденції є очікуваними внаслідок географічного походження, тобто різниці у формуванні погодних умов місця створення сортів із місцем проведення нашого досліджу.

Серед досліджуваних сортів «00» типу коефіцієнти регресії менші одиниці мали 10 % сортів, серед сортів «+0» типу – 80 %. Це може означати, що ці сорти можуть витримувати несприятливі агрометеорологічні умови, але доки є неясним, які конкретно. Вірогідною причиною того, що серед сортів «00» типу, порівняно із сортами «+0» типу, кількість сортів, пристосованих для вирощування на бідному агрофоні або за несприятливих кліматичних умов, є найменшою, є результат селекції рипаку, максимально спрямований на якість продукції.

Таблиця 3.

Коефіцієнт регресії кількості пилку у квітці, шт, 2012-2015 рр.

Зразок	Кількість пилку у квітці, шт				b
	2012	2013	2014	2015	
«00» тип					
Чорний велетень	8,875	20,100	10,584	26,901	0,94
Антарія	11,904	16,775	12,420	26,550	0,96
Jesper	20,460	13,650	15,360	27,900	1,11
Галицький	16,080	12,375	14,688	29,205	1,04
Odila	26,000	12,285	14,640	23,715	1,10
Liradjet	15,120	16,165	15,488	22,418	0,96
Франкі	17,420	12,160	18,144	21,780	0,97
Северянин	26,650	15,810	18,630	30,495	1,31
Світоч	22,400	16,165	16,617	16,380	1,00
Сівер	26,880	21,390	17,293	26,163	1,30
«+0» тип					
Janus	26,650	15,400	12,382	16,880	1,02
Marinus	19,800	16,250	11,808	18,483	0,93
Viktor	23,460	12,540	13,324	17,100	0,94
Успіх	31,280	12,350	14,080	17,700	1,08
Федорівський	19,600	14,960	14,235	17,877	0,94
Emerald	21,390	14,850	14,415	12,600	0,88
Potem	17,420	15,925	11,625	16,800	0,87
Marens	16,500	15,680	13,176	16,500	0,86
Wairoa	17,000	15,275	12,946	17,700	0,88
Діана	17,500	13,735	13,728	17,400	0,87

Висновки. На формування кількості квіток на рослині впливають не лише умови року та сортові особливості, а й фізіологічні та біологічні особливості ріпака в цілому.

Найбільшого впливу умов року зазнає розмір пилку, у сортів «00» типу частка цього впливу склала 85,6 %, у сортів «+0» типу – 58,9 %.

На кількість пилку у квітці незалежно від сортового типу ріпака істотний вплив мають умови року та реакція сорту та конкретні умови року

На реалізацію ознак кількість пилку з рослини та маса пилку з рослини вагомий вплив мають для сортів «00» типу умови року (59,0 % та 56,9 % відповідно), для сортів «+0» типу – вплив сорту (42,1 % та 37,7 % відповідно) та сукупний вплив сорту і умов року (43,2 % та 49,6 % відповідно).

Серед сортів «00» типу порівняно із сортами «+0» типу за результатами вивчення кількості пилку у квітці, кількість сортів, пристосованих для вирощування на бідному агрофоні або за несприятливих кліматичних умов ($b < 1$), є найменшою – 10 % і 80 % відповідно. Вірогідною причиною тому є результат селекції ріпаку, максимально спрямованого на якість продукції. Внаслідок цього було створено сорти, що містять мінімальну кількість глюкозинолатів та ерукової кислоти – речовин, притаманних *Brassica napus*.

Список використаних джерел

1. Faegri K., Van Der Pij L. Principles of pollination ecology – Becclesand London: Printed and bound in Great Britain by William Clowes (Beccles) Limited, 1980. 256 p.
2. Геодакян В. А. Количество пыльцы как регулятор эволюционной пластичности перекрестноопыляющихся растений // Труды ДАН СССР. 1977. Т. 234, № 6. С. 1460–1463.
3. Геодакян В. А. Количество пыльцы как передатчик экологической информации и регулятор эволюционной пластичности растений // Журнал общей биологии. 1978. Т. 39, № 5. С. 743–753.
4. Тер-Аванесян Д. В. Опыление и наследственная изменчивость. М., 1957. 156 с.
5. Singh S. K., Kakani V. G., Brand D. et al. Assessment of cold and heat tolerance of winter-grown canola (*Brassica napus* L.) cultivars by pollen-based parameters // Journal of Agronomy and Crop Science. 2008. № 194. P. 225–236.
6. Erdtman G. Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms – Leiden: E. J. Brill, 1986. 536 p.
7. Theory of asynchronous evolution. The Evolutionary Theory of Sex: Mechanisms of regulation of the population parameters. URL: http://www.geodakian.com/en/ETS/34a_Mechanisms_en.htm.
8. Lardon A., Triboui-Blondel A. M. Freezing injury to ovules, pollen and seed in winter rape // Journal of Experimental Botany. 1994. № 45. P. 1177–1181.
9. Polh F. Beziehungen zwischen Pollen beschaffenheit, Bestäubungsart und Fruchthnotenbau – Beih: Bot. Zbl., 1929. 46 p.
10. Demers I. M. Env. État des connaissances sur le pollen et les allergies: les assises pour une gestion efficace Direction de la santé environnementale et de la toxicology. 2013. 112 p.
11. Yates I. E., Sparks D. J. environmental regulation of anther dehiscence and pollen germination in pecan // Amer. Soc. Hort. Sci. 1993. V. 118, № 6. P. 699–706.
12. Hedhly A., Hormaza J. I., Herrero M. Effect of temperature on pollen tube kinetics and dynamics in sweet cherry, *Prunus avium* (Rosaceae) // American Journal of Botany. 2004. V. 91, № 4. P. 558–564.
13. Гаврилова О. А., Тихонова О. А. Разнообразие форм пыльцевых зерен и их распределение у некоторых видов и гибридов крыжовниковых // Труды Карельского научного центра РАН. 2013. № 3. С. 82–92.
14. Omolaja S. S., Aikpokpodion P., Oyedeji S., Vwioko D., Rainfall E. Temperature effects on flowering and pollen productions in cocoa // African Crop Science Journal. 2009. V. 17, № 1. P. 41–48.
15. Hedhly A., Hormaza J. I., Herrero M. the effect of temperature on pollen germination, pollen tube growth, and stigmatic receptivity in peach // Plant Biology. 2005. V. 7, № 5. P. 476–483.

16. Knoll F. Über Pollenkitt und Bestäubungsart // Botanik. 1930. № 23. P. 610–675.
17. Walklate P. J., Hunt J. C. R., Higson H. L., Sweet J. B. A model of pollen-mediated gene flow for oilseed rape // The Royal Society Lond. B. 2004. № 271. P. 441–449.
18. Paupière Marine J., Adriaan van Heusden W., Bovy Arnaud G. The metabolic basis of pollen thermo-tolerance: perspectives for breeding // Metabolites. 2014. № 4. P. 889–920.
19. Тер-Аванесян Д. В., Лолаев Г. В. Внутрисортное скрещивание разных сроков посева // Агробиология. 1954. № 6. С. 12–21.
20. Angadi S. V., Cutforth H. W., McConkey B. G. et al. Response of three Brassica species to high temperature stress during reproductive growth. // Can. J. Plant. 2000. № 80. P. 693–701.
21. Poplawska W., Liersch A., Jedryczka M., Kaczmarek J. et al. Wind mediated pollen dispersal of oil seed rape – an estimation using pollent raps // GM-CropCultivation – Ecological Effects on Landscape Scale. Theorie in der Ökologie 17. Frankfurt, Peter Lang, 2013. P. 26–33.
22. Савченко Н. И. Спорообразовательная способность андроеца и производство гибридных семян сельскохозяйственных культур. Киев: Наукова думка, 1980. 160 с.
23. Eberhart S. A., Rassel W. A., Rassel W. A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. 1966. № 6. P. 132–138.

References

1. Faegri K, Van Der Pi L. Principles of pollination ecology. Becclesand London: Printed and bound in Great Britain by William Clowes (Beccles) Limited, 1980. 256 p.
2. Geodakyan B. A number of pollen as a regulator of evolutionary plasticity of cross-pollinating plants. Transaction DAS USSR. 1977; 234 (6): 1460–1463.
3. Geodakyan VA. Amount of pollen as a transmitter of environmental information and control of plant evolutionary plasticity. Journal of General Biology. 1978; 39(5): 743–753.
4. Ter-Avanesyan DV. Pollination and genetic variation. Moscow, 1957. 156 p.
5. Singh SK, Kakani VG, Brand D et al. Assessment of cold and heat tolerance of winter-grown canola (*Brassica napus* L.) cultivars by pollen-based parameters. Journal of Agronomy and Crop Science. 2008; 194: 225–236.
6. Erdtman G. Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms. Leiden: E. J. Brill, 1986. 536 p.
7. Theory of asynchronous evolution. The evolutionary theory of sex: mechanisms of regulation of the population parameters. http://www.geodakian.com/en/ETS/34a_Mechanisms_en.htm.
8. Lardon A, Triboi-Blondel AM. Freezing injury to ovules, pollen and seed in winter rape. Journal of Experimental Botany. 1994; 45: 1177–1181.
9. Polh F. Beziehungen zwischen Pollen beschaffenheit, Bestäubungsart und Fruchth notenbau–Beih. Bot. Zbl. 1929. 46 p.
10. Demers IM Env. État des connaissances sur le pollen et les allergies: les assises pour une gestion efficace Direction de la santé environnementale et de la toxicology. 2013. 112 p.
11. Yates IE, Sparks DJ. Environmental regulation of anther dehiscence and pollen germination in pecan. Amer. Soc. Hort. Sci. 1993; 1189(6): 699–706.
12. Hedhly A, Hormaza JI, Herrero M. Effect of temperature on pollen tube kinetics and dynamics in sweet cherry, *Prunus avium* (Rosaceae). American Journal of Botany. 2004; 91(4): 558–564.
13. GavriloVA OA, Tikhonova OA. Diversity of pollen grains and their distribution in some species and hybrids of gooseberry. Transactions of Karelian Research Centre of RAS. 2013; 3: 82–92.
14. Omolaja SS, Aikpokpodion P, Oyedeji S, Vwioko Rainfall DE. Temperature effects on flowering and pollen productions in cocoa. African Crop Science Journal. 2009; 17(1): 41–48.
15. Hedhly A, Hormaza JI, Herrero M. The effect of temperature on pollen germination, pollen tube growth, and stigmatic receptivity in peach. Plant Biology. 2005; 7(5): 476–483.
16. Knoll F. Über Pollenkitt und Bestäubungsart. Botanik. 1930; 23: 610–675.
17. Walklate PJ, Hunt JCR, Higson HL, Sweet JB. A model of pollen-mediated gene flow for oilseed rape. The Royal Society Lond. B. 2004; 271: 441–449.

18. Paupière Marine J, Adriaan van Heusden W, Bovy Arnaud G. The metabolic basis of pollen thermo-tolerance: perspectives for breeding. *Metabolites*. 2014; 4: 889–920.
19. Ter-Avanesyan DV, Lolaev GV. Intravarietal crossing different planting date. *Agrobiologiya*. 1954; 6: 12–21.
20. Angadi SV, Cutforth HW, Mc Conkey BG et al. Response of three Brassica species to high temperature stress during reproductive growth. *Can. J. Plant*. 2000; 80: 693–701.
21. Poplawska W, Liersch A, Jedryczka M, Kaczmarek J et al. Wind mediated pollen dispersal of oil seed rape – an estimation using pollen traps. *GM-Crop Cultivation – Ecological Effects on a Landscape Scale*. Theorie in der Ökologie 17. Frankfurt, Peter Lang, 2013. P. 26–33.
22. Savchenko NI. Pollen-education ability androecium and production of hybrid crop seeds. Kyiv: Naukova Dumka, 1980. 160 p.
23. Eberhart SA, Russell WA. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 1966; 6: 132–138.

ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ПЫЛЬЦЫ РАПСОМ ОЗИМЫМ В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Глухова Н. А., Понуренко С. Г., Змиевская Е. А.

Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН, Украина

Установлено, что растения сортов «00» типа, по сравнению с сортами «+0» типа продуцируют на 26 % больше пыльцы. По количеству пыльцы в цветке 10 % сортов «00» типа и 80 % сортов «+0» типа являются наименее требовательными к условиям произрастания. На размер пыльцевого зерна наибольшее влияние имеют условия года. Доля влияния условий года на размер пыльцевого зерна у сортов «00» типа составила 85,6 %, у сортов «+0» типа – 58,9 %. Определено, что форма пыльцевого зерна изменяется в зависимости от погодных условий, а именно – в засушливых условиях форма округлая, при избытке или недостатке влаги – вытянутая, эллипсоидная.

Цель и задачи исследования. Изучение пыльцеобразующей способности растениями сортов «00» и «+0» типов рапса озимого и влияние на пыльцеобразование условий востока Лесостепи Украины.

Материалы и методика. Исследования проводили в лабораторных и полевых условиях Института растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН в 2012–2015 гг. На 20 сортах рапса озимого «00» и «+0» типов были изучены размер пыльцы, количество пыльцы с цветка и всего растения, масса пыльцы с цветка и всего растения. Была использована методика определения оптической плотности суспензированной пыльцы. Адаптивность сортов рассчитывали по методике Eberhart S. A. и Russell W. A. Статистическую обработку данных проводили с помощью программы STATISTIKA 10.

Обсуждение результатов. На размер пыльцы как у сортов «00» типа, так и у сортов «+0» типа наибольшее влияние имеют условия года, доля влияния была 85,6 % и 58,9 % соответственно. Было определено, что в засушливых условиях пыльца рапса имеет округлую форму, отношение наименьшего диаметра к наибольшему диаметру пыльцевого зерна приближено к 1, при достаточном или избыточном увлажнении пыльца имеет вытянутую (эллипсоидную) форму, отношение наименьшего диаметра к наибольшему диаметру пыльцевого зерна в пределах 0,75–0,91. По количеству пыльцы в цветке наиболее пластичными были сорта Антария, Галицкий, Liradjet, Франки, Свиточ и Janus, коэффициент регрессии (b) был соответственно 0,96, 1,04, 0,96, 0,97, 1,00 и 1,02 (в пределах $b = 1$). По результатам исследований количества пыльцы в цветке установлено, что среди сортов «00» типа наименьшее количество сортов, приспособленных для выращивания на бедном агрофоне или при неблагоприятных климатических условиях ($b < 1$), составляло 10 % против 80 % у сортов «+0» типа. Вероятной причиной тому является результат селекции рапса, максимально направленной на качество продукции.

Выводы. Обнаружено специфическое действие факторов «сорт», «год», «год * сорт» на реализацию признаков пыльцеобразования различными сортовыми рапса озимого.

Ключевые слова: рапс, пыльца, количество пыльцы, условия года, сортовая специфичность

PECULIARITIES OF WINTER RAPE POLLEN FORMATION IN THE EASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Hlukhova N. A., Ponurenko S. G., Zmievskaya Ye. A.

Plant Production Institute nd. a V. Ya. Yuriev NAAS, Ukraine

Plants of "00" varieties were found to produce by 26% more pollen than "0" varieties. 10% of "00" varieties and 80% of "0" varieties were the least particular about germination conditions judging by the pollen amount per flower. Conditions of the year had the greatest impact on the pollen grain size. The share of environment influence on the pollen grain size was 85.6% and 58.9% in "00" and "0" varieties, respectively. It revealed that the pollen grain shape changed depending on weather conditions: it was round under dry conditions and elongated ellipsoid under affluence or excess of moisture.

The aim and tasks of the study. Investigation of the pollen-forming ability of winter rape plants of "00" and "0" varieties and of the environment impact on the pollen formation in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine.

Materials and methods. The investigation was conducted in the laboratory and in the field of the Plant Production Institute nd. a VYa Yuryev in 2012-2015. Twenty winter rape varieties of "00" and "0" types were evaluated for the pollen size, pollen amounts per flower and per the whole plant as well as for the pollen weight per flower and per the whole plant. The method of determining optical density of suspended pollen was used. Adaptability of varieties was calculated as SA Eberhart and WA Rassel described. Program STATISTIKA 10 was used to process data statistically.

Results and discussion. Our data showed that conditions of the year had the greatest impact on the pollen size both in "00" and in "0" varieties; the share of this influence was 85.6% and 58.9%, respectively. It was established that rape pollen was of round shape under dry conditions and the ratio of the smallest diameter of a pollen grain to the largest one was about 1, but under sufficient or excessive humidification pollen was of has elongated (ellipsoid) shape, and the ratio of the smallest diameter of a pollen grain to the largest one ranged from 0.75 to 0.91. We observed that varieties 'Antariia', 'Galytsky', 'Liradjet', 'Franki', 'Svitoch' and 'Yanus' were the most plastic in terms of the pollen amount per flower, as the regression coefficient (b) was 0.96, 1.04, 0.96, 0.97, 1.00, and 1.02, respectively (within $b = 1$). The study of the pollen amount per flower showed that there were few "00" varieties adapted to cultivation on poor agricultural background or under unfavorable climatic conditions ($b < 1$): 10% vs. 80% across "+0" varieties. Rape breeding maximally aimed at product quality is a probable cause of this phenomenon.

Conclusions. Specific effects of the factors "variety", "year", "year x variety" on parameters of pollen formation by winter rape varieties belonging to different types were detected.

Key words: rape, pollen, pollen amount, conditions of the year, varietal specificity