

## БІОХІМІЧНІ АСПЕКТИ СЕЛЕКЦІЇ ЯГІДНИХ КУЛЬТУР РОДІВ *RUBUS L.* ТА *RIBES L.*

**В.М. ЄЖОВ**, академік НААН України, доктор техн. наук, професор  
**І.В. ГРИНИК**, академік НААН України, доктор с.-г. наук, професор  
Інститут садівництва НААН України, 03027, Київ-27, вул. Садова, 23,  
e-mail: ezhov.valeriy@gmail.com

*Вивчено сучасний рівень біохімічних досліджень плодів культур родин Rubus L. та Ribes L. – малини, ожини, смородини чорної, порічок та агрусу. Встановлено, що загальноприйняті у вітчизняній практиці показники біохімічного складу ягід з точки зору оцінки дієтичних і лікувально-профілактичних якостей останніх мало інформативні і вимагають подальшого поглибленого вивчення. На підставі аналізу бази даних щодо вмісту та індивідуального складу біологічно активних речовин (БАР) п'яти видів перелічених ягідних культур запропоновано розширити коло аналітичних методів, які застосовують під час селекційних робіт, визначенням складу й кількості жирних кислот, каротиноїдів, токоферолів, стеролів, летких сполук, а також фенольних речовин- у сумі та за вмістом і складом антоціанів флавонолів, флаван-3-олів, фенолокислот, проціанідинів, халконів, елаговой кислоти і елаготаніну.*

**Ключові слова:** ягода, роди *Rubus L.* і *Ribes L.*, біохімічний склад, біологічно активні речовини, селекція, методи аналізу.

**Постановка проблеми.** До поширених представників родів *Rubus L.* та *Ribes L.* належать зокрема малина, ожина, чорна смородина, порічки та агрус. Під час проведення селекційних робіт з ними використовують відповідні біохімічні аналізи, котрі як правило включають встановлення маси плоду, вмісту у ньому сухих речовин, простих вуглеводів та органічних кислот, зокрема аскорбінової, суми зольних елементів. У наших попередніх публікаціях з проблем біохімічного супроводу селекції зерняткових [1] і кісточкових [2] культур було відмічено, що подібний спектр біохімічного аналізу плодів на сучасному рівні селекційних досліджень недостатній і вимагає значного розширення. Особливий акцент при цьому варто зосередити не стільки на споживній цінності плодів, скільки на їх дієтичних і лікувально-профілактичних властивостях. Враховуючи цю тезу, метою нашого наступного дослідження обрано аналіз новітньої інформації щодо біохімічного складу ягід родів *Rubus L.* та *Ribes L.* з метою визначення репрезентативних показників, які можна рекомендувати як ефективні у процесі селекції рослин вказаних родів.

**Методика дослідження.** Формування бази даних щодо вмісту біологічно-активних речовин у ягодах 5 видів родів *Rubus L.* та *Ribes L.* шляхом вивчення даних вітчизняної та зарубіжної літератури за останні 30 років, систематизація і аналіз одержаної інформації, визначення найбільш інформативних показників.

**Результати й обговорення.** Характерними представниками роду *Rubus* L. є малина європейська (звичайна), *Rubus idaeus* L. та ожина – зокрема більш поширеними є ожина сиза, *Rubus caesius* L. та ожина звичайна, *Rubus fruticosus* L. Згідно з даними таблиці 1, маса плодів цих культур у більшості подібна, але у деяких сортів ожини в умовах тропіків сягає 20 г.

### 1. Загальний біохімічний склад ягід малини й ожини

Компонент складу	Малина		Ожина	
	показник	джерело інформації	показник	джерело інформації
<i>Маса плоду, г:</i> мінімальна максимальна	1,5-2,3 4,6-6,6	3, 4 7	1,9-2,5 4,8-20,0	5, 6 8, 9
<i>Сухі речовини, %:</i> мінімальний максимальний	10,7-14,1 16,0-19,4	10, 11 13, 14	12,0-15,6 17,8-25,7	12 15, 16
<i>Вуглеводи, %:</i> мінімальний максимальний	3,8-7,0 7,5-10,7	10, 17, 18 20, 21, 22	4,0-6,0 6,5-12,6	6, 12, 19 19, 23, 24
<i>Органічні кислоти, %:</i> мінімальний максимальний	0,8-1,3 1,5-2,3	10, 18, 25 21, 26, 27	0,9-1,3 1,5-2,2	15, 19, 22 5, 26, 28
<i>Вітамін С, мг/100 г:</i> мінімальний максимальний	16,0-30,0 35,0-68,0	14, 17, 27 18, 30, 31	7,5-20,5 25,0-54,7	5, 6, 29 19, 24, 28

Вміст сухих речовин в ягодах малини становить 10,7-19,4 %, ожини – дещо вищий (12,0-25,7 %). Отже, плоди першої з названих культур більш соковиті. Така ж тенденція зберігається щодо кількості вуглеводів: в ягодах малини 3,8-10,7, ожини 4,0-12,6 %. Що стосується органічних кислот, їх концентрація у плодах обох видів подібна, тоді як аскорбінової кислоти в ягодах малини дещо вища. Наведену інформацію варто поповнити даними про склад і вміст окремих компонентів. Плід малини містить [32] фруктозу, глюкозу і сахарозу з часткою 53,42 і 5 %, а ожини – лише фруктозу та глюкозу з часткою 67 і 33 % [33]. Стосовно кислот, в ягодах ожини виявлено яблучну, лимонну та шавлеву (42, 44 і 14 % відповідно), в той час як у плодах малини домінує яблучна із часткою 85-90 % [20], але міститься також і саліцилова – до 0,57 % водного екстракту у перерахунку на суху речовину [34]. Склад мінеральних елементів в ягодах малини та ожини подібний, зокрема кількість калію в них становить 72-185, магнію – 11-23, кальцію – 11-40 мг/100 г [16, 20, 26, 27, 35, 36]. Водночас малина відзначається вищим вмістом фосфору (28,5-35,1 мг проти 10,9-24,5/100 г у плодах ожини) та наявністю заліза (до 0,6 мг/ 100 г). Серед інших біологічно активних речовин в ягодах обох видів відмітимо протеїн, жири, пектинові речовини, кількість яких мало різниться між малиною і ожиною (відповідно 1,0-1,6, 0,3-0,9 і 0,2-1,8 %) [3, 6, 7, 21, 26, 29, 32, 36]. У плодах обох видів серед жирних кислот, зосереджених в основному у насінні, домінують олеїнова, лінолева і ліноленова. Вміст двох останніх в ягодах малини сягає 90 %, ожини – 75-78 %

[24, 37]. Плоди останньої характеризуються також підвищеним вмістом токоферолів, в олії з насіння їх 169,6-205,4 мг/100 г олії, а також стеролів з відповідним вмістом 615,9-624,9 мг/100 г олії. Для прикладу в аналогічній олії з насіння ягоди малини вміст токоферолів складає лише 26,2-33,0 мг/100 г [3, 32, 36]. У складі токоферолів плодів ожини ідентифіковані [20] β- та γ-токоферолі (105,2-109,7 і 56,2-82,3 мг/100 г олії), серед стеролів – β-ситостерол, стигмастерол і кампестерол із відповідним вмістом 8-437, 106-109 і 76-78 мг/ 100 г олії.

Найважливішою групою БАР в ягодах малини та ожини є фенольні сполуки. За даними таблиці 2, їх вміст у плодах досить високий, але помітно вищий в ягодах ожини – до 1310 мг/100 г ягоди. У малини чітко простежується градація кількості цих речовин залежно від кольору плодів – від 401 мг/100 г у жовтих до 875 у чорних. Чільне місце серед фенольних речовин обох культур займають антоціани, вміст яких найнижчий у жовтих плодах малини (9 мг/100 г), вищий у чорних плодах (до 330 мг) і найвищий в ягодах ожини – до 465 мг/100 г. Судячи з усього, індивідуальний склад антоціанів є чіткою видовою ознакою представників роду *Rubus* L. Так, серед цих речовин у плодах малини переважають ціанідин-3-софорозид, ціанідин-3-рутинозид та ціанідин-3-глюкозил-рутинозид, тоді як в ягодах ожини домінує ціанідин-3-глюкозид, а також присутній специфічний для даного виду ціанідин-3-диоксалоїл-глюкозид. По флавонолах і флаван-3-олах такої залежності немає, у

## 2. Характеристика фенольного спектру ягід малини й ожини, мг/100 г

Компонент складу, мг/100 г	Малина		Ожина	
	вміст	джерело інформації	вміст	джерело інформації
<i>Сума речовин:</i>	102-875	24, 27	114-1310	36, 39
жовта малина	102-401	14		
червона малина	317-526	14, 40		
чорна малина	381-785	32		
<i>Антоціани:</i>	4-330	14, 40	35-465	19, 36, 38
жовта малина	4-9	14, 40		
червона малина	237-251	18, 26, 41		
чорна малина	22-330	32		
<i>В тому числі частка, %:</i>		4, 14		36
ціанідин-3-софорозид	15,2-84,1		0	
ціанідин-3-рутинозид	14,7-31,8		1-12	
ціанідин-3-глюкозид	0		44-95	
ціанідин-3-глюкозил-рутинозид	0-35		0	
ціанідин-3-диоксалоїлглюкозид	0		4-8	
<i>Флавоноли, флаван-3-оли:</i>	9,6	22	13-27	5, 36
кверцетин, кемпферол	1,7		4-18	
(+)-катехін	0,6		3-9	
Фенолокислоти	26-29	38	7-64	36
Проціанідини	30-79	32	5-27	36
Елагова кислота	3,2-4,2	14, 41	1,6-3,6	36
Елаготанін	28-331		22-90	

плодах обох видів містяться похідні кверцетину, кемпферолу і (+)-катехін, однак значно більше їх – окремо і в сумі- в ягодах ожини. Більше в них і фенолокіслот, однак у цьому знов простежується видова специфіка. Її першою ознакою є те, що 90 % фенолокіслот малини присутні у вільній формі, тоді як в ожині 53 % з них – у складі естерів, 44 – глікозидів і лише 3 % у вільній формі. Окремими представниками фенолокіслот у плодах малини є зокрема [38] оксibenзойні (до 80 % з них становить ванілінова) та оксикоричні (до 60 % – ферулова). Frum et all [39] виявили тут також бузкову і галову кислоти – 2,8 і 1,2 мг/100 г ягоди. В ягодах ожини у складі естерів і глікозидів присутні кумарова і кофейна, а також саліцилова кислота; її глікозидна форма має значний жарознижуючий ефект.

Ще одним компонентом плодів малини й ожини, який чітко окреслює їх видову особливість, є леткі сполуки. В їх складі відмітимо: в малини (Z)-3-гексеналь (до 0,2 мг/100 г), специфічний для виду 4-(4-гідроксифеніл)-бутан-2-он (до 0,42 мг), терпени – гераніол (до 0,19), (E) –  $\beta$ -каріофілен (до 0,12 мг), а також етил-5-гідроксиоктанон (до 0,13 мг),  $\alpha$ - та  $\beta$ - іонони (до 0,18 і 0,09 г/100 г відповідно). Аромат ягодам ожини забезпечують, насамперед, похідні фурану: 5-оксиметилфурфурол і 2,3-дигідрокси-3,5-дигідрокси-6-метил-4Н-піран-4-он [27].

Найбільш поширеними представниками роду *Ribes* L. є агрус, порічки і смородина чорна – *Ribes uva-crispa* L., *Ribes rubrum* L., *Ribes nigra* L. Інформація про загальний біохімічний склад плодів цих культур надана у таблиці 3. Згідно з нею, маса ягоди перелічених рослин найвища в агрусу – 1,8-10 г і найнижча у порічок – 0,5-0,9 г. За показником вмісту сухих речовин першими є плоди чорної смородини (до 24,8 %), у двох інших культур він нижчий або майже однаковий.

Найбільше вуглеводів накопичується також у ягодах чорної смородини (до 14,2 %), дещо менше у плодах агрусу (13,4 %), а максимальна кількість

### 3. Загальний біохімічний склад плодів роду *Ribes* L.

Компонент складу	Чорна смородина		Порічки		Агрус	
	показник	джерело інформації	показник	джерело інформації	показник	джерело інформації
<i>Маса плоду, г:</i> мінімальна максимальна	0,6-1,2 1,5-2,5	43, 44 49, 50	до 0,5 0,5-0,9	45, 46	1,8-3,7 7,8-10	47, 48 51-52
<i>Сухі речовини, %:</i> мінімальний максимальний	14,2-16,4 15,5-24,8	53, 54 59, 60	13,4-15,1 16,2-19,6	55, 56 55, 61	11,7-16,6 17,1-20,5	57, 58 57, 62
<i>Вуглеводи, %:</i> мінімальний максимальний	4,4-7,5 8,3-14,2	63, 64 69, 70	2,6-5,0 5,2-11,0	65, 66 45, 56	4,1-6,0 2,4-3,4	67, 68 57, 62
<i>Органічні кислоти, %:</i> мінімальний максимальний	0,8-1,2 2,0-4,4	71, 72 64, 69	0,6-1,5 2,0-4,1	56, 73 45, 66	1,2-2,3 2,4-3,4	58, 67 57, 62
<i>Вітамін С, мг/100 г:</i> мінімальний максимальний	87,1-103,4 155-373	69, 72 43, 53	14,9-44,6 49,4-96,3	45, 56 73, 74	13,1-31,5 43,0-83,0	47, 58 68, 75

цих речовин у порічках становить 11 %. За даними Причко та інших, Zheng at all [60, 69], у складі простих вуглеводів ягід чорної смородини домінує фруктоза – 45-65 % від суми, тоді як частка глюкози дорівнює 27-46, а сахарози – 7-14 %. Така ж тенденція характерна і для порічок, за частки фруктози до 55 та глюкози до 45 % [76, 77]. Всі три культури характеризуються широким коливанням вмісту органічних кислот, від 0,6-1,2 до 3,4-4,4 %, при цьому до 70 % з них у чорній смородині і до 90% у порічках припадає на лимонну кислоту [49, 56].

За кількістю сирого протеїну, сирого жиру та зольних елементів перше місце займають ягоди чорної смородини – відповідно 1,0-1,4, 0,2-1,1 та 0,7-1,1 % [78, 79]. Серед мінеральних елементів при цьому домінує калій, до 359 мг/100 г, тоді як кальцію максимум 80, фосфору 63 і магнію – 37 мг/ 100 г [79, 80, 81]. Для порівняння у плодах агрусу ці показники становлять відповідно 290, 27, 29 і 15 мг [75, 82, 83], у порічок – 275, 59, 60 і 25 мг/100 г [73, 84, 85]. Подальша інформація про кількість пектинових речовин по агрусу відсутня, натомість у ягодах чорної смородини їх рівень становить 0,4-3 %, у порічок 0,5-1,3 %, при частці протопектину відповідно 45-56 та 54-67 % [63, 69, 78, 86, 87, 88]. В плодах обох культурах ідентифіковані також каротиноїди – 0,7-3,8 мг/100 г у чорної смородини та до 1,2 мг/100 г у порічок [70, 74, 78]. Крім того, в ягодах чорної смородини виявлено вітаміни групи B, B<sub>9</sub> та B<sub>6</sub> – 5,0 і 0,13 мг/100 г відповідно [71, 78].

Як і у попереднього роду, найголовнішими представниками роду *Ribes* L. є фенольні речовини (таблиця 4).

#### 4. Фенольний спектр ягід роду *Ribes* L.

Компонент, мг/100 г	Смородина чорна		Порічки		Агрус	
	вміст	джерело	вміст	джерело	вміст	джерело
Сума речовин	210-880	80, 89	70-609	73, 74	174-600	47, 48
Сума антоціанів	167-580	90, 91	21-49	61, 73	0-226	68, 92
в т. ч., % від суми:						
дельфінідин-3-рутинозид	32-67	89, 93	0		0	
ціанідин-3-рутинозид	21-39		7-23	77-94	74,5	68
Дельфінідин-3-глюкозид	5-13		0		0	
Ціанідин-3-глюкозид	2-7		1-5		26	
ціанідин-3-(2''-ксилозил-рутинозид)	0		26-77		0	
Ціанідин-3-(2''-глюкозил-рутинозид)	0		1-30		0	
ціанідин-3-самбубіозид	0		7-42		0	
Сума флавонолів	9-25	50, 95	2-3	46, 77	68-75	48, 75
Сума флаван-3-олів	42-280	63, 78	4-69	73, 96	6-39	68
в т.ч. мономерні	12-101					
в т.ч. полімерні	31-179					
Проціанідини	8-198	63, 78			9-16	68
Фенолокислоти	24-78	63	1-4	46, 96	41-67	75
Елагова кислота	0,8-0,9	50	0,9-1,0	96	0	

Рівень фенольних сполук приблизно однаковий у ягід порічок та агрусу (близько 600 мг/100 г сирієї маси плоду) і значно вищий у чорної смороди-

ни – до 880 мг/100 г. Головним компонентом фенольних речовин є безумовно антоціани: їх найбільше у тій же смородині – до 580 мг/100 г, тоді як у порічок лише до 49 мг/100 г. Стосовно агрусу, вміст антоціанів у його плодах залежить від сортів: у безбарвних вони взагалі відсутні, в той час як наприклад ягоди сорту ‘Scotch Red Rough’ [68] їх містять у значній кількості – 265,8 мг/100 г. Щодо окремих елементів ягід, антоціани в них розподілені неоднаково – згідно з інформацією Осипової [59], у ягодах чорної смородини при сумі фенольних речовин 470 мг/100 г і антоціанів – 183,5 мг перші з них майже порівну розподілені між м’якоттю і шкірочкою (190 і 200 мг), водночас 140 мг антоціанів зосереджені у шкірочці і тільки 38,5 – у м’якоті, а решта – як стосовно суми, так і вмісту антоціанів – у насінні.

Подібно до роду *Rubus* L., індивідуальний склад антоціанів у плодах роду *Ribes* L. є його чіткою видовою ознакою. Зокрема, в ягодах чорної смородини домінують дельфінідин-3-рутинозид та ціанідин-3-рутинозид. Останній, поряд із ціанідин-3-глюкозидом, є головним у плодах агрусу, де похідні дельфінідину зовсім відсутні, як і в ягодах порічок, натомість в них ідентифіковані специфічні похідні ціанідину – ксилозил- і глюкозил-рутинозиди і ціанідин-3-самбубіозид.

Помітна різниця простежується і по інших компонентах фенольних сполук. Так, флавонолів найбільше виявлено у плодах агрусу – 68-75 мг/100 г. У праці [68], де порівнюється кількість флавонолів у ягодах незабарвлених і забарвлених сортів культури, в останніх їх ще більше, зокрема кверцетин-3-рутинозиду 76,7, кверцетин-3-глюкозиду 10,2 та ізорамнетин-3-рутинозиду – 60,6 мг/100 г. У плодах незабарвлених сортів ці показники становлять відповідно 7,1 – 1,3 – 10,4 мг/100 г. За вмістом флаван-3-олів виділяється чорна смородина – від 42 до 260 мг/100 г, за домінування полімерних форм (до 179 мг/100 г). Більшою в ягодах цієї культури є також кількість проціанідинів (до 198) та фенолокислот (до 78 мг/100 г), серед останніх ідентифіковані зокрема неохлорогенова та хлорогенова – до 7,7 мг/100 г [50,96] і оксикоричні кислоти на рівні 0,8-1,3 мг/100 г, що являють собою в основному глікозиди кумарової, кофейної та ферулової кислот. У плодах порічок поряд із хлорогеновою (1,5-1,7 мг/100 г) знайдені галова (1,5-2,1 мг) і протокатехова кислоти (0,2-0,3 мг), тоді як оксикоричні присутні у межах максимуму 0,2 мг/100 г. Специфічною ознакою названої культури є наявність у ягодах халкону – флоридзину [96], із вмістом 0,35-0,67 мг/100 г. Елагову кислоту у концентрації до 0,95 мг/100 г ідентифіковано у ягодах порічок і чорної смородини.

У підсумку необхідно виділити таке. Загальноприйняті показники біохімічного складу ягід, які застосовуються під час селекційних робіт з рослинами родів *Rubus* L. і *Ribes* L., несуть у собі певну інформацію, котра дозволяє дослідникам оцінити насамперед смакові якості продукту. Для прикладу, стосовно плодів малини така оцінка підкреслює соковитість, наявність саліцилової кислоти, тоді як по інших показниках чітка різниця з ожиною не простежується. Подібна характеристика щодо другого роду дає можливість визначити більшу масу ягід агрусу, підвищену кількість сухих речовин, зокрема вуглеводів, протеїну й жирів у плодах чорної смородини. Але значно більш інформативними є інші характеристики біологічно активних речовин. Так, за домінування ненасичених жирних кислот у насінні малини й ожини (до 90 %) у першій це насамперед поліненасичені лінолева і ліноленова кислоти. Навпаки, плоди ожини відзначаються високим вмістом олій токоферолів і стеролів. Найбільшу інформацію, що характеризує видову

специфічність вивчених родів, несуть дані щодо кількості і складу фенольних речовин. Зокрема, індивідуальний склад антоціанів у ягодах досліджуваних культур є їх чіткою видовою ознакою. Певні відмінності мають місце і по інших компонентах фенольних сполук: наприклад 90 % фенолокіслот зосереджені у плодах малини у вільній формі, тоді як в ожині таких лише 3 %, а решта – естери й глікозиди. Чітка різниця стосовно вмісту та складу флавонолів простежується на сортах агрусу в залежності від інтенсивності забарвлення плодів. Далі, характерною ознакою порічок є наявність у ягодах флоридзину; в них, а також у чорній смородині присутня також елагова кислота. Важливою є й характеристика летких сполук у плодах досліджених культур, зокрема альдегідів і терпеноїдів у ягодах малини, похідних фурану у плодах ожини тощо. Таким чином, на сучасному рівні селекційних робіт із культурами видів *Rubus* L. та *Ribes* L. прийнятий зміст біохімічного аналізу ягід слід доповнити таким: вміст і склад жирних кислот, жиророзчинних вітамінів, стеролів й токоферолів, вміст і склад фенольних речовин, зокрема антоціанів, флавонолів, флаван-3-олів, фенолокіслот, проціанідинів, елагової кислоти і елаготаніну, вміст і склад летких сполук.

### **Список використаної літератури**

1. Єжов В.М., Гриник І.В. Біохімічні аспекти селекції плодкових зерняткових культур. *Садівництво*. 2018. Вип 73. С. 5-16. DOI: 10.35205/0558-1125-2018-73-5-16.
2. Єжов В.М., Гриник І.В. Біохімічні основи селекції плодкових культур роду *Prunus* L. *Садівництво*. 2019. Вип. 74. С. 5-15. DOI: 10.35205/0558-1125-2019-74-5-15.
3. Burton-Freeman B.M., Sandhu A.K., Edirisinghe I. Red raspberries and their bioactive polyphenols: cardiometabolic and neuronal health links. *Advances in Nutrition*. 2016. № 7. P. 44-65.
4. Characterization of red raspberry (*Rubus idaeus* L.) genotypes for their physicochemical properties / Tosun M., Ercisli S., Karlidag H., Sengul M. *Food Sci*. 2009. № 74(7). P. 575-579.
5. Кадочникова Е.Н. Товароведная характеристика плодов дикорастущей и культивируемой ежевики и продуктов ее переработки: автореф. дисс. канд. техн. наук. Новосибирск. 2007. 22 с.
6. Мазур Б., Шеренговой П. Зимостійкість та біохімічні властивості ягід сортів ожини (*Rubus*) селекції НУБіП України в умовах північної частини Лісостепу України. *Вісник Житомирського НАУ*. 2013. № 17(2). С. 50-58.
7. Chemical quality parameters and bioactive compound content of Brazilian berries / Segantini D.M. et al. *Food Sci Tech. (Campinas)*. 2015. Vol. 35(3). DOI: 10.1590/1678\_457X. 6726.
8. Carvalho C.P., Betancur J.A. Quality characterization of Andean blackberry fruits (*Rubus glaucus* Benth.) in different maturity stages in Antioquia, Colombia. *Agronom. Colombia*. 2015. Vol. 33(1). DOI:1015446/agron.colomb.v33n1.47132.
9. Vergara M.F., Vargas J., Acurja J.F. Physicochemical characteristics of blackberry (*Rubus glaucus* Benth.) fruits from four production zones of Cuningamarca, Colombia. *Agron. Colombia*. 2016. Vol. 34(3). DOI: 10.15446/agron.colomb.v34n3.62755.



10. Атрощенко Г.П., Щербакова Г.В. Хозяйственно-биологическая оценка сортов ремонтантной малины в Ленинградской области. *Современное садоводство*. 2013. № 4(8). С. 29-33.
11. Дослідження сапонінів спиртового екстракту зі жмиху плодів малини звичайної методом ВЕРХ / Поліщук І.М., Комісаренко М.А., Голік М.Ю., Упир Т.В. *Вісник фармації*. 2018. № 4(96). С. 24-29.
12. Chemical composition and antioxidant activity of berry fruits / Stujcic S. et al. *APTEFF*. 2012. Vol. 43. P. 1-34. DOI:10/2298/APTI 1243093s.
13. Fruit quality attributes of blackberry grown under limited environmental conditions / Milosević T., Milosević N., Glisić I., Mladenović J. *Plant Soil Environ*. 2012. № 58(7). P. 322-327.
14. Chemical composition and antioxidant activity of small fruits / Viskelis P. et al. Ed. Maldonado A.I.L. In: *Horticulture, Intech*. 2012. P.75-102.
15. Добренков Е.А. Адаптивный потенциал ежевики в климатических условиях Западного Предгорья Северного Кавказа: дисс. канд. с.-х. наук. ВНИИ растениеводства им. Вавилова, Санкт-Петербург. 2002. 132 с.
16. Testing of chemical composition of wild berries / Marjanovic-Balaban Z., Grujic S., Jasic M., Vujadinovic D. *Agrosym Jahorina 2012, 3th Intern. Sci. Symp*. 2012. P. 154-156.
17. Остапенко В.М., Лушпіган О.П. Якість плодів ремонтантних сортів малини (*Rubus idaeus* L.) у Правобережному Лісостепу України / *Науковий вісник НАУ. Серія: аграрні науки*. 2012. № 180. С. 17-25.
18. Celic F., Ercisli S. Lipid and fatty acid composition of wild and cultivated red raspberry (*Rubus idaeus* L.). *J. Med. Plant Res*. 2009. Vol. 3(8). P. 583-585.
19. Причко Т.Г., Чалая Л.Д. Новые виды консервной продукции, изготовленные из нетрадиционного вида сырья. *Плодоводство и виноградарство юга России*. 2014. № 30(6). С. 172-181.
20. Причко Т.Г., Хилько Т.Г., Германова М.Г. Особенности накопления биологически активных веществ в ягодах малины юга России / *Плодоводство и ягодоводство юга России*. Сб. научных трудов. 2009. № 22. С. 367-376.
21. Hegedus A., Balogh E., Engel R. Comparative nutrient element and antioxidant characterization of berry fruit species and cultivars grown in Hungary. *Hortscience*. 2008. № 43(6). P. 1711-1715.
22. Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits / Souza V.R. et al. *Food Chem*. 2014. № 156. P. 362-368.
23. Ковальов С.В. Флавоноїди ожини шорсткої. *Вісник фармації*. 2013. № 3(75). С. 42-44.
24. *Rubus fruticosus* L.: constituents, biological activity and health related uses / Zia-ul-Hag M. et all. *Molecules*. № 19. P. 10998-11009.
25. Chemical characterization and mineral levels in the fruit of blackberry cultivars grown in a tropical climate at an elevation. *Acta Scientiarum Agronomy* / Guedes M.N.S. et al. 2013. Vol. 35(2). P. 191-196.
26. Степанова Н.Ю. Технологическая оценка пригодности разных сортов смородины черной для производства разных типов вин. *Научный журнал НИУ ИТМиЦ. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств*. 2015. № 3. С. 150-157.



27. Яхимович О.В., Яхимович Л.Б. Виробнича перевірка краших вітчизняних та інтродукованих сортів малини у східному Лісостепу України. *Садівництво*. 2013. Вип. 67. С. 52-60.
28. A comparison of fruit chemical characteristics of two wild grown *Rubus* species from different location of Croatia / Purgar D.D. et al. *Molecules*. 2017. Vol. 17. P. 10390-10398.
29. Сіленко В.О., Сердюк О.В. Якість ягід сортів та гібридних форм ожини звичайної в умовах Правобережної підзони Західного Лісостепу України. *Збірник наукових праць УНУС*. 2010. № 74(1). С. 177-181.
30. Евдокименко С.Н., Никулин А.Ф., Бохан И.А. Оценка сортов ремонтантной малины по биохимическим показателям ягод. *Вестник ФГОУ ВПО Брянская СХА*. 2008. № 3. С. 39-43.
31. Евдокименко С.Н. Селекционные возможности улучшения качественных показателей плодов ремонтантных форм малины. *Известия ОГАУ*. 2012. №1-1. С. 26-28.
32. Bobinaite R., Viskelis P., Venskentonis P.R. Chemical composition of raspberry (*Rubus* spp.) cultivars. In: Nutritional composition of fruit cultivars. Red. Simmonds M.S. Preedy V.R. Acad. Press., 2016. P. 713-731.
33. Phytochemical profiles of wild blackberries, black and white mulberries from southern Bulgaria / Akin M. et al. *J. Biotech. Biotechnol. Equipment*. 2016. Vol. 30(5). DOI: 10.1080/13102818. 2016. 1204943.
34. Величко В.В., Макарова Д.Л. Сравнительный фармакогностический анализ листьев и плодов малины обыкновенной. *J. Siberian Med. Sci*. 2015. № 4. С. 16-23.
35. Сергунова Е.В., Марахова А.И. Изучение качественного и количественного состава биологически активных веществ в плодах малины различных способов консервации. *Аналитика*. 2018. № 1(38). С. 70-76.
36. Kaume L., Howard L.R., Devareddy L. The blackberry fruit :a review on its composition and chemistry, metabolism and bioavailability, and health benefits. *J. Agric. Food Chem*. 2012. № 60. P. 5716-5727.
37. Chemical composition of Caneberry (*Rubus* spp.) seeds and oils and their antioxidant potential / Bushman B.S. et al. *Agric. and Food Chem*. 2004.
38. Guine R.P.F., Soutinho S.M.A., Gonçalves F.I. Phenolic compounds and antioxidant activity in red fruits produced in organic farming. *Croat. J. Sci. Tech*. 2014. № 6(1). P. 15-26.
39. Гусейнова Б.М. Интенсификация экстракции витаминов и фенолов из плодов дикоросов. *Известия Самарского научного центра РАН*. 2016. № 18(2). С. 75-79.
40. Антоцианы плодов некоторых видов рода *Rubus* L. из коллекции ботанического сада БелГУ / Сорокопудов В.Н., Дейнека В.И., Лукина И.П., Дейнека Л.А. *Химия растительного сырья*. 2005. № 4. С. 61-65.
41. Horticultural characteristics and chemical composition of advanced raspberry lines from Quebec and Ontario / Khanizadeh S. et al. *Food Sci. Tech*. 2009. № 42. P. 893-898.
42. Aprea E., Biasioli F., Gasperi F. Volatile compounds of raspberry fruit: from analytical methods to biological role and sensory impact. *Molecules*. 2015. № 20. P. 2445-2474.

43. Islam A. Investigations of some properties of currant and gooseberry varieties grown in organic conditions. *Intern. J. Agric., Forestry and Life Sci.* 2019. № 3(1). P. 64-79.
44. Petrisor C., Illie A., Moale C. Production and quality potential of different black and red currant in Banasea Res. Station conditions. *J. Horticulture, Forestry and Environment.* 2013. № 17(4). P. 76-79.
45. Голяева О.Д., Панфилова О.В. Селекция смородины красной на раннеспелость на основе смородины Пальчевского. *Известия ТСХА.* 2017. № 1. С. 108-116.
46. Dobrowolska A., Ochmian I. & Bashutska I. The quality impact of fruits of four berry plant species and their maceration period on the quality of wines. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2013. № 23(13). С. 180-190.
47. Сімахіна Г.О. Основні показники придатності плодів і ягід до заморожування. *Вчені записки ТНУ ім. Вернадського. Серія: Технічні науки.* 2018. № 29(68). Ч. 3(1). С. 73-78.
48. Milosević T., Milosević N., Mladenović J. Soluble solids, acidity, phenolic content and antioxidant capacity of fruits and berries cultivated in Serbia. *Fruits.* 2016. № 71(4). P. 239-248.
49. The chemical composition of selected dried fruit pomaces and their effect on the growth performance and post-slaughter parameters of young turkeys / Juskiewicz J. et al. *J. Animal and Feed Sci.* 2015. № 24. P. 53-60.
50. Ochmian I., Dobrowolska A., Chelpinski P. Physical parameters and chemical composition of fourteen blackcurrant cultivars (*Ribes nigrum* L.). *Not. Bot. Agrobot.* 2014. № 42(1). P. 160-167.
51. Кафьян А.Р. Фитохимическое изучение жома плодов крыжовника: автореф. дисс.. канд. фарм. наук. М.: 1-й Московский гос. мед. ин-т. 2010. 26 с.
52. Лагутенко О.Т., Марковський В.С. Вирощування агрусу за різних систем удобрення в Лісостепу України. *Збірник наукових праць УНУС. Сільськогосподарські науки.* 2011. № 19. С. 72-75.
53. Бакин И.А., Мустафин А.С., Лунин П.И. Изучение химического состава ягод черной смородины в процессе переработки. *Вестник Красноярского ГАУ.* 2015. № 6. С. 159-162.
54. Створення рецептур консервованих смузі з цукіні та плодів / Токар А., Матенчук Л., Харченко Д., Гайдай І. *Eureka. Life sciences.* 2018. № 4. С. 56-62.
55. Бжецева Н.Р. Биохимический состав плодов смородины. *Новые технологии.* 2017. № 2. С. 90-98.
56. Nour V., Trandafir I., Ionica M.E. Ascorbic acid, anthocyanins, organic acid and mineral content of some black and red current cultivars. *Fruits.* 2011. № 66(5). P. 353-362.
57. Лагутенко О.Т. Формування продуктивності агрусу в умовах північного Лісостепу України: автореф. дис.. канд. с.-г. наук. Київ, 2008. 20 с.
58. Sava P. Adaptation ability of the sorts of gooseberry in Republic of Moldova. *Bul. UASVM, Horticulture.* 2008. № 65(1). P. 283-286.
59. Осипова Л.А., Лозовская Т.С. Обоснование технологии комплексной переработки ягод черной смородины. *Харчова наука і технологія.* 2012. № 3(20). С. 63-66.

60. Zheng J. Sugars, acids and phenolic compounds in currant and Sea Buckthorn in relation to the effect of environmental factors: Doctoral Thesis in Food Sci. University of Turku, 2013. 119 p.
61. Analysis of red currant (*Ribes rubrum*) and red gooseberry (*Ribes uva-crispa*) varieties by inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy / Stursa V., Divis P., Jureckova Z., Matejicek A. *Mendel Net*. 2016. № 119(1). P. 669-674.
62. Типсина Н.Н., Гречишникова Н.А. Влияние заморозка на физико-химические показатели ягод крыжовника. *Вестник Красноярского ГАУ*. 2015. № 10. С. 121-126.
63. Стрельцина С.А., Тихонова О.А. Питательные и биологически активные вещества ягод и листьев смородины черной (*Ribes nigrum* L.) в условиях северо-запада России. *Аграрная Россия*. 2010. № 1.
64. Чиркова Е.С. Характеристика сибирских сортов смородины черной (*Ribes nigra* L.), интродуцированных в Красноярском крае. *Вестник Красноярского ГАУ*. 2015. № 6. С. 159-162.
65. Алексанян К.А., Ткачук Л.А. Технология производства фруктово-ягодных вин / ред. Ловкис З.В. Минск: *Беларуская навука*. 2012. 246 с.
66. Терещенко Я.Ю., Войток Т.І. Оцінка придатності плодів перспективних сортів і гібридів форм червоних і білих порічок (*Ribes rubrum* L.) до різних видів переробки. *Садівництво*. 2017. Вип. 72. С. 128-136.
67. Заячук В.Я. Вміст смакоформіювних речовин у плодах дикорослих дерево – чагарникових рослин. *Лісове господарство і дерево-переробна промисловість*. 2006. № 32. С. 77-82.
68. Tissue biochemical diversity of 20 gooseberry cultivars and the effect of ethylene supplementation on postharvest life / Anastasiadi M. et all. *Postharvest Biology and technology*. 2016. № 117. P. 141-151.
69. Причко Т.Г., Яковенко В.В., Германова М.Г. Биохимические показатели качества ягод смородины с учетом сортовых особенностей. *Плодоводство и виноградарство юга России*. 2017. № 45(03).
70. Biochemical properties of the fresh and frozen black currant and juices / Djordjevic B., Janković T., Zdunić G., Pljevjakusic D. *J. Med. Food*. 2013. № 16(1). P. 73-81.
71. Постоленко Л.В. Вплив систем утримання ґрунту та зрошення на ріст і продуктивність смородини чорної у Західному Лісостепу України: автореф. дис.. канд. с.-г. наук. Київ, 2019. 20 с.
72. Фільов В.В. Біохімічна оцінка плодово-ягідної продукції зони північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського НАУ. Серія «агрономія і біологія»*. 2014. № 27(3). С. 148-151.
73. Голуб О.В., Степанова Е.Н., Тяпкина Е.В. Пищевая ценность и качество ягод красной смородины. *Техника и технология пищевых производств*. 2017. № 44(1). С. 105-110.
74. Сабарайкина С.М., Брындза Я. Биохимическая оценка и антиоксидантная активность ягод красной смородины Якутии. *Международный ж. прикладных и фундаментальных исследований*. 2014. № 4. С. 202-203.
75. Аджиахметова С.І. Хімічне дослідження крыжовника отклоненного семейства крыжовниковые с целью получения фармакологически активных веществ: дисс.. канд. фарм. наук. Пятигорский мед. фарм. ин-т., Пятигорск. 2016. 157 с.

76. Cinkmanis I., Vucane S., Cakste L. Berry and fruit juices as potential untraditional acidity regulators in mashing. *Food Balt.* 2014. № 1. P. 184-187.
77. Zeng J. Acids and phenolic compounds in Current and Sea Buckthorn in relation to the effects of environmental factors: Doctoral thesis in Food Sci. University Turku, 2013. 119 p.
78. Петрова С.Н., Кузнецова А.А. Состав плодов и листьев смородины черной *Ribes nigrum* (обзор). *Химия растительного сырья.* 2014. № 4. С. 43-50.
79. Quality properties of the fruits of blackcurrant *Ribes nigrum* L. Genotypes in conventional and organic cultivation / Kikas A. et all. *Proc. Latvian Acad. Sci. Section B.* 2017. № 71(3). P. 190-197.
80. Кирильченко М.В., Хомич Г.П. Розроблення технології фруктових соусів із використанням сортів чорної смородини та порічок червоних. *Харчова індустрія.* 2013. № 30.
81. Cosmulescu S., Trandafir F., Nour V. Mineral composition of fruit in black and red currant. *South Western J. Horticulture, Biology and Environment.* 2015. № 6(1). P. 43-51.
82. Harb J., Streif J. Quality and consumer acceptability of gooseberry fruits (*Ribes uva-crispa*) following CA and air storage. *J. Horticulture Sci. and Biotech.* 2004. № 79 (2). P. 329-334.
83. Thompson A.K. Fruit and vegetables: harvesting, handling and storage. Ed. by J. Wiley and sons, 2014. 1008 p.
84. Макаркина М.А., Голяева О.Д. Селекция смородины красной *Ribes rubrum* L. на улучшенный химический состав ягод. *Сельскохозяйственная биология.* 2013. № 3. С. 18-27.
85. Шестопал Г.С. Господарсько-біологічні особливості і селекційна цінність сортів чорної смородини і порічки в умовах Західного Лісостепу України: автореф. дис.. канд. с.-г. наук. Львів, 1998. 20 с.
86. Кох Ж.А. Биологически активные вещества ягод *Ribes rubrum* в получении концентрированного экстракта. *Дальневосточный аграрный вестник.* 2017. № 42(2). С. 126-132.
87. Мясищева Н.В., Артемова Н.В., Макаркина М.А. Желирующая способность пектинов свежих и замороженных ягод красной смородины. *Техника и технология пищевых производств.* 2017. № 45(2). С. 62-68.
88. Терещенко Я.Ю. Підбір промислового сортименту порічок для зони західного Лісостепу України: автореф. дис.. канд. с.-г. наук. Київ, 2018. 20 с.
89. Chemical and sensorial characteristics of fruit spirits from different black currant (*Ribes nigrum*) and red currant (*Ribes rubrum*) cultivars. *Chemistry and Chemical Eng. / Vulic T. N. et all.* 2012. № 31(2). P. 217-227.
90. Bonsu K. Flowering crop performance and fruit quality of blackcurrant grown under simulated winter climate change conditions: Master Thesis in Plant, Food and Climate change. Aarhus University, 2018. 68 p.
91. Fruit quality and processing potential in five new black currant cultivars / Siksnianas T. et all. *J. Fruit and Ornamental Plant Res.* 2006. № 14(2). P. 265-269.
92. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits. *Vaccinium, Rubus and Ribes / Moyer R.A. et all. Agric. Food Chem.* 2002. № 50. P. 519-525.

93. Биологически активные вещества плодов *Ribes L.* / Шапошник Е.И. и др. *Научные ведомости Белгородского ГУ. Серия: Естественные науки.* 2011. № 104(9-2). С. 232-249.
94. Определение антоцианового состава плодов красной смородины методом обращено-фазовой ВЭЖХ / Дейнека В.И., Чулков А.Н., Дейнека Л.Ф., Сорокопудов В.Н. *Сорбционные и хроматографические процессы.* 2015. № 15(4). С. 486-492.
95. Кулдирикаева К.В. *Ribes nigrum*: фармакогностична характеристика, фармакологічна активність, застосування в медицині. *Український ж. клінічної та лабораторної медицини.* 2009. № 4(2). С. 15-21.
96. Phytochemical and antioxidant diversity in fruits of *Ribes* spp. / Ersoy N. et al. *Not Bot Horti Agrobot.* 2018. № 46(2). P. 381-387.

## **BIOCHEMICAL ASPECTS OF THE BREEDING OF THE BERRIES OF GENUS *RUBUS L.* AND *RIBES L.***

**V.M. YEZHOV, I.V. GRYNKY**, Academicians of NAAS of Ukraine, Doctors, Professors

Institute of Horticulture (NAAS of Ukraine), 03027, Kyiv-27, Sadova str., 23,  
e-mail: ezhov.valeriy@gmail.com

*The authors have studied the present day level of the biochemical investigations of the genus *Rubus L.* and *Ribes L.* fruits – raspberry, blackberry, black and red currant and goosberry. The indicators of the berries biochemical composition accepted in the inland practice from the viewpoint of their dietary, medicinal and prophylactic qualities evaluation have appeared less informative and require further essential research. The expansion of the analytical methods range has been proposed on the basis of the analysis of the data base concerning the content and individual composition of the biologically active substances in the berries of enumerated five small fruit crops in order to be applied in the process of breeding explorations. Thus it is unsaturated fatty acids that dominate in the raspberries seeds and up to 90 % of them are linoleic and linolenic acids. Contrary to them, the blackberries are more rich in tocopherols and sterols. The largest information characterizing the species specificity of the genus studied is data on the phenolic substances content and composition. In particular, the individual composition of anthocyanins in the berries of the researched crops is a clear strain of them. There are also certain differences as for the other phenolic compounds. For instance, 90% of phenolic acids in the raspberries are concentrated in free form, while the blackberries there are only 3% and the rest are glycosides and esters. A clear difference concerning flavonols content and composition can be traced among the goosberry cultivars, depending of the berries color. The characteristic sign of the currants berries is presence in them such components as floridzhyn and elagic acid. It is also important to characterize the volatile compounds in the investigated crops berries, such as aldehydes and terpenoides raspberry and furan derivatives in blackberries. Based on the analysis of the database on the content and individual composition of biologically active substances of five types of berry crops, it is proposed to extend the analytical methods used during*

*breeding operations, to determine the composition and amount of fatty acids, carotenoids, tocopherols, sterols, volatile compounds during breeds, as well as phenolic substances, in the sum and content and composition of anthocyanins, flavonols, flavan-3-ols, phenolic acid, procyanidines, halkons, ellagic acid and elagotannins.*

**Key words:** berry, genus *Rubus* L. and *Ribes* L., biochemical composition, biologically active substances, breeding, analytical methods.

## **БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЕКЦИИ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР РОДОВ *RUBUS* L. И *RIBES* L.**

**В.Н. ЕЖОВ**, академик НААН Украины, доктор техн. наук, профессор  
**И.В. ГРИНИК**, академик НААН, доктор с.-х. наук, профессор  
Институт садоводства НААН Украины, 03027, Киев-27, ул. Садова, 23,  
e-mail ezhov.valeriy@gmail.com

*Изучен современный уровень биохимических исследований плодов культур родов *Rubus* L. и *Ribes* L. – малины, ежевики, смородины черной и красной, крыжовника. Установлено, что общепринятые в отечественной практике показатели биохимического состава ягод с точки зрения оценки диетических и лечебно-профилактических свойств последних мало информативны и требуют дальнейшего существенного изучения. На основании анализа базы данных по содержанию и индивидуальному составу биологически активных веществ пяти видов ягодных растений предложено расширить круг аналитических методов для применения в селекционных работах, дополнительным определением состава и количества жирных кислот, каротиноидов, токоферолов, стеролов, летучих соединений, а также фенольных веществ относительно суммы, состава и содержания антоцианов, флавонолов, флаван-3-олов, фенолокислот, процианидинов, халконов, элаговой кислоты и элаготаннинов.*

**Ключевые слова:** ягода, роды *Rubus* L. и *Ribes* L., биохимический состав, биологически активные вещества, селекция, методы анализа.

Одержано редколегією 12.06.2020

DOI: 10.35205/0558-1125-2020-75-31-31-37

УДК 634.11:631.527:632.4

## **СЕЛЕКЦІЯ НА ОТРИМАННЯ ІМУННИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ (*MALUS DOMESTICA* BORKH.)**

**Л.Д. БОЛДИЖЕВА**, кандидат с.-г. наук  
Інститут садівництва ІС НААН України, 03027, Київ-27, вул. Садова, 23.  
e-mail: FORMYLA60@i.ua