

# ДОКЛАДЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

Выходит шесть номеров в год

Журнал основан в июле 1957 года

---

МИНСК, БЕЛОРУССКАЯ НАУКА, 2011, ТОМ 55, № 2

---

Учредитель – Национальная академия наук Беларуси

Редакционная коллегия:

**М. В. Мясникович** (главный редактор),  
**А. М. Русецкий** (заместитель главного редактора),  
**С. А. Чижик** (заместитель главного редактора),  
**И. М. Богдевич, Н. А. Борисевич, Г. А. Василевич, П. А. Витязь,**  
**И. Д. Волотовский, И. В. Гайшун, В. Г. Гусаков, И. В. Залуцкий, О. А. Ивашкевич,**  
**Н. А. Изобов, А. Ф. Ильющенко, Н. С. Казак, С. Я. Килин, А. А. Коваленя, Ф. Ф. Комаров,**  
**И. В. Котляров, В. А. Лабунов, Ф. А. Лахвич, О. Н. Левко, А. И. Лесникович, В. Ф. Логинов,**  
**А. А. Махнач, А. А. Михалевич, П. Г. Никитенко, О. Г. Пенязьков, Ю. М. Плескачевский,**  
**А. Ф. Смянович, Л. М. Томильчик, В. М. Федосюк, Л. В. Хотылева, И. П. Шейко**

*Адрес редакции:*

220072, Минск, ул. Академическая, 1, к. 119,

тел. 284-19-19

<http://nasb.gov.by/rus/publications/dan/>

E-mail: [doklady@open.by](mailto:doklady@open.by)

# DOKLADY OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

Published bimonthly

The journal has been published since July, 1957

---

MINSK, BELORUSSKAYA NAUKA, 2011, Vol. 55, No 2

---

Founder – National Academy of Sciences of Belarus

Editorial Board:

**M. V. Miasnikovich** (Editor-in-Chief),

**A. M. Rusetsky** (Associate Editor-in-Chief),

**S. A. Chizhik** (Associate Editor-in-Chief),

**I. M. Bogdevich, N. A. Borisevich, G. A. Vasilevich, P. A. Vitiaz, I. D. Volotovski, I. V. Gaishun,**

**V. G. Gusakov, O. A. Ivashkevich, N. A. Izobov, A. F. Ilyushchanka, N. S. Kazak, S. Ya. Kilin,**

**A. A. Kovalenya, F. F. Komarov, I. V. Kotlyarov, V. A. Labunov, F. A. Lakhvich, O. N. Levko,**

**A. I. Lesnikovich, V. F. Loginov, A. A. Makhnach, A. A. Mikhalevich, P. G. Nikitenko,**

**O. G. Penyazkov, Yu. M. Pleskachevsky, A. F. Smeyanovich,**

**L. M. Tomilchik, V. M. Fedosyuk, L. V. Khotyleva, I. P. Sheiko, I. V. Zalutsky**

*Address of the Editorial Office:*

220072, Minsk, 1 Akademicheskaya Str., room 119

telephone: 284-19-19

<http://nasb.gov.by/eng/publications/dan/>

E-mail: [doklady@open.by](mailto:doklady@open.by)

**БИОЛОГИЯ**

УДК 634.738:581.19:581.5212.4(476)

Член-корреспондент Ж. А. РУПАСОВА, академик В. Н. РЕШЕТНИКОВ,  
И. М. ГАРАНОВИЧ, Т. В. ШПИТАЛЬНАЯ

**ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ  
СОРТОВ КИЗИЛА НАСТОЯЩЕГО (*CORNUS MAS. L.*) УКРАИНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ  
ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ**

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск

Поступило 24.03.2010

**Введение.** Особое место в ряду интродуцентов, являющихся потенциальными объектами лечебного садоводства в Республике Беларусь, занимает малоизученный декоративный кустарник – кизил настоящий (*Cornus mas L.*), плоды и вегетативные органы которого издавна используются в пищевых и медицинских целях, благодаря значительному содержанию в них ряда физиологически активных веществ, что делает их весьма привлекательными для комплексного практического использования, особенно в постчернобыльской ситуации. В настоящее время коллекция Центрального ботанического сада НАН Беларуси насчитывает 6 таксонов этого весьма перспективного вида, представленных его природной формой, распространенной на территории республики, а также пятью успешно интродуцированными сортами украинской селекции – Владимирский, Выдубецкий, Евгения, Лукьяновский и Радость, выведенных в условиях более теплого относительно Беларуси климата с жарким летом и обилием солнечных дней.

Важнейшим аспектом исследований, связанных с сортоизучением новых интродуцентов, является комплексная оценка биохимического состава их плодов в многолетнем цикле наблюдений, дающая представление не только о генотипических особенностях представителей данного вида, но и о степени зависимости от абиотических факторов параметров накопления в них широкого спектра полезных веществ, определяющей межсезонные различия органолептических свойств ягодной продукции. Рассмотрение данного аспекта ответной реакции интродуцентов на комплексное воздействие данных факторов представляется нам весьма актуальным, поскольку крайне неустойчивый характер погодных условий в период вегетации растений и созревания их плодов, свойственный белорусскому региону, может заметно повлиять на темпы накопления тех или иных соединений и тем самым оказать корректирующее действие на питательную и витаминную ценность ягодной продукции. Изучение же данного вопроса позволит выявить сорта интродуцентов, наиболее перспективные не только по вкусовым свойствам плодов, определяемым особенностями их биохимического состава, но и по степени устойчивости его отдельных компонентов к комплексному воздействию метеорологических факторов в районе интродукции.

**Материалы и методы исследования.** Исследования были выполнены в 2008–2009 гг. на фоне выраженных внутри- и межсезонных контрастов гидротермического режима в самый активный период созревания плодов (июнь–сентябрь), что создавало неадекватные предпосылки для формирования их биохимического состава. Так, данный период в 2008 г. характеризовался более теплыми, чем в 2009 г., июнем и особенно августом, но более прохладными июлем и особенно сентябрем, при соответствующих различиях среднемесячной температуры воздуха в пределах 0,5–2,3 °С. Однако наиболее выразительные межсезонные контрасты были свойственны режиму выпадения атмосферных осадков. За интересующий нас период в 2009 г. выпало почти вдвое большее их коли-

чество, нежели в 2008 г., при крайне неравномерном распределении по месяцам, причем количество осадков в июне и июле превышало таковое в 2008 г. соответственно в 4,6 и 1,9 раза, тогда как в августе оно уже уступало аналогичному показателю в первый год наблюдений в 1,6 раза, при адекватном их количестве в сентябре. Полагая, что определяющую роль в накоплении полезных веществ в плодах кизила играли погодные условия на заключительном этапе их созревания в августе, следует признать, что во второй год наблюдений они, из-за пониженного температурного фона и малого количества атмосферных осадков, оказались более жесткими, чем в первый.

Биохимический состав плодов вышеуказанных таксонов *Cornus mas* L. исследовали по 32 показателям с использованием распространенных методов получения аналитической информации о содержании в них сухих веществ; аскорбиновой кислоты (витамина С); титруемых кислот (общей кислотности); ряда химических элементов – азота, фосфора, калия, кальция, магния; растворимых сахаров, в том числе глюкозы, фруктозы, сахарозы; пектиновых веществ (водорастворимого пектина и протопектина); антоциановых пигментов, в том числе собственно антоцианов и лейкоантоцианов; суммы флавонолов; суммы катехинов; фенолкарбоновых кислот (в пересчете на хлорогеновую); дубильных веществ; лигнинов; бензойной кислоты; жирных масел; тритерпеновых кислот (в пересчете на урсоловую кислоту). Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности сотрудниками лаборатории химии растений ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» канд. биол. наук Т. И. Василевской, Н. П. Варавиной, Р. Н. Рудаковской, Н. Б. Криницкой. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Для оценки степени изменчивости параметров накопления соединений разной химической природы в двухлетнем цикле наблюдений мы ориентировались на значения коэффициентов вариации ( $V$ ) рассматриваемых признаков, указывающие на уровень их зависимости от комплексного влияния абиотических факторов, т. е. чем выше коэффициент вариации, тем сильнее эта зависимость и наоборот. Напомним, что по оценкам С. Н. Сеннова и В. Ф. Ковязина [2], изменчивость ряда для биологических объектов считается малой, если находится в пределах 11–30 % и большой, если превышает 31 %. При рассмотрении же анализируемой информации мы должны принять во внимание активную реакцию интродуцентов на внешние воздействия, позволяющую в определенной мере противостоять им и регулировать биохимический состав генеративных органов в пределах генетически детерминированных диапазонов варьирования каждого признака. Это дало основание сузить обозначенные выше границы малой изменчивости ряда для рассматриваемых показателей до 10 %. Соответственно ее средний диапазон характеризовался уровнем варибельности в пределах 11–20 %, а максимальный – свыше 20 %. Принятая градация уровней изменчивости анализируемых признаков совпадает с рекомендуемой Г. Н. Зайцевым для биологических объектов [1].

**Результаты и их обсуждение.** На основании полученных результатов были установлены заметно различающиеся по годам усредненные для таксономического ряда кизила настоящего количественные показатели биохимического состава плодов, что свидетельствовало о существенном влиянии на них абиотических факторов. Вместе с тем степень данных различий у анализируемых признаков была неодинаковой. Так, если для содержания в плодах сухих веществ, глюкозы, сахарозы, общего количества растворимых сахаров, соотношения моноз и дисахарида, значений сахаро-кислотного индекса, а также содержания гидропектина, фенолкарбоновых, бензойной кислот и большинства макроэлементов в оба года были получены близкие значения, то для параметров накопления в них фенольных соединений, жирных масел и ряда других веществ отмечены весьма выразительные межсезонные различия.

В связи с этим было проведено исследование внутривидовых различий степени зависимости от комплексного воздействия метеорологических факторов количественных характеристик биохимического состава плодов тестируемых таксонов *Cornus mas* L. **Сравнительный анализ усредненных значений коэффициентов вариации ( $V$ )** рассматриваемых признаков в двухлетнем цикле наблюдений, приведенных в таблице, давал возможность установить, какие характеристики биохимического состава плодов исследуемых таксонов кизила более, а какие – менее устойчивы к внешним воздействиям, равно как и определить интегральную степень устойчивости к ним в этом плане каждого изучаемого объекта.

**Усредненные в двулетнем цикле наблюдений (2008–2009 гг.) значения коэффициентов вариации количественных характеристик биохимического состава плодов интродуцированных таксонов *Cornus mas. L.*, %**

Показатель	Природная форма	Сорт Владимирский	Сорт Выдубецкий	Сорт Евгения	Сорт Лукьяновский	Сорт Радость	V, % средн.	Позиция показателя в ряду снижения уровня зависимости от метео-факторов
Сухие вещества	13,9	5,1	5,9	3,8	5,3	11,4	7,6	5
Свободные органические кислоты	16,2	6,8	10,9	9,6	9,7	3,3	9,4	10
Аскорбиновая кислота	1,8	6,6	8,8	6,1	33,7	22,5	13,2	14
Глюкоза	15,3	4,0	3,9	10,1	3,8	21,6	9,8	12
Фруктоза	25,3	16,2	25,5	4,9	12,0	9,5	15,6	16
Сахароза	5,8	16,4	6,5	2,7	4,0	14,3	8,3	9
Сумма растворимых сахаров	7,5	11,4	13,8	6,5	4,5	3,1	7,8	7
Фруктоза/Глюкоза	36,7	15,7	18,4	4,6	15,7	28,3	19,9	21
Монозы/Дисахарид	0,7	5,2	21,5	5,0	10,2	18,1	10,1	13
Сахаро-кислотный индекс	28,3	18,0	24,7	17,0	13,6	0	16,9	17
Гидропектин	28,2	14,6	17,7	14,5	31,0	14,0	20,0	22
Протопектин	39,6	20,9	41,2	32,6	11,2	20,4	27,6	25
Сумма пектиновых веществ	35,9	5,9	19,7	13,5	18,9	18,2	18,7	19
Протопектин/Гидропектин	10,3	34,1	57,3	47,1	21,4	3,6	29,0	27
Антоцианы	88,2	63,7	80,2	2,1	63,7	39,4	56,2	31
Лейкоантоцианы	48,9	33,0	29,1	2,6	19,5	11,0	24,0	23
Сумма антоциановых пигментов	65,5	46,0	51,2	2,4	34,3	21,1	36,8	28
Катехины	9,3	10,9	15,2	14,3	39,6	26,9	19,4	20
Флавонолы	36,1	10,1	28,1	20,3	38,7	35,3	28,1	26
Флавонолы/Катехины	27,4	1,2	12,6	6,6	1,3	8,7	9,6	11
Сумма биофлавоноидов	14,9	21,3	21,7	8,6	9,2	27,7	17,2	18
Фенолкарбоновые кислоты	4,5	7,9	6,8	13,2	10,3	4,8	7,9	8
Бензойная кислота	12,2	2,4	0	2,2	1,5	1,5	3,3	3
Дубильные вещества	18,0	50,5	35,1	35,3	5,4	12,9	26,2	24
Жирные масла	58,1	50,4	51,3	47,1	34,6	50,4	48,6	30
Тритерпеновые кислоты	12,4	25,5	7,5	9,6	21,2	4,6	13,5	15
N	36,2	55,4	34,7	39,5	42,2	21,1	38,2	29
P	4,0	3,4	14,9	7,4	3,4	9,9	7,2	4
K	3,2	12,0	5,0	7,9	8,9	9,2	7,7	6
Ca	1,9	0	3,7	0	0	2,0	1,3	1
Mg	0	6,1	0	5,7	0	0	2,0	2
V, % средн.	22,8	18,7	21,7	13,0	17,1	15,3	–	–

Анализ данных, приведенных в таблице, выявил весьма широкие диапазоны изменений коэффициентов вариации количественных характеристик биохимического состава плодов исследуемых таксонов *Cornus mas. L.* в двулетнем цикле наблюдений. Это свидетельствовало о разном уровне их зависимости от гидротермического режима сезона и позволяло обозначить признаки, а также таксоны данного вида, обладающие наибольшей и соответственно наименьшей степенью данной зависимости. При этом в пределах таксономического ряда кизила настоящего лишь некоторые показатели биохимического состава плодов характеризовались относительной стабильностью уровня изменчивости (малой, средней либо высокой). В большинстве же случаев соответствие уровня варибельности данных показателей определенной области градации имело место только у отдельных таксонов, и зачастую диапазон изменений уровня варибельности того или иного признака в пределах таксономического ряда интродуцентов охватывал все три области данной градации.

На наш взгляд, наиболее объективное представление о степени изменчивости количественных показателей биохимического состава плодов в двулетнем цикле наблюдений, свидетельствующей об их устойчивости к атмосферным воздействиям, могут дать усредненные в генотипическом ряду значения коэффициентов вариации, приведенные в таблице. Анализ данной информации показал, что для 42 % показателей биохимического состава плодов ис-

следуемых таксонов *Cornus mas.* L. был присущ малый ( $V < 10\%$ ) уровень варибельности, тогда как для остальных показателей в равных долях (по 29 %) средний ( $V = 11\text{--}20\%$ ) и высокий ( $V > 20\%$ ).

Для выявления последовательности анализируемых признаков в порядке возрастания уровня их изменчивости в двухлетнем цикле наблюдений, указывающего на усиление межсезонных различий, были определены позиции каждого из них в соответствии с увеличением значений коэффициентов вариации, представленные в таблице. Из ее данных следует, что для совокупности таксонов *Cornus mas.* L. наименее выразительные межсезонные различия установлены для содержания в плодах большинства макроэлементов, сухих веществ, глюкозы, сахарозы и общего количества растворимых сахаров, свободных органических, бензойной и фенолкарбоновых кислот, соотношений моноз и дисахарида в составе углеводного пула, а также соотношения флавонолов и катехинов в составе биофлавоноидного комплекса, тогда как наиболее выразительные – для содержания в них азота, протопектина, обеих фракций антоциановых пигментов, флавонолов, дубильных веществ и жирных масел.

Вместе с тем двухлетний характер исследований позволял также выявить таксоны *Cornus mas.* L., обладающие наибольшей и соответственно наименьшей устойчивостью биохимического состава плодов к внешним воздействиям. В связи с этим для каждого из них были определены усредненные (средневзвешенные) для совокупности анализируемых признаков значения коэффициентов вариации, дающие интегральное представление о степени изменчивости в двухлетнем цикле наблюдений биохимического состава плодов того или иного объекта в целом. Как следует из данных таблицы, значения указанных коэффициентов в спектре изучаемых таксонов кизила настоящего располагались в диапазоне величин от 13,0 до 22,8 %. В соответствии с увеличением значений данных коэффициентов были определены следующие позиции каждого таксона в нижеприведенном ряду снижения степени устойчивости биохимического состава его плодов к атмосферным воздействиям в двухлетнем цикле наблюдений: Евгения > Радость > Лукьяновский > Владимирский > Выдубецкий > Дикорастущая природная форма

Исходя из приведенной последовательности таксонов *Cornus mas.* L., можно заключить, что селекционный процесс способствовал заметному снижению степени зависимости биохимического состава плодов сортового материала от гидротермического режима в период их созревания. При этом наибольшей стабильностью в данном ряду характеризовался биохимический состав плодов сортов Радость и особенно Евгения, наименьшей – сортов Владимирский, Выдубецкий, но особенно дикорастущей природной формы кизила настоящего.

**Заключение.** Таким образом, в результате сравнительного анализа усредненных в двухлетнем цикле наблюдений значений коэффициентов вариации ( $V$ ) 32 показателей биохимического состава плодов таксонов *Cornus mas.* L., представленных его природной дикорастущей формой и интродуцированными в условиях Беларуси 5 сортами украинской селекции (Владимирский, Выдубецкий, Евгения, Лукьяновский и Радость), было установлено следующее. Наименее выразительные межсезонные различия установлены для содержания в плодах большинства макроэлементов, сухих веществ, глюкозы, сахарозы и общего количества растворимых сахаров, свободных органических, бензойной и фенолкарбоновых кислот, соотношений моноз и дисахарида в составе углеводного пула, а также соотношения флавонолов и катехинов в составе биофлавоноидного комплекса, тогда как наиболее выразительные – для содержания в них азота, протопектина, обеих фракций антоциановых пигментов, флавонолов, дубильных веществ и жирных масел. Показано, что селекционный процесс способствовал заметному снижению степени зависимости биохимического состава плодов сортового материала от гидротермического режима в период их созревания. При этом наибольшей стабильностью в таксономическом ряду характеризовался биохимический состав плодов сортов Радость и особенно Евгения, наименьшей – сортов Владимирский, Выдубецкий, но особенно дикорастущей природной формы кизила настоящего.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект Б08-057).

## Литература

1. З а й ц е в Г. Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М., 1973. – 256 с.
2. С е н н о в С. Н., К о в я з и н В. Ф. Лесоводство: Учеб. пособие. Л., 1990. – 91 с.

*RUPASOVA J. A., RESHETNIKOV V. N., GARANOVICH I. M., SHPITALNAYA T. V.*

[cbg@it.org.by](mailto:cbg@it.org.by)

### **INFLUENCE OF ABIOTIC FACTORS ON THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF CORNELIAN CHERRY (*CORNUS MAS. L.*) FRUITS OF UKRAINIAN SELECTION SORTS INTRODUCED IN THE CONDITIONS OF BELARUS**

#### **Summary**

On the basis of the comparative analysis of the variation coefficients ( $V$ ) of 32 biochemical composition parameters of fruits of 6 *Cornus mas. L.* taxons – its natural wild form and 5 sorts of Ukrainian selection introduced in the conditions of Belarus (Vladimirsky, Vyubetsky, Eugenia, Lukianovsky, Radost) – averaged in a two-year cycle of observation, the parameters and taxons having the greatest and the smallest dependence on the complex influence of abiotic factors have been revealed.