

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОРТООБРАЗЦОВ РАПСА ЯРОВОГО ПО ПРИЗНАКУ
«УСТОЙЧИВОСТЬ К ПОЛЕГАНИЮ» РАСТЕНИЙ НА ПРОВОКАЦИОННЫХ
ФОНАХ**

Я.Э. ПИЛЮК, доктор сельскохозяйственных наук
А.Н. БАТЮКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук
А.В. БАКАНОВСКАЯ, О.А. ПИКУН, научные сотрудники
E-mail: iveya@list.ru

РУП «НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАН БЕЛАРУСИ ПО ЗЕМЛЕДЕЛИЮ»
г. Жодино, республика Беларусь

***Аннотация.** В статье представлены результаты изучения сортообразцов рапса ярового по признаку «устойчивость к полеганию» растений на провокационных фонах. Установлена корреляционная связь различной силы, по всем изучаемым вариантам опыта, между устойчивостью к полеганию и основными хозяйственно ценными признаками рапса ярового. Выявлено влияние факторов «генотип», «доза азота» и «норма высева» на урожайность маслосемян и показатель «устойчивость к полеганию» рапса ярового.*

***Ключевые слова:** рапс яровой, устойчивость к полеганию, корреляционная связь, высота растений, густотой стояния, урожайность маслосемян.*

***Для цитирования:** Пилюк Я.Э., Батюкова А.Н., Бакановская А.В., Пикун О.А. Результаты изучения сортообразцов рапса ярового по признаку «устойчивость к полеганию» растений на провокационных фонах. Зернобобовые и крупяные культуры. 2024; 3(51):190-194. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-3-190-194*

**RESULTS OF STUDYING VARIETY SAMPLES OF SPRING RAPE ON THE TRAIT
«RESISTANCE TO LODGING» OF PLANTS UNDER ARTIFICIAL CONDITIONS**

Y.E. Piliuk, A.N. Batiukova, A.V. Bakanovskaya, O.A. Pikun

RUP «SCIENTIFIC-PRACTICAL CENTRE OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF BELARUS ON AGRICULTURE»
Zhodino, Republic of Belarus

***Abstract:** The paper presents the results of studying variety samples of spring rape on the trait plant “resistance to lodging” under artificial conditions. The correlation of different strength between the resistance to lodging and basic economically important traits is established for all the variants of the experiment. The impact of the factors «genotype», «nitrogen dose» and «sowing rate» on the yield of oil seeds and the indicator «resistance to lodging» of spring rape is identified.*

***Keywords:** spring rape, resistance to lodging, correlation, plant height, density, oil seeds yield.*

Введение. Полегание – один из факторов, вызывающих снижение урожайности большинства сельскохозяйственных культур, который может снизить ее почти наполовину, особенно у высокопродуктивных сортов [1]. Повышение устойчивости к полеганию способствует увеличению урожайности за счет лучшего поглощения солнечной радиации, на что оказывает влияние архитектура стебля [2; 3]. Селекция на признак «устойчивость к полеганию» предполагает использование различных искусственно созданных (провокационных) фонов для изучения исходного и селекционного материала уже на ранних

этапах селекционного процесса [4]. F. Li [et al.] считают, что снижение доз внесения азотных удобрений, корректировка нормы высева семян и расстояния между растениями значительно снижают их восприимчивость к полеганию [5].

Цель исследований – изучение и оценка сортообразцов рапса ярового по продуктивности, устойчивости к полеганию и основным хозяйственно ценным признакам с использованием различных искусственно созданных (провокационных) фонов.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2022-2023 гг. на опытном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе Минской области. Технологию возделывания ярового рапса на маслосемена общепринятая для данной зоны. Закладку опытов, фенологические наблюдения, полевые и лабораторные учеты, анализ растений и маслосемян проводили согласно методике Государственного испытания (1988) [6], методике ВИР (1989 г.) [7] и методике полевого опыта Б.А. Доспехова (1985) [8]. Оценку технологических качеств рапса проводили по общепринятым и усовершенствованным методикам. Объектом исследований служили контрольный сорт Топаз и перспективные сортообразцы ярового рапса селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», различающиеся по потенциалу продуктивности и устойчивости к полеганию.

Метеорологические условия в период исследований отличались от среднесезонных показателей, особенно по количеству выпавших атмосферных осадков, но в целом складывались благоприятно для роста и развития растений ярового рапса. В течение весенне-летнего периода 2022 г. погодные условия характеризовались неравномерным распределением влаги в первой половине мая и в первой и второй декадах июня. На фоне избытка осадков, в апреле и во второй и третьей декадах мая, температура воздуха была ниже среднесезонных показателей. В весенне-летний период 2023 г. наблюдался недостаток влаги, а лето было аномально жарким. В июне на фоне недостатка атмосферных осадков (18-49%) среднесуточная температура воздуха была на 2,2-2,7°C выше нормы, дневная температура в июне и июле поднималась до 30 °C и выше.

Устойчивость к полеганию и урожайность лучших образцов рапса ярового оценивали на двух провокационных фонах: при внесении азотных удобрений (N_{120} и N_{120+60}) и при норме высева 1,5 и 3,0 млн. всхожих семян на гектар (схема представлена в таблице 1). Азотные удобрения вносили по следующей схеме: в предпосевную культивацию 120 кг/га д.в. азота и 60 кг/га д.в. азота в подкормку в фазу стеблевания.

Статистическая обработка данных проводилась по общепринятой методике Б.А. Доспехова с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

Результаты исследований и обсуждение

Нашими исследованиями установлено, что наибольшую урожайность маслосемян все изучаемые образцы рапса ярового сформировали на фоне высева 1,5 млн. всхожих семян на гектар и при внесении 180 кг/га д.в. азотных удобрений (38,1 ц/га). Лучшими среди них были сортообразцы 91/20 и 86/20, которые в среднем за 2022-2023 гг. сформировали в условиях опытов урожайность маслосемян 40,0 и 39,8 ц/га, что на 14,3 и 13,7% выше контрольного сорта Топаз. Наибольшая устойчивость к полеганию растений (4,4 балла) наблюдалась в опыте при норме высева 1,5 млн. шт./га и при использовании азотных удобрений в дозе 120 кг/га д.в.

Для определения силы и направленности связи устойчивости к полеганию с основными хозяйственно ценными признаками, нами проводился корреляционный анализ данных. Выявлена корреляционная связь средней степени (вариант опыта 1,5 млн. шт. и N_{120}) между устойчивостью к полеганию рапса ярового и густотой стояния растений ($r=0,54$), также отрицательная корреляция средней силы отмечена с высотой растений ($r=-0,49$).

Установлено, что в средней степени коррелируют с устойчивостью к полеганию при норме высева 1,5 млн. шт./га и дозами азота – N_{120} и N_{120+60} следующие признаки: масса 1000 семян ($r=0,60$ и $r=0,55$), число семян в стручке на центральной кисти ($r=0,41$ и $r=0,50$), число стручков на растении ($r=0,35$ и $r=0,38$) соответственно.

Таблица 1

Урожайность и устойчивость к полеганию растений рапса ярового на различных провокационных фонах, среднее за 2022–2023 гг.

| Название образца | Урожайность маслосемян, ц/га | | | | Устойчивость к полеганию, балл | | | |
|-----------------------|------------------------------|---------------------|------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| | 1,5 млн. шт. | | 3,0 млн. шт. | | 1,5 млн. шт. | | 3,0 млн. шт. | |
| | N ₁₂₀ | N ₁₂₀₊₆₀ | N ₁₂₀ | N ₁₂₀₊₆₀ | N ₁₂₀ | N ₁₂₀₊₆₀ | N ₁₂₀ | N ₁₂₀₊₆₀ |
| Топаз (к) | 29,8 | 35,0 | 29,6 | 31,4 | 4,5 | 4,1 | 4,1 | 3,9 |
| 68/20 | 31,1 | 37,5 | 32,1 | 33,6 | 4,5 | 4,1 | 4,2 | 4,0 |
| 91/20 | 36,5 | 40,0 | 29,9 | 35,6 | 4,3 | 4,0 | 4,1 | 3,6 |
| 86/20 | 33,7 | 39,8 | 34,0 | 35,2 | 4,2 | 3,9 | 4,0 | 3,4 |
| среднее (\bar{x}) | 32,8 | 38,1 | 31,5 | 32,7 | 4,4 | 4,0 | 4,1 | 3,7 |

По всем изучаемым вариантам опыта отмечена отрицательная корреляционная связь различной силы между устойчивостью к полеганию и урожайностью ($r=-0,38$ - $-0,80$), а также высотой растений ($r=-0,25$ - $-0,49$) (табл. 2). Между устойчивостью к полеганию и массой 1000 семян выявлена корреляционная связь сильной степени ($r=0,86$) и связь средней силы с числом семян в стручке ($r=0,68$) в варианте – норма высева 3,0 млн. шт. и доза азота – N₁₂₀. На провокационном фоне (при посеве с нормой высева семян 3,0 млн. шт. и при внесении азота N₁₂₀₊₆₀) установлена положительная корреляционная связь средней силы между устойчивостью к полеганию и массой 1000 семян ($r=0,65$) и слабая связь с числом стручков на растении ($r=0,20$), что объясняется полеганием культуры уже в фазе цветения из-за неблагоприятных погодных условий в этот период.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции основных хозяйственно ценных признаков рапса ярового с устойчивостью к полеганию, среднее за 2022-2023 гг.

| Коррелирующие признаки | Коэффициент корреляции, r | | | |
|----------------------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 1,5 млн. шт. | | 3,0 млн. шт. | |
| | N ₁₂₀ | N ₁₈₀ | N ₁₂₀ | N ₁₈₀ |
| высота растений | -0,49 | -0,25 | -0,34 | -0,27 |
| число стручков на растении | 0,35 | 0,38 | -0,27 | 0,20 |
| число семян в стручке | 0,41 | 0,50 | 0,68 | -0,17 |
| масса 1000 семян | 0,60 | 0,55 | 0,86 | 0,65 |
| густота стояния растений | 0,54 | 0,40 | -0,35 | -0,64 |

При помощи метода многофакторного дисперсионного анализа выявлено достоверное влияние доли факторов и их взаимодействие с урожайностью и устойчивостью к полеганию растений рапса ярового по схеме Н. А. Плохинского (%). Установлено, что на урожайность маслосемян рапса ярового в 2022 г. и 2023 г. в большей степени, среди изучаемых вариантов, оказывали влияние факторы: «генотип» (С) (28,5 и 42,5%), «доза азота» (В) (14,4 и 28,1%) и «норма высева» (А) (12,5-9,5%). Доля взаимодействия факторов «норма высева» (А) + «генотип» (С) в 2022 г. составила 18,5%, а в засушливом 2023 г. – 1,4% (рис. 1).

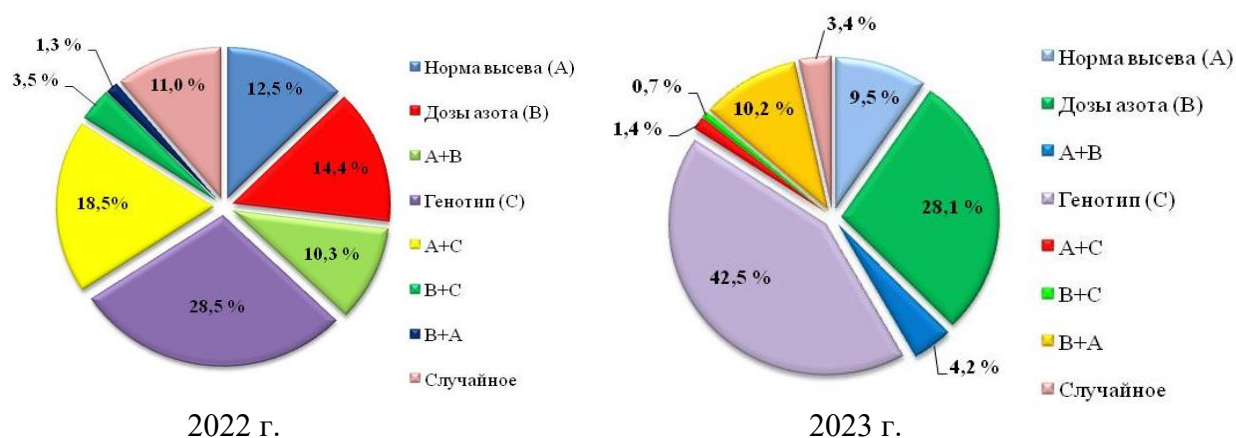


Рис. 1. Доля влияния факторов на урожайность рапса ярового, 2022 и 2023 гг.

Исследованиями выявлено, что в большей степени на показатель «устойчивость к полеганию», среди изучаемых вариантов в 2022 и 2023 гг., оказывают влияние факторы «норма высева» (A) (34,3 и 32,0%) и «доза азота» (B) (31,7 и 33,3%) соответственно. Установлено, что на устойчивость к полеганию достаточно существенное влияние оказал «генотип» (C) – 20,3 и 18,1%, соответственно по годам исследований (рис. 2).

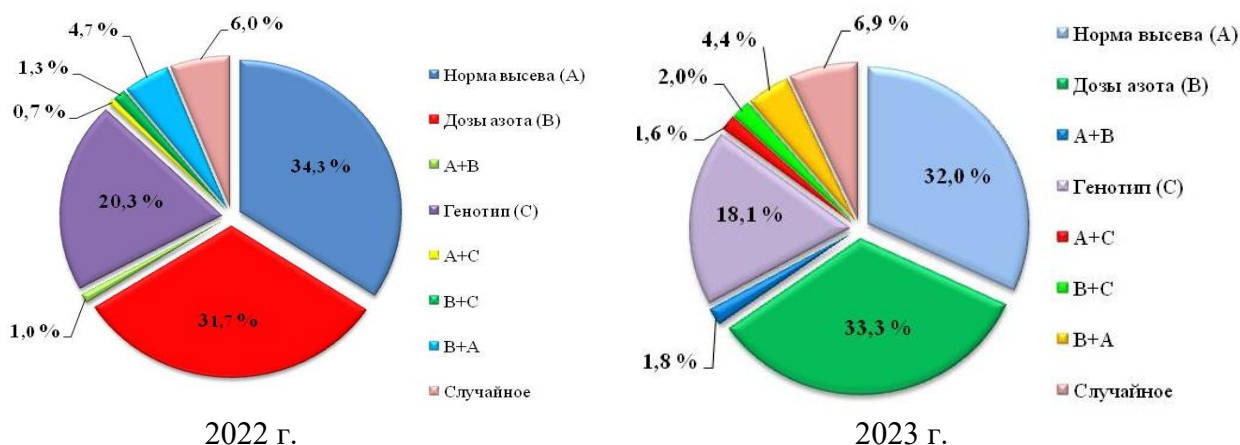


Рис. 2. Доля влияния факторов на устойчивость к полеганию рапса ярового, 2022 и 2023 гг.

Выводы

1. Установлено, что в средней степени коррелируют с устойчивостью к полеганию при норме высева 1,5 млн. шт./га и дозами азота – N_{120} и N_{120+60} следующие признаки: масса 1000 семян ($r=0,60$ и $r=0,55$), число семян в стручке на центральной кисти ($r=0,41$ и $r=0,50$), число стручков на растении ($r=0,35$ и $r=0,38$) соответственно.

2. На провокационном фоне, при посеве с нормой высева семян 3,0 млн. шт. и при внесении азота N_{120+60} , выявлена положительная корреляционная связь средней силы между устойчивостью к полеганию и массой 1000 семян ($r=0,65$) и слабая связь с числом стручков на растении ($r=0,20$).

3. На урожайность маслосемян рапса ярового в 2022 и 2023 гг. в большей степени оказывали влияние факторы: «генотип» (C) (28,5 и 42,5%), «доза азота» (B) (14,4 и 28,1%) и «норма высева» (A) (12,5-9,5%). Доля взаимодействия факторов «норма высева» (A) + «генотип» (C) в благоприятном 2022 г. составила 18,5%, а в засушливом 2023 г. – 1,4%.

4. Исследованиями выявлено, что на показатель «устойчивость к полеганию» в большей степени оказали влияние факторы «норма высева» (A) (34,3 и 32,0%), «доза азота» (B) (31,7 и 33,3%) и «генотип» (C) – 20,3 и 18,1% соответственно, по годам исследований.

Литература

1. Пиллюк Я.Э., Пикун О.А., Бакановская А.В. Рапс – основная масличная культура республики Беларусь // Рапс: настоящее и будущее: к 30-летию возделывания рапса в Беларуси: материалы III Междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 15–16 сент. 2016 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию. – Минск, – 2016. – С. 36-40.
2. Cooper R.L. Influence of early lodging on yield of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] // *Agronomy J.* – 1971. – Vol. 63, – № 3. – P. 449-450.
3. Setter T.L., Laureles E.V., Mazaredo A.M. Lodging reduces yield of rice by self-shading and reductions in canopy photosynthesis // *Field Crops Research.* – 1997. – Vol. 49, № 2–3. – P. 95–106.
4. Genome-wide association study for flowering time, maturity dates and plant height in early maturing soybean (*Glycine max*) germplasm / J. Zhang [et al.] // *BMC Genomics.* – 2015. – Vol. 16, № 217. – P. 1-11.
5. Li F.A. genome-wide association study of plant height and primary branch number in rapeseed (*Brassica napus*) / F. Li [et al.] // *Plant Science.* – 2016. – Vol. 242. – P. 169–177.

References

1. Pilyuk Ya.E., Pikun O.A., Bakanovskaya A.V. Rapeseed - the main oilseed crop of the Republic of Belarus // Rapeseed: present and future : to the 30th anniversary of rapeseed cultivation in Belarus : materials of the III Int. sci.-appl. conference, Zhodino, 15-16 Sep. 2016 / Nat. Acad. Sci. Belarus, Nat. Centre Nat. Acad. Sci. Belarus on Agriculture. – Minsk, 2016. – Pp. 36-40.
2. Cooper, R. L. Influence of early lodging on yield of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] // *Agronomy J.* – 1971. – Vol. 63, no. 3. – P. 449-450.
3. Setter T.L., Laureles E.V., Mazaredo A.M. Lodging reduces yield of rice by self-shading and reductions in canopy photosynthesis // *Field Crops Research.* – 1997. – Vol. 49, no. 2–3. – P. 95-106.
4. Genome-wide association study for flowering time, maturity dates and plant height in early maturing soybean (*Glycine max*) germplasm / J. Zhang [et al.] // *BMC Genomics.* – 2015. – Vol. 16, no. 217. – P. 1-11.
5. Li F.A genome-wide association study of plant height and primary branch number in rapeseed (*Brassica napus*) / F. Li [et al.] // *Plant Science.* – 2016. – Vol. 242. – P. 169-177.