

ЛИТЕРАТУРА

1. Буга, С. Ф. Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси: монография / С. Ф. Буга; РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж: укрупн. тип. им. С. Будного, 2013. – 240 с.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) 5-е изд., доп. и перераб. / Б. А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Интегрированные системы защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков: (рекомендации) / С. В. Сорока [и др.]. – Несвиж: укрупн. тип. им. С. Будного, 2012. – 176 с.

УДК 631.52:635.75

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ СОРТОВ НИГЕЛЛЫ (*NIGELLA L.*)

А. Л. Исакова

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного знамени сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 213407, г. Горки,
ул. Мичурина, 5; e-mail: nastyaisakova213@gmail.com)

Ключевые слова: сорт, нигелла, селекция, стабильность, адаптивность, пластичность.

Аннотация. Нигелла – малораспространенная, но перспективная культура в Республике Беларусь, однако в настоящее время в широких масштабах не возделывается. В этой связи изучение и анализ ее продуктивности и адаптированности к местным условиям является актуальной темой исследования и имеет практическое значение для народного хозяйства. Целью работы являлась оценка экологической пластичности, адаптивности и стабильности отечественных сортов нигеллы по признаку «масса семян с растения». Все сорта имели достаточно высокие значения коэффициента адаптивности (0,96-0,99). Сорта Беларускі Духмяны и Радасць – наиболее адаптивные сорта, их средние показатели максимально приближены к лучшему значению. Сорта Сунічны Водар и Іскра также хорошо адаптированы, но имеют небольшие колебания. Сорт Знажарка показывает наименьшую адаптивность, что говорит о возможных более сильных отклонениях урожайности в неблагоприятные годы. Таким образом, для устойчивого выращивания в различных условиях лучше подойдут сорта Беларускі Духмяны и Радасць.

ECOLOGICAL PLASTICITY AND STABILITY OF NIGELLA VARIETIES IN BELARUS

A. L. Isakova

Belarusian State Order of the October Revolution and the Red Banner of Labor Agricultural Academy
Gorki, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 213407, Gorki,
5 Michurin St.; e-mail: nastyaisakova213@gmail.com)

Key words: *variety, nigella, selection, stability, adaptability, plasticity.*

Summary. *Nigella is a rare but promising crop in the Republic of Belarus, but is currently not cultivated on a large scale. In this regard, the study and analysis of its productivity and adaptability to local conditions is a relevant research topic and has practical significance for the national economy. The aim of the work was to assess the ecological plasticity, adaptability and stability of nigella varieties based on the «seed weight per plant» feature. All varieties had fairly high adaptability coefficient values (0,96-0,99). The Belaruski Dukhmyany and Radasc varieties are the most adaptive varieties, their average values are as close as possible to the best value. The Sunichny Vodar and Iskra varieties are also well adapted, but have small fluctuations. The Znaharka variety shows the least adaptability, which indicates possible stronger deviations in yield in unfavorable years. Thus, Belaruski Dukhmyany and Radasc are better suited for sustainable cultivation in various conditions.*

(Поступила в редакцию 17.06.2025 г.)

Введение. Большую ценность для потребителей представляют сорта, сочетающие высокие биологические, хозяйственные и технологические свойства и одновременно обладающие достаточной экологической стабильностью и пластичностью. Создание экологически устойчивых сортов, т. е. форм средней интенсивности, способных давать, возможно, не очень высокую, но стабильную урожайность в любых условиях, остается одной из актуальных проблем в растениеводстве. Наличие арсенала сортов, отвечающих требованиям современного агропроизводства, является фундаментом для повышения эффективности растениеводческой отрасли. В связи с этим в современных условиях значительно возрастает роль адаптивной селекции растений при создании сортов, сочетающих высокую потенциальную продуктивность с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам. В ряду характеристик сортов существенная роль отведена их адаптивным свойствам, правильная и разносторонняя оценка которых позволяет максимально использовать позитивный эффект взаимодействия генотип-среда [2, 3].

Нигелла – малораспространенная, но перспективная культура в Республике Беларусь, однако в настоящее время в широких масштабах не возделывается. В этой связи изучение и анализ ее продуктивности и

адаптированности к местным условиям является актуальной темой исследования и имеет практическое значение для народного хозяйства.

Цель работы – оценка экологической пластиичности, адаптивности и стабильности сортов нигеллы по признаку «масса семян с растения».

Материалы и методика исследований. Объектом исследования были сорта нигеллы дамасской Радасць, Сунічны Водар, Искра и нигеллы посевной Знахарка, Беларускі Духмяны отечественной селекции. Изучение особенностей роста и развития нигеллы проводили в 2021-2023 гг.

Полевые исследования в Республике Беларусь проводили на опытном поле кафедры плодоовощеводства УО «БГСХА» (г. Горки, Могилевская область, Республика Беларусь) на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели: pH_{KCl} – 6,1-6,2, P_2O_5 (0,2 М HCl) – 173-182 мг/кг, K_2O (0,2 М HCl) – 205-212 мг/кг, гумус (0,4 н $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) – 2,5-2,7 % (индекс агрохимической оккультуренности – 0,85). Климат Республики Беларусь умеренно континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет 7,1 соответственно. Сумма активных температур за период вегетации растений в Республике Беларусь в среднем составляет 2667,0 °C, сумма осадков за вегетацию составляет 383 мм.

Устойчивость к стрессу и генетическую гибкость (или компенсаторную способность) сорта определяли по методу А. А. Rossielle, J. Hemblin [7], гомеостатичность (Hom) по методике В. В. Хангильдина [5], показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) по методике Э. Д. Неттевича и А. И. Моргунову [4], коэффициент адаптивности (КА) по методике Л. А. Животкова [1], индекс экологической пластиичности по Eberhard S. A., Russell W. A. [6]. Расчет НСР₀₅ производился при помощи программы BASIC.

Посев нигеллы проводили в 1-й декаде мая рядовым способом, норма высева всхожих семян – 1,1 млн./га, площадь делянки – 5 м², повторность опыта 3-кратная, предшественник – капуста белокочанная, чистый пар, свекла. Посев проводили ручной сеялкой, уборку – селекционным комбайном WINTERSTEIGER.

Результаты исследований и их обсуждение. В целом, в годы проведения исследований климатические условия в северо-восточной зоне Республики Беларусь были благоприятными для возделывания нигеллы и способствовали активному росту, развитию ее растений и своевременному созреванию семян (таблица 1).

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод, что вегетационный период культуры в 2021 г. характеризовался как умеренно

влажный, коэффициент увлажнения составил 0,96 в Республике Беларусь. За время роста и развития нигеллы общая сумма осадков составила 268,3 мм в Республике Беларусь при среднесуточных температурах 22,8 °C. В 2022-2023 гг. условия вегетации нигеллы в Республике Беларусь были как умеренно засушливыми (ГТК 0,86), так и засушливыми (ГТК 0,69). Средние температуры в эти годы составили 21,3 и 21,5 °C соответственно, а количество осадков за указанный период колебалось от 182,9 до 224,7 мм.

Как показали исследования, гидротермические условия благоприятны для возделывания нигеллы. Обеспеченность теплом на всей территории возделывания составляет 100 %. Самым неустойчивым элементом климата являются осадки. Их количество сильно колеблется как по годам, так и в течение года.

Таблица 1 – Метеорологические условия за период вегетации нигеллы, 2021–2023 гг.

Месяц/год	2021		2022		2023	
	Температура воздуха, °C	Сумма осадков, мм	Температура воздуха, °C	Сумма осадков, мм	Температура воздуха, °C	Сумма осадков, мм
Май	16,5	53,3	14,6	60,3	16,5	5,4
Июнь	23,8	22,3	22,5	88,0	21,5	46,2
Июль	28,1	74,8	22,5	65,5	22,5	88,5
Август	22,8	117,9	25,6	10,9	25,5	42,8
Среднее	22,8	268,3	21,3	224,7	21,5	182,9
ГТК	0,96		0,86		0,69	

Высота растений является важным признаком, влияющим на производственные процессы.

Например, сильно низкие растения создают большие сложности при уборке. И наоборот, более высокие приводят к полеганию растений и, как следствие, к потере урожая. В наших исследованиях в условиях Республики Беларусь высота растений колебалась от 52,6 до 74,5 см, при этом по годам изменчивость данного признака была низкая, коэффициент вариации составил 0,27-2,48 % (таблица 2).

Количество листовок на одном растении составило 15,3-17,3 шт. В условиях Республики Беларусь количество листовок по годам было стабильно, коэффициент вариации по сортам составил всего 0,37-5,78 %.

Наибольшее количество листовок на растении отметили у сорта Сунічны Водар (17,3 шт.), что на 1,0 и 2,0 шт. превышает другие сорта, при НСР₀₅ – 1,68 шт.

Количество семян в одной листовке формируется от 68,4 до 78,6 шт., коэффициент вариации составлял 0,26-8,69 %.

В условиях Беларуси масса семян с одного растения составила 2,87-3,97 г, существенно выделился сорт Сунічны Водар (3,97 г), что на 0,8-1,1 г превышало показатели других сортов. Отечественные сорта нигеллы сформировали крупные семена, масса 1000 семян составила 2,42-3,09 г.

Таблица 2 – Параметры структуры урожая сортов нигеллы (среднее за 2021-2023 гг.)

Показатель	Параметр	Знахарка	Беларускі Духмяны	Радасць	Сунічны Водар	Искра	НСР ₀₅
Высота растения, см	среднее	57,2	74,5	52,6	64,0	53,1	1,41
	CV, %	1,9	0,4	0,3	0,2	2,5	
Количество листовок на растении, шт.	среднее	16,5	16,5	15,4	17,5	15,3	1,68
	CV, %	5,8	2,1	0,3	1,1	1,1	
Количество семян в листовке, шт.	среднее	68,7	73,2	68,4	78,6	72,7	10,2
	CV, %	8,7	1,9	2,4	0,2	1,3	
Масса семян с 1-го растения, г	среднее	3,2	2,8	3,1	3,9	3,1	0,39
	CV, %	3,6	2,0	1,8	3,8	3,1	
Масса 1000 семян, г	среднее	2,5	2,4	2,9	3,1	2,9	0,08
	CV, %	2,8	1,3	1,7	1,1	0,6	

Урожайность культуры высокая, в среднем за годы исследований по сортам составила 1,50-1,61 т/га (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность сортов нигеллы (среднее за 2021-2023 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га
Беларускі Духмяны	1,58
Знахарка	1,48
Радасць	1,50
Искра	1,54
Сунічны Водар	1,61

Генетическая гибкость сорта (ГГ) определяет реакцию сорта на условия выращивания и характеризует способность растений противостоять различным факторам среды. Чем ниже S^2i , тем выше стабильность сорта. Сорта Беларускі Духмяны и Радасць имеют наиболее стабильные показатели, поскольку их дисперсия самая низкая (0,0033). Сорта Знахарка и Искра показывают умеренную гибкость, с дисперсией 0,0133 и 0,0094 соответственно. Сорт Сунічны Водар имеет самую высокую изменчивость (0,0233), что говорит о высокой адаптивности, но низкой стабильности. Этот анализ помогает выбрать сорта в зависимости от условий: для стабильных условий (например, равномерный

агрофон) лучше подходят Беларускі Духмяны и Радасць. Для переменных условий (разные годы, климат) Сунічны Водар может быть более продуктивным, но с риском больших колебаний урожайности (таблица 4).

Таблица 4 – Параметры адаптивности и стабильности сортов нигеллы по признаку «масса семян с растения»

Сорт	ГГ	Ном	Уровень стабильности S_1	КА	СЦ	Коэффициент пластичности (bi)
Знахарка	0,0133	27,53	0,0042	0,96	3,16	1,12
Беларускі Духмяны	0,0033	49,85	0,0011	0,99	2,86	0,85
Сунічны Водар	0,0233	26,02	0,0058	0,97	3,96	1,20
Радасць	0,0033	54,52	0,0010	0,98	3,13	0,92
Искра	0,0094	31,87	0,0030	0,97	3,08	1,05

Гомеостатичность – это свойство растений при изменении условий их выращивания сохранять внутреннее равновесие и реализовать генетическую активность [5]. Этот критерий часто связывают со стабильностью сортов. Принято считать, что гомеостатичность – это способность растений поддерживать внутреннее равновесие и реализовывать генетические возможности сорта при отклонении от нормы условий их возделывания. Свойство гомеостатичности заключается в определенной устойчивости сортов какой-либо культуры против созданных изменений условий среды.

Так как связана она с экологической пластичностью, то устойчивость к дефициту влаги, высокой температуре воздуха и вообще к препадам экологических условий проявляется в характере высокого-моеостатичным сортам.

Наибольший интерес представляют сорта Радасць и Беларускі Духмяны с высоким уровнем гомеостаза (Ном) – 54,52 и 49,85 соответственно, т. е. это указывает на их способность формировать высокие потенциальные урожайности как в оптимальных, так и в лимитированных условиях, а также на стабильность генетической системы устойчивости растений. Сорт Сунічны Водар подходит для изменчивых условий, но имеет высокую изменчивость.

Сорта Радасць (0,0010) и Беларускі Духмяны (0,0011) – наиболее стабильные сорта, подходят для выращивания в стабильных условиях. Сорта Знахарка (0,0042) и Искра (0,0030) имеют умеренную стабильность, могут адаптироваться к разным условиям. Сорт Сунічны Водар наиболее пластичный, способен давать высокие урожаи в благоприятные годы, но чувствителен к неблагоприятным условиям.

Экологическая пластичность показывает способность сорта адаптироваться к изменяющимся условиям среды. Сорта Радасць и Беларускі Духмяны – наиболее стабильные сорта, подходят для предсказуемых условий выращивания. Сорта Знахарка и Искра – сорта средней пластичности, могут адаптироваться к разным условиям. Сорт Сунічны Водар – самый пластичный сорт, подходит для изменчивых условий, но менее стабилен.

Наивысшая селекционная ценность у сорта Сунічны Водар (3,96) – этот сорт сочетает высокое число семян и умеренную стабильность. Сорта Радасць (3,13) и Знахарка (3,16) также показывают высокую селекционную ценность, с небольшой разницей в стабильности. Беларускі Духмяны (2,86) – самый стабильный сорт, но с меньшей продуктивностью. Сорт Искра (3,08) – средний вариант по всем параметрам.

Также важно отметить, что все сорта имели достаточно высокие значения коэффициента адаптивности (0,96-0,99). Сорта Беларускі Духмяны и Радасць – наиболее адаптивные сорта, их средние показатели максимально приближены к лучшему значению. Сорта Сунічны Водар и Искра также хорошо адаптированы, но имеют небольшие колебания. Сорт Знахарка показывает наименьшую адаптивность, что говорит о возможных более сильных отклонениях урожайности в неблагоприятные годы.

Заключение. Почвенно-климатические условия Республики Беларусь обеспечивают нормальный рост, развитие и получение полноценного урожая нигеллы до 1,58-1,61 т/га. Наибольшую урожайность сформировал по результатам исследований сорт Сунічны Водар (1,61 т/га). Кроме того, сорта имели достаточно высокие значения коэффициента адаптивности (0,96-0,99). Наибольший интерес представляют сорта Радасць и Беларускі Духмяны с высоким уровнем гомеостаза (Hom) – 54,52 и 49,85 соответственно, т. е. это указывает на их способность формировать высокие потенциальные урожайности как в оптимальных, так и в лимитированных условиях, а также на стабильность генетической системы устойчивости растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайности / Л. А. Животков [и др.] // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3-6.
2. Нигелла в Беларусь / А. Л. Исакова [и др.]. – Горки, 2021. – 118 с.
3. Адаптивный потенциал сортов зернового гороха / Н. А. Коробова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3. – С. 41-44.
4. Неттевич Э. Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в Центральном районе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства / Э. Д. Неттевич // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2001. – № 3. – С. 50-55.

5. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях / В. В. Хангильдин [и др.] // Генетико-цитологические аспекты в селекции сельскохозяйственных растений. – 1984. – № 1. – С. 67-76.
6. Eberhart, S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russell // Crop. sci. – 1966. – Vol. 6, No. 1. – P. 36-40.
7. Rossielle, A. A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments / A. A. Rossielle, J. Hemblin // CropScience. – 1981. – Vol. 21., № 6. – P. 27-29.

УДК 631.895:633.16«324»(476)

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ ФУРАЖНОГО НАЗНАЧЕНИЯ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

В. С. Лагута, В. Г. Смольский

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: минеральные удобрения, органоминеральные удобрения, озимый ячмень, урожайность, качественные показатели зерна.

Аннотация. В аналитическом обзоре представлены литературные данные о влиянии минеральных и органоминеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимого ячменя фуражного назначения, которые должны учитываться при разработке дифференцированных технологий возделывания этой культуры в Республике Беларусь.

INFLUENCE MINERAL AND ORGANO-MINERAL FERTILIZERS ON YIELD AND QUALITY GRAIN WINTER BARLEY FORAGE PURPOSE (ANALYTICAL REVIEWING)

V. S. Laguta, V. G. Smolsky

EI «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,
28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: mineral fertilizers, organic mineral fertilizers, winter barley, yield, quality indicators of grain.

Summary. The analytical review presents literature data on the influence of mineral and organo-mineral fertilizers on the yield and quality of grain of forage-winter barley, which should be taken into account when developing differentiated technologies for the cultivation of this crop in the Republic of Belarus.

(Поступила в редакцию 11.06.2025 г.)