

## ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЗБУДНИКІВ БАКТЕРІАЛЬНИХ ХВОРОБ РІПАКУ ЗА ЖИРНОКИСЛОТНИМ СКЛАДОМ КЛІТИННИХ ЛІПІДІВ

Досліджено жирнокислотний склад клітинних ліпідів 15 ізолюваних з уражених рослин ріпаку та 5 колекційних штамів. За результатами хемотаксономічного аналізу виявлено, що 9 ізолюваних штамів споріднені з представниками видів *Pseudomonas marginalis* та *Pseudomonas fluorescens*, а 6 — з *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. Встановлена ефективність використання деяких методів екстрагування ефірів жирних кислот для ідентифікації патогенних для ріпаку представників родів *Pseudomonas* та *Xanthomonas*.

**Ключові слова:** жирнокислотний склад клітинних ліпідів, фітопатогенні бактерії, ріпак.

Складність ідентифікації окремих видів фітопатогенних бактерій за набором стандартних фенотипових властивостей потребує залучення нових ознак [1,2,7]. Жирнокислотний склад клітинних ліпідів це одна із ключових характеристик фенотипу багатьох мікроорганізмів, а також важливий хемотаксономічний критерій на рівні виду, патовару та біовару [6, 7]. Крім того, склад жирних кислот клітин бактерій, як правило, корелює з даними молекулярно-генетичних досліджень [5,6,9]. Проте, дана ознака суттєво залежить від складу середовища культивування, часу культивування мікроорганізмів та власне методу виділення клітинних ліпідів [2,4,8].

Відомо, що основними бактеріальними хворобами ріпаку є бактеріоз коренів (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, *Pseudomonas fluorescens*), слизовий бактеріоз (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, *Pseudomonas fluorescens*). Крім того, ріпак може уражувати ряд збудників поліфагової природи, зокрема *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* та *Pseudomonas marginalis* pv. *marginalis*. Попередньо нами були досліджені морфологічні, фізіологічні, біохімічні та патогенні властивості штамів, ізолюваних протягом 2010-2012 років на території України. В результаті досліджень виявлено складності у коректній ідентифікації на рівні виду, особливо представників роду *Pseudomonas*.

Тому метою наших досліджень був порівняльний аналіз жирнокислотного складу ліпідів клітин колекційних та виділених нами штамів фітопатогенних бактерій для уточнення їх систематичного положення.

**Матеріали і методи.** Об'єктами досліджень були 15 штамів ізолюваних нами у 2010-2012 роках на території України з уражених рослин ріпаку. У роботі також використали наступні колекційні та типові штами фітопатогенних бактерій: *Pseudomonas fluorescens* 8573, *Pseudomonas marginalis* pv. *marginalis* 9175<sup>T</sup>, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* B1027<sup>T</sup>, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* 80036, *X. campestris* pv. *campestris* 820. Бактерії для вивчення жирнокислотного складу клітин культивували на картопляному агарі (КА) протягом 24 годин за температури 28 °С.

Метиллові ефіри жирних кислот одержували двома методами: 1- гідролізом клітин у 5% розчині ацетил хлориду у метанолі протягом 4 годин при 100°C, з наступною екстракцією сумішшю ефір-гексан (1:1) і 2- методом гідролізу клітин у 1,5% розчині сірчаної кислоти у метанолі протягом години при 80°C, з подальшою екстракцією сумішшю ефір-гексан (1:1);

Ідентифікацію метилових ефірів жирних кислот проводили за допомогою хромато-маспектрометричної системи Agilent 6800N/5973 inert. Метиллові ефіри ідентифікували автоматично за часом їх утримання в порівнянні зі стандартами. Вміст жирних кислот визначали за допомогою програмного забезпечення Agilent ChemStation і відображали у % від загальної площі піків.

**Результати та їх обговорення.** Встановлено, що у жирнокислотних спектрах 9 досліджених штамів нами виявлений типовий для фітопатогенних бактерій роду *Pseudomonas* набір жирних кислот з довжиною вуглецевого ланцюгу від C<sub>10</sub> до C<sub>19</sub>, а саме: ненасичені – гексадецену (C<sub>16:1</sub>) та оксадецену (C<sub>18:1</sub>); насичені – деканову (C<sub>10:0</sub>) додеканову (C<sub>12:0</sub>), тетрадеканову (C<sub>14:0</sub>), гексадеканову (C<sub>16:0</sub>) та октадеканову (C<sub>18:0</sub>) кислоти; оксикислоти – 3-оксидекано-

ву (3-ОН-С<sub>10,0</sub>), 2-оксидодеканову (2-ОН-С<sub>12,0</sub>), 3-оксидодеканову (3-ОН-С<sub>12,0</sub>) та циклопропанової кислоти з 17 та 19 атомами вуглецю (табл. 1, 2).

Домінуючими у жирнокислотних профілях даних штамів є гексадеканова, гексадеценова та октадеценева кислоти, що відповідає даним літератури [ 8 ].

Таблиця 1

**Жирнокислотний склад загальних клітинних ліпідів колекційних та ізолюваних штамів фітопатогенних бактерій роду *Pseudomonas* за гідролізу клітин в 5% розчині ацетил хлориду у метанолі (метод 1).**

Жири кислоти'	Штам								
	5*	2O	8*	6a	9*	4a	7a	14*	3A
3-ОН-С <sub>10,0</sub>	1,78	0,84	1,48	1,53	1,46	0,92	1,0	1,92	1,54
C <sub>12,0</sub>	4,15	1,43	4,12	3,89	4,18	5,36	4,58	4,00	1,67
2-ОН-С <sub>12,0</sub>	2,70	2,78	2,23	2,54	2,39	1,18	1,09	2,71	3,56
3-ОН-С <sub>12,0</sub>	1,17	-	0,88	0,96	0,92	0,75	0,73	1,16	0,82
C <sub>14,0</sub>	-	-	0,20	-	-	-	1,98	-	-
C <sub>16:1 cis 9</sub>	18,68	9,56	19,50	15,25	19,82	32,98	25,27	18,91	9,95
C <sub>16:1 trans</sub>	0,74	0,77	0,83	-	0,31	0,90	4,06	-	1,34
C <sub>16,0</sub>	34,74	43,17	34,54	38,97	34,42	28,19	27,72	35,30	38,91
C <sub>17,0</sub>	0,94	1,15	0,91	1,06	0,93	-	0,43	0,98	1,04
C <sub>17:0 cyclo</sub>	8,99	11,48	8,78	10,68	8,77	2,32	3,14	9,15	10,33
C <sub>18:1 cis 9</sub>	21,85	24,64	22,53	20,09	22,46	25,91	21,37	21,45	26,79
C <sub>18,0</sub>	1,08	0,81	0,79	1,03	0,88	1,50	1,53	0,97	0,61
C <sub>19:0 cyclo</sub>	2,27	2,20	2,25	2,92	2,49	-	3,46	2,26	2,41

Примітка (тут і в таблицях 2, 3, 4, 5, 6): \* – вміст жирних кислот вказано у % від загальної площі піків

Для бактерій роду *Pseudomonas* однією з найважливіх хемотаксономічних ознак є наявність в складі клітинних ліпідів 3-оксидодеканової (3-ОН-С<sub>10,0</sub>), 2-оксидодеканової (2-ОН-С<sub>12,0</sub>) та 3-оксидодеканової (3-ОН-С<sub>12,0</sub>) оксикислот. Такий їх набір виявлено нами і у жирнокислотних профілях 9 досліджених штамів (табл. 1). Але, на вміст даних кислот суттєво впливає метод екстракції ефірів жирних кислот (табл. 1,2,3).

Зокрема нами показано, що використання на етапі гідролізу сірчаної кислоти суттєво знижує вміст не тільки оксикислот у жирнокислотних спектрах досліджуваних нами та колекційних штамів, а й деяких насичених та ненасичених, а також циклопропанових кислот. Отримані нами дані узгоджуються з літературними (табл. 2, 3).

Таблиця 2

**Жирнокислотний склад загальних клітинних ліпідів колекційних та ізолюваних нами штамів фітопатогенних бактерій роду *Pseudomonas* за гідролізу клітин в 1,5% розчині сірчаної кислоти у метанолі (метод 2).**

Жири кислоти'	Штам								
	5*	2O	8*	6a	9*	4a	7a	14*	3A
3-ОН-С <sub>10,0</sub>	-	0,27	-	0,27	-	-	-	-	0,19
C <sub>12,0</sub>	2,62	1,48	2,62	2,87	2,20	4,35	3,59	2,65	2,05
2-ОН-С <sub>12,0</sub>	1,25	3,81	1,52	1,75	0,78	1,17	0,71	1,83	3,40
3-ОН-С <sub>12,0</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C <sub>14,0</sub>	-	0,40	-	-	-	-	0,25	-	0,30
C <sub>16:1 cis 9</sub>	18,50	8,99	24,26	18,64	15,06	36,07	31,74	22,49	11,0
C <sub>16:1 trans</sub>	-	2,44	-	-	-	1,70	1,58	0,51	1,28
C <sub>16,0</sub>	37,46	33,06	34,15	36,34	38,32	26,71	29,67	35,39	34,51
C <sub>17,0</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C <sub>17:0 cyclo</sub>	18,21	19,93	12,92	18,90	21,29	2,73	5,69	14,19	14,19
C <sub>18:1 cis 9</sub>	21,23	23,48	24,06	20,17	20,84	26,33	24,95	22,34	21,42
C <sub>18,0</sub>	0,73	1,24	0,48	0,70	0,87	0,93	1,46	0,60	0,55
C <sub>19:0 cyclo</sub>	-	4,23	-	0,35	0,63	-	0,35	-	3,60

З літератури також відомі кількісні відмінності у жирнокислотному складі клітинних ліпідів близькоспоріднених з видів *P. syringae*, що були сформовані у відому закономірність: вміст 2-ОН-С<sub>12,0</sub> менше 3%, кількість C<sub>16:1</sub>+C<sub>18:1</sub> більше 52% від загальної площі піків, відношення C<sub>16:0</sub> до C<sub>16:1</sub> менше або дорівнює 0,9.

Щодо жирнокислотного складу клітин усіх 9 досліджених штамів, а також типового та колекційного штамів *P. marginalis* pv. *marginalis* 9175<sup>†</sup> та *P. fluorescens* 8573 то для них ця закономірність виглядає як обернена залежність. Так, вміст 2-ОН-С<sub>12:0</sub> дорівнює або більше 3%, сума ненасичених жирних кислот C<sub>16:1</sub> + C<sub>18:1</sub> менше 52% від загальної площі піків, відношення гексадеканової до гексадецевої (C<sub>16:0</sub> до C<sub>16:1</sub>) більше 0,9. Ще однією характерною особливістю усіх 9 штамів, а також колекційного і типового штаму *P. marginalis* pv. *marginalis* 9175<sup>†</sup> та *P. fluorescens* 8573 є високий вміст, порівняно з іншими штамми, циклопропанової кислоти з 17 атомами вуглецю (табл. 4).

**Таблиця 3**

**Порівняльний аналіз жирнокислотного складу загальних клітинних ліпідів колекційних штамів фітопатогенних бактерій роду *Pseudomonas* в залежності від методу виділення.**

Жирні кислоти		Штам, вид, патовар		
		<i>P. fluorescens</i> 8573	<i>P. marginalis</i> pv. <i>marginalis</i> 9175 <sup>†</sup>	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i> B1027 <sup>†</sup>
3-ОН-С <sub>10:0</sub>	Метод 1	2,12	1,95	1,02
	Метод 2	-	0,14	0,12
C <sub>12:0</sub>	Метод 1	1,69	2,02	5,25
	Метод 2	1,11	1,98	3,07
2-ОН-С <sub>12:0</sub>	Метод 1	4,60	4,03	1,25
	Метод 2	2,63	3,27	1,09
3-ОН-С <sub>12:0</sub>	Метод 1	1,32	1,28	1,12
	Метод 2	-	0,15	0,49
C <sub>14:0</sub>	Метод 1	0,28	0,35	0,7
	Метод 2	-	0,20	0,49
C <sub>16:1 cis 9</sub>	Метод 1	26,41	23,58	35,79
	Метод 2	28,85	22,48	35,44
C <sub>16:1trans</sub>	Метод 1	3,93	-	-
	Метод 2	4,01	-	-
C <sub>16:0</sub>	Метод 1	34,43	35,03	30,85
	Метод 2	36,74	33,88	29,70
C <sub>17:0</sub>	Метод 1	0,53	0,23	-
	Метод 2	-	0,20	-
C <sub>17:0 cyclo</sub>	Метод 1	4,66	15,29	-
	Метод 2	4,68	13,47	-
C <sub>18:1 cis 9</sub>	Метод 1	18,84	21,56	23,59
	Метод 2	20,96	22,86	22,68
C <sub>18:0</sub>	Метод 1	0,64	1,01	1,12
	Метод 2	0,41	0,95	1,03
C <sub>19:0 cyclo</sub>	Метод 1	-	0,83	0,4
	Метод 2	-	0,72	0,5

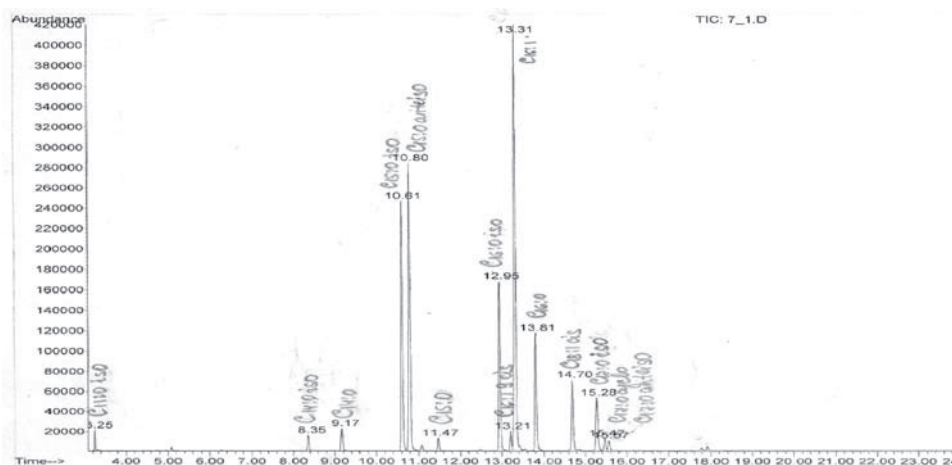
Тобто, за жирнокислотними спектрами клітин досліджувані штами найбільш подібні з представниками видів *P. marginalis* та *P. fluorescens* та дещо відмінні від фітопатогенних бактерій виду *P. syringae*. На наш погляд, для хемотаксономічного аналізу фітопатогенних бактерій, що уражують ріпак та належать до роду *Pseudomonas* слід використовувати більш м'які методи екстракції ефірів жирних кислот, оскільки визначальними для їх таксономії є саме вміст оксикислот, що значним чином залежить від даного фактора.

**Таблиця 4**

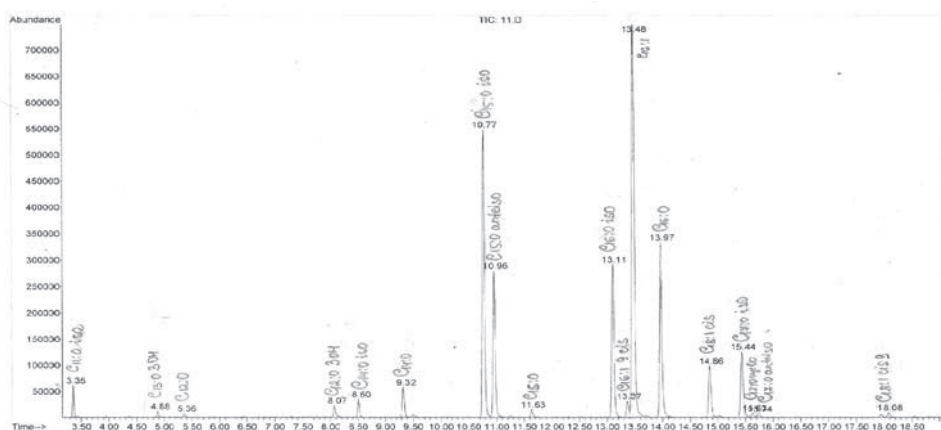
**Особливості жирнокислотних спектрів фітопатогенних бактерій роду *Pseudomonas*, які здатні уражувати ріпак (метод 1).**

Штами	Вміст 2-ОН-С <sub>12:0</sub>	Сума ненасичених жирних кислот (C <sub>16:1</sub> + C <sub>18:1</sub> )	Співвідношення C <sub>16:0</sub> до C <sub>16:1</sub>
<i>P. marginalis</i> pv. <i>marginalis</i> 9175 <sup>†</sup>	4,03±0,10	45,14±0,25	1,49±0,30
Колекційні та виділені нами штами	2,35±0,51	41,89±4,86	2,24±0,80
<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i> B1027 <sup>†</sup>	1,25±0,0	59,58±0,5	0,86±0,1
<i>P. fluorescens</i> 8573	4,60±0,2	45,25±0,8	1,30±0,4

В ході досліджень нами також відмічено, що наявність та вміст оксикислот у жирнокислотних профілях клітин 6 виділених нами штамів *Xanthomonas* sp. та колекційних штамів *X. campestris* pv. *campestris* 80036 та 820, також є достатньо лабільною ознакою та значною мірою залежить від методу виділення (рис.1). Слід відмітити, у останньому виданні визначника бактерій Берджи при описанні фенотипових характеристик бактерій даного роду, зокрема жирнокислотного складу клітин, саме якісний та кількісний склад оксикислот не зазначений [7].



а



б

**Рис. 1. Жирнокислотні спектри клітин штаму *X. campestris* pv. *campestris* 80036:**

**а – метод 1 (гідроліз клітин в 5% розчині ацетил хлориду у метанолі),  
метод 2 (гідроліз клітин в 1,5% розчині сірчаної кислоти у метанолі).**

Крім того, представники роду *Xanthomonas* мають багато інших описаних вище особливостей жирнокислотних спектрів клітин, які є більш стійкими до зовнішніх факторів.

Зокрема, у ліпідах клітин колекційних штамів *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* і виділених нами штамів *Xanthomonas* sp. виявлено жирні кислоти з довжиною вуглецевого ланцюгу від  $C_{10}$  до  $C_{18}$ , а саме: ненасичені – гексадецену ( $C_{16:1}$ ), *cis*-9 гексадецену ( $C_{16:1cis9}$ ), *cis*-11 оксадецену ( $C_{18:1cis11}$ ) та *cis*-9 оксадецену ( $C_{18:1cis9}$ ); насичені – 9-метил деканову ( $C_{11:0iso}$ ), тетрадеканову ( $C_{14:0}$ ), 12-метил тридеканову ( $C_{14:0iso}$ ), пентадеканову ( $C_{15:0}$ ), 13-метил тетрадеканову ( $C_{15:0iso}$ ), 12-метил тетрадеканову ( $C_{15:0anteiso}$ ), гексадеканову ( $C_{16:0}$ ), 14-метил пентадеканову ( $C_{16:0iso}$ ), 15-метил гексадеканову ( $C_{17:0iso}$ ), 14-метил гексадеканову ( $C_{17:0anteiso}$ ) та *cis*-9, 10 гептадеканову ( $C_{17:0cis9,10}$ ) та *cis*-11 октадецену ( $C_{18:1cis11}$ ) кислоти. У жирнокислотних

спектрах також присутня циклопропанова кислота з 17 атомами вуглецю ( $C_{17,0cyclo}$ ) (табл.5). Згідно даних літератури характерною особливістю жирнокислотного складу клітин представників роду *Xanthomonas* є наявність великої кількості розгалужених насичених жирних кислот ( $_{iso}$ - та  $_{anteiso}$ -форми) зокрема, домінуючих 13-метил тетрадеканової ( $C_{15,0iso}$ ) та 12-метил тетрадеканової ( $C_{15,0anteiso}$ ) кислот [11].

Таблиця 5  
Жирнокислотний склад загальних клітинних ліпідів колекційних та ізольованих штамів фітопатогенних бактерій роду *Xanthomonas*

Жирні кислоти'	Штам, вид, патовар							
	<i>Xanthomonas</i> sp. 1	<i>Xanthomonas</i> sp. 2	<i>Xanthomonas</i> sp. 5	<i>Xanthomonas</i> sp. 7	<i>Xanthomonas</i> sp. 8	<i>Xanthomonas</i> sp. 9	<i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i> 8003 б	<i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i> 820
$C_{11,0}$	0,88	1,07	1,25	1,05	1,17	0,96	0,73	1,02
$C_{14,0 iso}$	1,11	1,88	1,51	1,87	1,73	1,25	0,98	1,90
$C_{14,0}$	1,0	1,59	1,57	1,34	1,39	1,09	1,40	1,48
$C_{15,0 iso}$	17,23	18,55	14,11	17,78	20,66	16,92	15,94	16,50
$C_{15,0 anteiso}$	15,60	14,40	9,84	14,52	14,07	16,12	18,44	13,90
$C_{15,0}$	6,76	6,76	2,22	7,46	7,62	6,71	0,86	5,53
$C_{16,0 iso}$	7,95	8,88	14,44	10,15	8,61	7,79	11,44	11,12
$C_{16,1 cis 9}$	1,77	2,24	3,95	1,88	1,67	1,64	1,27	2,04
$C_{16,1}$	24,44	25,27	29,24	23,10	22,42	25,18	30,24	28,01
$C_{16,0}$	9,45	9,14	10,12	7,39	6,87	9,08	8,37	8,35
$C_{18,1 cis 9}$	4,46	3,18	4,08	3,59	3,72	4,07	4,89	3,25
$C_{17,0 iso}$	5,18	3,65	2,92	4,31	4,08	5,00	3,73	3,17
$C_{17,0 anteiso}$	2,89	1,56	2,48	1,84	1,86	2,59	0,92	-
$C_{17,0 cyclo}$	-	-	0,92	-	-	-	0,80	1,45
$C_{17,0 cis 9, 10}$	-	-	0,50	0,73	0,80	-	-	0,42
$C_{18,1 cis 11}$	-	-	-	-	-	-	-	0,40

Узагальнюючи одержані нами та літературні дані, для представників виду *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* та близькоспоріднених видів можна встановити наступну закономірність: вміст 13-метил тетрадеканової кислоти ( $C_{15,0iso}$ ) менше ніж 30% від загальної площі піків, а – 15-метил гексадеканової ( $C_{17,0iso}$ ) – значно вище порівняно з вмістом 14-метил гексадеканової ( $C_{17,0anteiso}$ ) кислоти; кількість тетрадеканової кислоти ( $C_{14,0}$ ) близько 1,5% від загальної площі піків; відношення  $C_{16,0}$  до  $C_{16,1}$  від 0,3 до 0,4 (табл.6). Таке співвідношення є достовірним для всіх жирнокислотних спектрів досліджених штамів *Xanthomonas* sp., які найвірогідніше є представниками однойменного патовару виду *Xanthomonas campestris*.

Таблиця 6  
Характерні особливості жирнокислотних профілів колекційних та ізольованих нами штамів фітопатогенних бактерій роду *Xanthomonas*

Штами	Вміст $C_{15,0iso}$	Кількість $C_{14,0}$	Співвідношення $C_{16,0}$ до $C_{16,1}$
Колекційні штами <i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i>	16,22±0,50	1,44±0,08	0,29±0,01
Виділені нами штами <i>Xanthomonas</i> sp.	17,54±1,8	1,33±0,19	0,35±0,02

Отже аналізуючи жирнокислотний склад клітин 9 досліджуваних штамів *Pseudomonas* sp. можна стверджувати, що вони найбільш споріднені з типовим та колекційним штамом *P. marginalis* pv. *marginalis* 9175<sup>†</sup> та *P. fluorescens* 8573. Але, остаточно видовий та патоваровий статус даних штамів можна встановити виключно за їх фенотиповими та генотиповими властивостями. Натомість 6 ізольованих нами штамів *Xanthomonas* sp. за даними хемотаксономічного аналізу належать до виду *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. Тобто, жирнокислотний склад клітинних ліпідів виявився для них вирішальною таксономічною ознакою.

Л.А. Данкевич, С.К. Воцелко, О.М. Захарова, М.Д. Мельничук, В.Ф. Патики

Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины, Киев

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БОЛЕЗНЕЙ РАПСА НА ОСНОВАНИИ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА КЛЕТОЧНЫХ ЛИПИДОВ

Резюме

Исследован жирнокислотный состав клеточных липидов 15 изолированных из пораженных растений рапса и 5 коллекционных штаммов. По результатам хемотаксономического анализа выявлено, что 9 изолированных штаммов имеют родство с представителями видов *Pseudomonas marginalis* и *Pseudomonas fluorescens*, а 6 — с *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. Установлена эффективность использования некоторых методов экстрагирования эфиров жирных кислот для идентификации патогенных для рапса представителей родов *Pseudomonas* и *Xanthomonas*.

Ключевые слова: жирнокислотный состав клеточных липидов, фитопатогенные бактерии, рапс.

L. A. Dankevych, S.K. Votselko, O.M. Zakharova, M.D. Melnychuk, V. Ph. Patyka

Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

## IDENTIFICATION OF CAUSATIVE AGENT OF RAPES BACTERIAL DISEASES BASED ON FATTY ACID COMPOSITION OF CELLULAR LIPIDS

Summary

The fatty acid composition of cell lipids of 15 strains isolated from the affected plants of rape and five collection strains has been studied. According to the results of chemotaxonomic analysis it has been found that 9 isolated strains are similar to representatives of species *Pseudomonas marginalis* and *Pseudomonas fluorescens*, and 6 — to those of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. The authors have established the efficiency of certain methods for the extraction of fatty acids used for the identification of bacteria pathogenic for rape which belong to the genera *Pseudomonas* and *Xanthomonas*.

The paper is presented in Ukrainian.

Key words: fatty acid composition of cellular lipids, plant pathogenic bacteria, rape.

The authors' address: Dankevych L.A., Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine; 154 Acad. Zabolotny St., Kyiv, MSP, D03680, Ukraine.

1. Гвоздяк Р.І., Пасічник Л.А., Яковлева Л.М., Мороз С.М., Литвинчук О.О., Житкевич Н.В., Ходос С.Ф., Буценко Л.М., Данкевич Л.А., Гриник І.В., Патики В.П. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин / За ред. В.П. Патики. — Київ: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2011. — 444 с.
2. Данкевич Л.А. Фенотипова ідентифікація збудника мокрого водянистого гниття люпину // Микробиол. журн. — 2010. — 72, №2. — С. 43–48
3. Жирнокислотные профили бактерий, патогенных для человека и животных / З.П. Васюренко., А.Ф. Фролов, В.В.Смирнов, Н.М. Рубан. — Киев: Наук. думка, 1992. — 253 с.
4. Жеребило О.Е., Вишталюк Н.М. Жирные кислоты общих липидов некоторых представителей рода и других энтеробактерий // Микробиол. журн. — 1987. — 49, №6. — С. 83–85.
5. Романовская В.А., Рокитко П. В., Шилин С.О. и др. Актуальные проблемы филогенетической классификации бактерий // Там же. — 2003. — 65, №5. — С. 46–66.
6. Скрипаль І. Г. Описи видів прокаріотів: проблема, вимоги, шляхи вирішення // Там же. — 2005. — 67, №6. — С. 3–11.
7. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology /Brenner D.J., Krieg N.R., Staley J. T., Garrity G.M. — New York; USA: Springer Science+ Business Media — 2005. — 2. — 1108 p.
8. Stead D.E. Grouping of plant-pathogenic and some other *Pseudomonas* spp. by using cellular fatty acid profiles // Intr. J. Syst. Bacteriol. — 1992. — 42, N 2. — P. 281–295.
9. Stead D.E., Hennessey J., Elphinstone J.G., et al. Modern methods for classification of plant pathogenic bacteria including *Pseudomonas syringae* // Developments Plant Pathology. — 1998. — N.9. — P. 427–434.
10. Veys A., Callewaert W., Waelkens E., Abele K. Application of gas-liquid chromatography to the routine identification of nonfermenting gram-negative bacteria in clinical specimens // J. of Clinical Microbiology — 1989. — 27, N 7. — P. 1538–1542.

Отримано 13.11.2012