

## ВПЛИВ СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО (*PANICUM VIRGATUM* L.) НА ЯКІСТЬ ПИЛКУ

**В. В. ДРИГА**, кандидат сільськогосподарських наук

**Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України**

*Досліджено вплив сортових особливостей та погодних умов вирощування проса прутоподібного на формування якості пилку проса прутоподібного. Доведено, що вплив умов року на формування розмірів пилку становив 90 %.*

**Ключові слова:** сортозразок, життєздатність, розмір пилку, група стиглості, вирівняність пилку.

Практичний інтерес для виготовлення біопалива із фітомаси представляє просо прутоподібне (*Panicum virgatum* L.) – свічграс [1]. За даними Ма Z. Зі співавторами [2] з одного гектару культури, може отримати від 5 до 12 т умовного палива. Основними перевагами свічграсу, як біоенергетичної культури вважають відносно високий урожай, низьку потребу у воді та підживленні, надійну продуктивність у широкому географічній ареал, зменшена ерозія ґрунту, поглинання вуглецю та покращення середовища існування дикої природи [3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Просо прутоподібне розмножається як насінням, так і вегетативно – корінням [4, 5]. Насіння проса прутоподібного дуже дрібне і характеризується великим станом біологічного спокою, що є одним з головних стримуючих факторів широкого впровадження культури у виробництво. За високого рівня стану спокою значна кількість насіння свічграсу зазвичай не проростає й може мати лише 10 % схожості [6]. Біологічний стан спокою насіння проса прутоподібного зумовлений біологічними властивостями сортів та умовами вирощування культури і, в результаті, це призводить до низької польової схожості насіння та отримання нерівномірних сходів – це головний фактор, який здержує впровадження культури у виробництво. Широке впровадження проса прутоподібного у виробництво не можливе без достатньої кількості високоякісного насіння або садивного матеріалу.

Під час проростання насіння може статися один або кілька блоків процесу, що запобігають його проростанню. Ці механізми спокою можна розділити на два основні типи; ті, що базуються в тканинах, які оточують ембріон і ті, які знаходяться всередині ембріона або ендосперм. У багатьох видів ембріон має здатність до проростання, але спокій зумовлений одним або кількома шарами тканин, які оточують ембріон. Такі тканини можуть діяти як: а) бар'єри проникності, що перешкоджають поглинанню води або газоподібний обмін; б)

механічні бар'єри, що запобігають розширенню ембріона; або с) джерелом для зниження проростання є інгібітори [7]. За даними Adkins S. W. [8], Li M. та ін. [9] стан біологічного спокою насіння може бути спричинений пониженням активності зародку (зародок не зрілий чи нерозвинений) або різноманітними властивостями його покриву (захисної оболонки). Оболонка насіння може перешкоджати проростанню через низьку проникність води та повітря до зародка. Низька схожість насіння може бути зумовлена якістю пилку, формування якого залежить як від сортових особливостей, так і умов вегетаційного періоду в фазі цвітіння та зав'язування насіння. Щодо якості пилку проса прутоподібного від якого залежить енергія проростання та схожість насіння в літературі інформації майже відсутня.

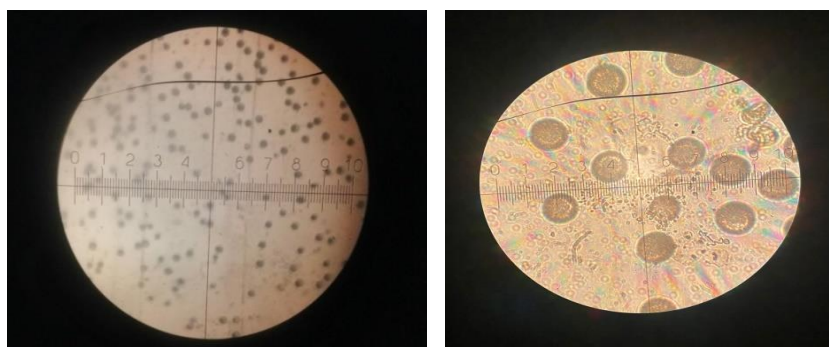
**Мета досліджень.** З'ясувати особливості формування якості пилкових зерен – розмірів та життєздатності залежно від умов вирощування і сортових особливостей проса прутоподібного.

**Матеріали та методика досліджень.** Програмою досліджень передбачалось вивчення особливостей формування пилку проса прутоподібного (свічграсу) залежно від умов вегетації та сортового складу. Дослідження проводили в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН протягом 2018–2021 рр. з чотирма сортозразками проса прутоподібного різних груп стиглості, різного походження та плоідності: середньо-пізні: тетраплоїдний сорт – Морозко (Україна), октаплоїдний сортозразок Кейв-ін-Рок (Південний Іллінойс) та тетраплоїдні: середньої стиглості Самбурст (Південна Дакота) і середньопізній Амало (Південний Техас).

Пилок відбирали в період масового цвітіння культури з 11 до 13 години. Аналіз пилку проводили на наступну добу після його відбирання. Розміри пилку визначали за методикою Г. І. Ярмолук і Е. І. Ширяєвої [10]. Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали методами дисперсійного аналізу за методом Фішера [11] з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0 від StatSoft [12].

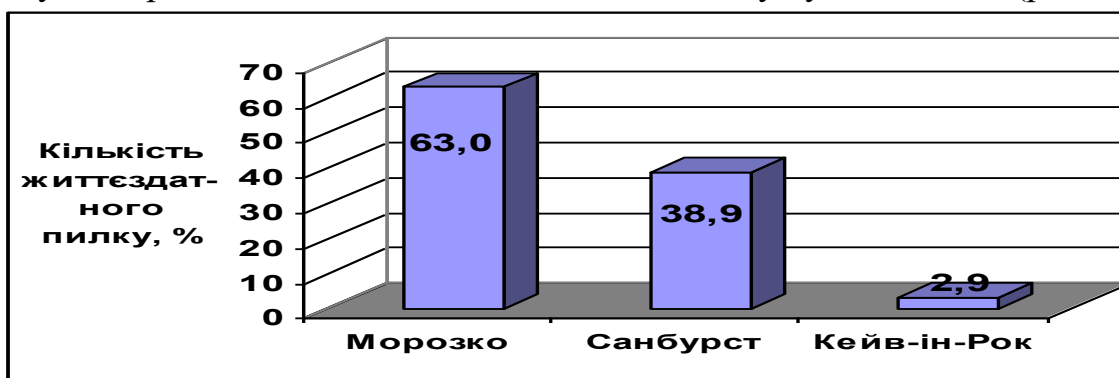
**Результати досліджень.** Урожайність та якість насіння проса прутоподібного залежить від кількості і якості пилкових зерен. Формування якісного насіння залежить від ряду факторів, і в першу чергу, від проходження процесу запилення і запліднення та якості пилку, яка зумовлена сортовими особливостями і умовами вегетації в фазу цвітіння та запилення. Якість пилку зумовлена його розмірами та життєздатністю. Зі збільшенням кількості життєздатних пилку підвищується схожість насіння. Пилок проса кулястий і незабарвлений (рис.1).

За погодних умов, що склалися в 2017–2018 рр. початок цвітіння (липень) був сприятливим для формування життєздатного пилку, а в серпні високі температури, які після 11 годин дня, коли проходило запилення, сягали більше 36 °С за відсутності опадів вплинули на життєздатність пилку. Температура повітря в період цвітіння 36 °С і більше призводить до стерильності квіток. Причому приймочка маточки відносно більш чутлива, ніж пилкові зерна, що призводить до зниження урожайності насіння [13].



**Рис. 1. Пилко проса прутоподібного**

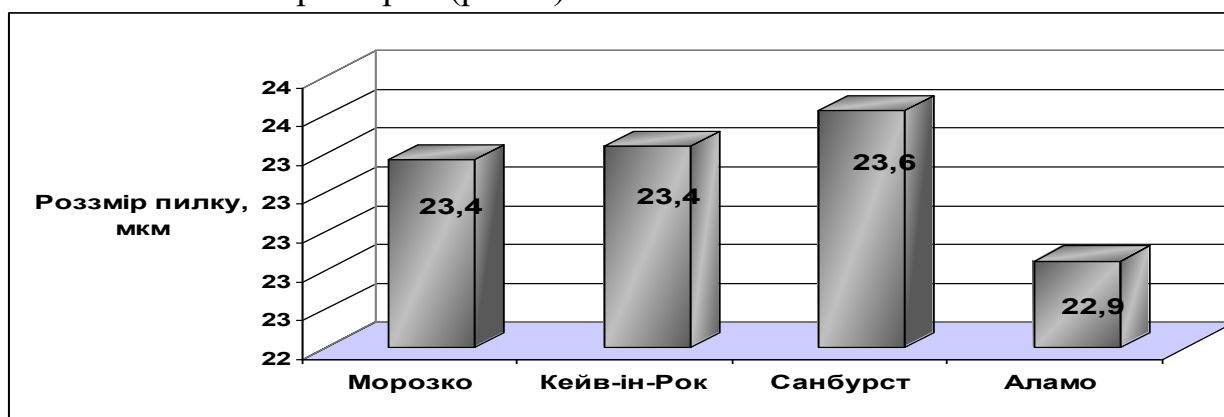
В усіх сортах, що вивчали життєздатність пилку була низькою (рис. 2).



**Рис. 2. Кількість життєздатного пилку по сортах (2017–2018 рр.)**

Найбільше життєздатного пилку було в сорту Морозко, найменше – в сорту Кейв-ін-Рок, що негативно вплинуло на схожість насіння.

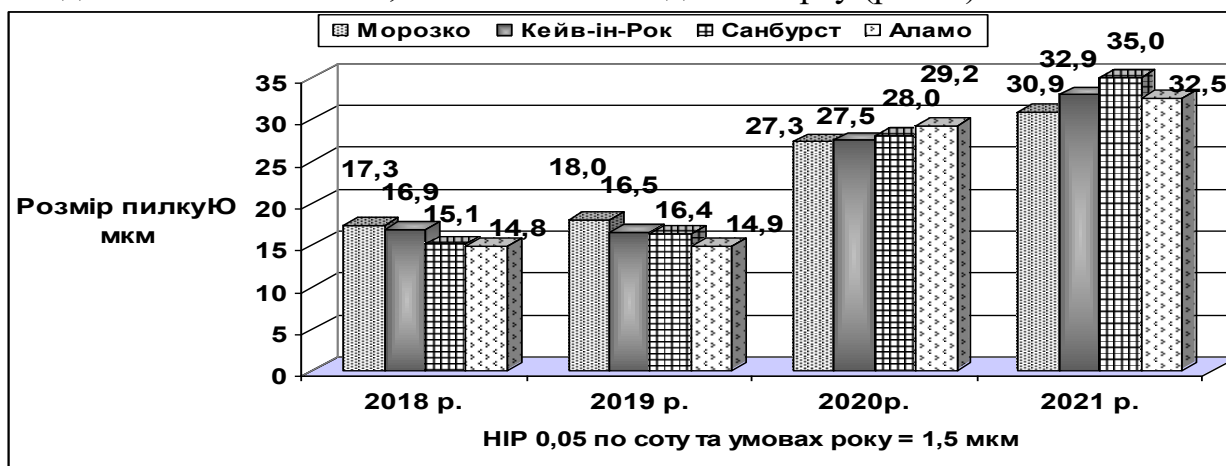
У середньому за чотири роки вегетації розмір пилкових зерен варіював від 22,9 до 23,6 мкм залежно від сортових особливостей та погодних умов у фазу цвітіння та формування пилку. Достовірної різниці з розміру пилку залежно від сортових особливостей не виявлено, спостерігалася лише тенденція збільшення чи зменшення його розмірів (рис. 3).



**Рис. 3. Розмір пилку залежно від сортових особливостей (середнє за 2018–2021 рр.)**

У середньому найкрупніші розміри пилку були в сортозразка Санбурст. Пилко сорту Морозко, сортозразків Кейв-ін-рок та Самбурст був однаковим 23,4 мкм, найменші пилкові зерна були в сортозразка Аламо. Залежно від

погодних умов та сортових особливостей розміри пилкових зерен за роками дослідження змінювалися, навіть в межах одного сорту (рис. 4).



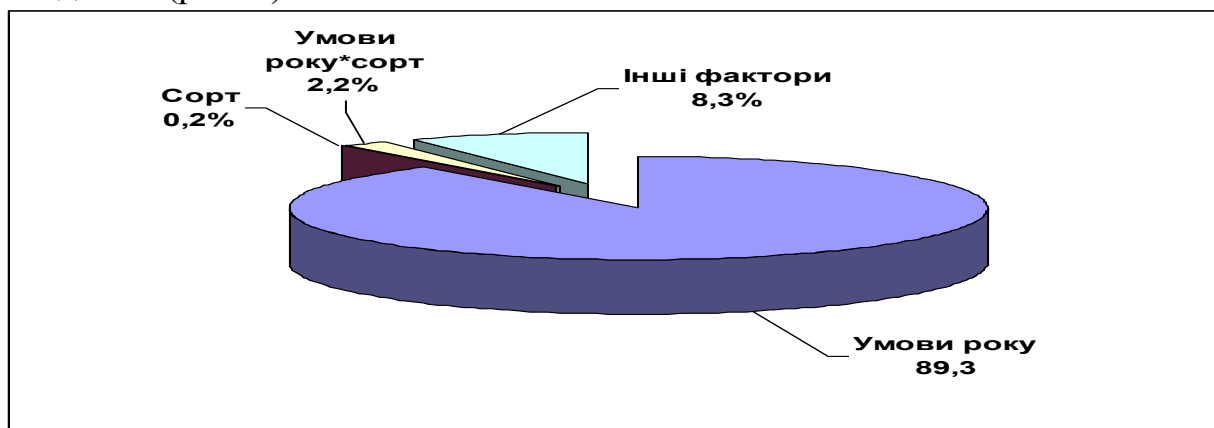
**Рис. 4. Розмір пилку залежно від сортових особливостей (за 2018-2021 рр.)**

Найменших розмірів пилок усіх сортозразків був в 2018 та 2019 рр. В ці роки найкрупніший пилкок 17,3 та 18,0 мкм, відповідно, за роками формувався в сорту Морозко, а найменший – 15,1 та 14,9 мкм в сортозразків Самбурст та Аламо, відповідно. У вегетаційному 2020–2021 рр. середні розміри пилку були значно більшими, ніж в 2018 та 2019 р. по всіх сортах. У 2020 р. розміри пилку сортів Морозко та Кейв-ін-рок були майже однаковими і меншими, ніж сортозразків Самбурст та Аламо. В 2021 р. найкрупніший пилкок (35 мкм) формувався в сортозразка Самбурст, найменших розмірів (30,9 мкм) був пилкок в сорту Морозко. Все це свідчить, що розміри пилку залежать як від сортових особливостей, так і від кліматичних умов у фазу цвітіння в роки проведення дослідження.

Середня добова та максимальна температура повітря у фазу масового цвітіння (в липні-серпні) 2018–2020 рр. були майже однаковими і становили, відповідно – 22,4–25,3 та 29–30 °С, а в 2021 р. ці показники були значно вищими і становили, відповідно – 29 та 34 °С, що призвело до швидшого проходження фази цвітіння, яка закінчилася в кінці липня. Але на формування пилкових зерен впливає не лише температурний режим, а і забезпеченість рослин вологою. Оскільки просо прутноподібне не потребує значних вимог до забезпечення вологою, то в умовах 2020 і 2021 рр., які характеризувалися значним дефіцитом вологи рослини формували значно крупніших розмірів пилкові зерна.

Проходження фази масового цвітіння в 2021 р. було в найбільш сприятливих погодних умовах, хоча середня добова температура повітря була високою, а днів з температурами понад 30 °С було найбільше – 8 порівняно з попередніми роками досліджень, а дефіцит вологи становив 25 мм і опадів випало майже стільки, як в 2019 р. але за рахунок рівномірного розподілу опадів, були створені сприятливі умови для формуванню пилкових зерен крупніших розмірів, порівняно з 2018 та 2019 рр.

Аналіз факторів, які впливали на розмір пилкових зерен показав, що найбільший вплив мали умови вегетаційного періоду в роки проведення досліджень (рис. 5).



**Рис. 5. Вплив факторів на розмір пилкових зерен (середнє за 2018-2021 рр.)**

Вплив умов року упродовж вегетації і, особливо в фазі цвітіння та формування насіння, становив 89,3 %. Вплив фактору сорт та взаємодія факторів умови року і сорт були дуже малими – 0,2–2,2 %.

**Висновки.** Пилок проса прутоподібного за формою кулястий, не забарвлений і не однорідний за розмірами, які залежали як від генотипу, так і від умов вегетації. У середньому за роки дослідження розмір пилкових зерен варіював від 23,4 до 25,5 мкм залежно від сортових особливостей та погодних умов у фазу цвітіння та формування пилку. Достовірної різниці з розмірів пилку залежно від сортових особливостей не виявлено, спостерігалася лише тенденція збільшення чи зменшення його розмірів. Найменших розмірів пилок усіх сортів був в 2018 та 2019 рр., а у вегетаційних 2020–2021 рр. середні розміри пилку були значно більшими, ніж в 2018 та 2019 р. по всіх сортів. Вплив умов року упродовж вегетації в фазі цвітіння та формування насіння, становив 89,3 %.

#### **Література:**

1. Можарівська І. А. Технологія вирощування малопоширених енергетичних культур для виробництва різних видів біопалива. *Наукові праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків* : зб. наук. пр. Київ, 2013. Вип. 19. 85 с.
2. Ma Z., Wood C. W., Bransby D.I. Impact of row spacing, nitrogen rate, and time on carbon partitioning of switchgrass. *Biomass and Bioenergy*. 2001. P. 413–419.
3. Yogendra N. Shastri, Alan C. Hansen, Luis F. (2012) Switchgrass - practical issues in developing a fuel crop Rodriguez and K.C. Ting, 2012.
4. Elbersen, H. W., D. G. Christian, N. El Bassen, W. Bacher, G. Sauerbeck, E. Aleopoulou, N. Sharma, I. Piscioneri, P. De Visser, and D. Van Den Berg. 2001. Switchgrass variety choice in Europe. *Aspects of Applied Biology* 65: 21–28.
5. Beaty E. R., Engel J. L., Powell J. D. Tiller development and growth in switchgrass. *J. Range Manage.* 1978. № 31. P. 361–365.
6. Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Бусол М. В., Доронін В. В., Мандровська С. М. Визначення енергії проростання та схожості насіння

свічграсу. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2015. № 1. С. 64–68.

7. Steve W. Adkins, Sean M. Bellairs & Don S. Loch Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. *Euphytica. Academic Publishers*. 2002. Vol. 126. Iss. 1. P. 13–20.

8. Adkins S. W., Bellairs S. M., Loch D. S. Seed dormancy mechanismus in warm season grass species. *Euphytica*. 2002. V. 126. № 1. P. 13–20.

9. Li M. and other Different seed dormancy levels imposed by tissues covering the Caryopsis in zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud). *Seed Science and Technology*. 2010. V. 38. № 2. P. 320–331.

10. Ярмолюк Г. И., Ширяева Є. И. Цитологические и цитогенетические исследований в селекции сахарной свеклы: Методические рекомендации. К., ВНИС. 1982. 40 с.

11. Fisher R. A. Statistical methods for research workers. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.

12. Сайт компании *StatSoft*, разработчика программы *Statistica 6.0*: <http://www.statsoft.ru/>.

13. Djanaguiraman M., Perumal R., Ciampitti I. A., Gupta S. K., Prasad P. V. V. Quantifying pearl millet response to high temperature stress: thresholds, sensitive stages, genetic variability and relative sensitivity of pollen and pistil. *Plant Cell Environ*. 2018. № 41(5). P. 993–1007.

### References:

1. Mozharivska, I. A. (2013). Technology of growing uncommon energy crops for the production of various types of biofuels. *Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets*, 2013, iss. 19, pp. 85. (in Ukrainian).

2. Ma, Z., Wood, C. W., Bransby, D. I. (2001). Impact of row spacing, nitrogen rate, and time on carbon partitioning of switchgrass. *Biomass and Bioenergy*, 2001, pp. 413–419.

3. Yogendra, N. Shastri, Alan C. Hansen, Luis F. (2012). Switchgrass – practical issues in developing a fuel crop Rodriguez and K.C. Ting, 2012.

4. Elbersen, H. W., D. G. Christian, N. El Bassen, W. Bacher, G. Sauerbeck, E. Aleopoulou, N. Sharma, I. Piscioneri, P. De Visser, Van Den Berg, D. (2001). Switchgrass variety choice in Europe. *Aspects of Applied Biology*, 2001, no. 65, pp. 21–28.

5. Beaty, E. R., Engel, J. I., Powell, J. D. (1978). Tiller development and growth in switchgrass. *J. Range Manage*, 1978, no. 31, pp. 361–365.

6. Doronin, V. A., Kravchenko, Yu. A., Busol, M. V., Doronin, V. V., Mandrovskaya, S. M. (2015). Determination of germination energy and similarity of switchgrass seeds. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 2015, no. 1, pp. 64–68. (in Ukrainian).

7. Adkins, S. W., Bellairs, S. M., Loch, D. S. (2002). Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. *Euphytica*, 2002, vol. 126, Iss. 1, pp. 13–20.

8. Adkins, S. W., Bellairs, S. M., Loch, D. S. (2002). Seed dormancy mechanismus in warm season grass species. *Euphytica*, 2002, vol. 126, no. 1, pp. 13–20.

9. Li, M. (2010). Different seed dormancy levels imposed by tissues covering the Cypripis in zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud). *Seed Science and Technology*, 2010, vol. 38, no. 2, pp. 320–331.
10. Yarmolyuk, G. I., Shiryaeva, E. I. (1982). Cytological and cytogenetic studies in sugar beet breeding. K.: VNIS, 1982. 40 p. (in Russian).
11. Fisher, R. A. *Statistical methods for research workers*. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.
12. Website of StatSoft, the developer of the program *Statistica 6.0*: <http://www.statsoft.ru/>.
13. Djanaguiraman, M., Perumal, R., Ciampitti I. A., Gupta, S. K., Prasad, P. V. V. (2018). Quantifying pearl millet response to high temperature stress: thresholds, sensitive stages, genetic variability and relative sensitivity of pollen and pistil. *Plant Cell Environ.*, 2018, no. 41(5), pp. 993–1007.

### **Annotation**

**Dryga V. V.**

***Influence of varietal characteristics and growing conditions of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) on pollen quality***

**Goal.** *The peculiarities of the formation of the quality of pollen grains - size and viability depending on the growing conditions and varietal characteristics of switchgrass were find out.*

**Methods.** *Field, laboratory, mathematical and statistical.*

**Results.** *The quality of pollen is determined by its size and viability. The seed germination increases with the increasing number of viable pollen. Switchgrass pollen is spherical and unpainted. On average, during the four years of vegetation (2018-2021), the size of pollen grains varied from 22.9 to 23.6  $\mu\text{m}$ , depending on varietal characteristics and weather conditions in the phase of flowering and pollen formation. There is no significant difference in this indicator depending on the varietal characteristics, there was only a tendency to increase or decrease its size was found. The largest pollen sizes were in the Sunburst variety. Pollen of the Morozko variety, Cave-in-rock and Sunburst varieties was the same 23.4  $\mu\text{m}$ , the smallest pollen grains were in the Alamo variety. Pollen grain sizes varied over the years, even within one variety depending on weather conditions and varietal characteristics.*

*The smallest pollen of all varieties was in 2018 and 2019. In these years, the largest pollen of 17.3 and 18.0  $\mu\text{m}$ , respectively, was formed in Morozko, and the smallest – 15.1 and 14.9  $\mu\text{m}$  in Sunburst and Alamo, respectively. In the vegetation 2020–2021, the average pollen size was much larger than in 2018 and 2019 for all varieties. In 2020, the pollen sizes of Morozko and Cave-in-rock were almost the same and smaller than Sunburst and Alamo. In 2021, the largest pollen (35  $\mu\text{m}$ ) was formed in the Sunburst variety, the smallest size (30.9  $\mu\text{m}$ ) was pollen in the Morozko variety. The most aligned pollen was formed in the medium-ripe Cave-in-rock variety and was 68.3%. The least aligned pollen was formed in the Sunburst variety (54.7 %) and the medium-late Alamo variety (56.9 % alignment). The alignment of pollen grains of the medium-ripe Morozko variety was lower than that of the Cave-in-rock variety but greater than that of Sunburst and Alamo. Over the years of research, the alignment of pollen grains has also changed.*