

УДК 632.953.1:635.342

**АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ
И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СЕМЯН КАПУСТЫ
ОТ СОСУДИСТОГО БАКТЕРИОЗА**

ВО ТХИ НГОК ХА, Ф.С. ДЖАЛИЛОВ

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Проводили скрининг 31 образца эфирных масел на антагонистическую активность по отношению к возбудителю сосудистого бактериоза капусты. Наибольший размер стерильной зоны при методе дисков и наименьшую ингибирующую концентрацию в тесте с резазурином показали чабер горный (*Satureja montana* L.), тимьян обыкновенный (*Thymus vulgaris* L.) и душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.). Эти масла при обработке инокулированных семян существенно снижали количество жизнеспособных клеток патогена на семенах и зараженность рассады капусты.

Ключевые слова: сосудистый бактериоз капусты, эфирные масла, антибактериальная активность.

Среди болезней капусты сосудистый бактериоз, вызываемый *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Хсс), относится к числу наиболее распространенных и вредоносных [1, 4, 16]. Основным источником инфекции при сосудистом бактериозе являются семена [3]. Известно, что достаточно наличия 3–5 зараженных семян среди 10 тыс. шт., чтобы вызвать серьезные потери от болезни в поле [15]. В этой связи особые требования предъявляются к эффективности средств предпосевной обработки семян.

Для обработки семян рекомендованы препараты на основе антибиотиков (Фитолавин), на основе живых клеток антагонистических штаммов бактерий (Планриз, Гамаир и др.) и гидротермическая обработка (помещение семян в воду с температурой 50–52°C на 20 мин.) [2].

Ранее установили, что при обработке искусственно зараженных семян путем замачивания в 2%-ном растворе препарата Гамаир (на основе *Bacillus subtilis*) показал биологическую эффективность в 68,2–89,5%, а Фитолавин (на основе антибиотика фитобактериомицин) — на уровне 83,2–91,6%. В этом же эксперименте гидротермическая обработка обеспечила биологическую эффективность против сосудистого бактериоза на уровне 95,5%, однако существенно снижала энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян [5]. Таким образом, ни одно из рекомендованных в настоящее время средств не обеспечивает полного обеззараживания партий семян

с высокой зараженностью возбудителем сосудистого бактериоза. Поэтому поиск таких средств продолжает оставаться актуальной задачей.

В настоящее время эфирные масла многих растений находят применение в медицине и пищевой промышленности ввиду наличия у многих из них антигрибной, антибактериальной и противовирусной активности [6, 7, 11]. Есть сведения об их перспективности для защиты растений от бактериальных инфекций [12, 13].

Цель настоящей работы заключалась в поиске эфирных масел, способных эффективно подавлять зараженность семян сосудистым бактериозом.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

- скрининг в условиях *in vitro* антибактериальной активности эфирных масел различных растений по отношению к *X.campestris* pv. *campestris*;
- оценка биологической эффективности эфирных масел, показавших наибольшую бактерицидную активность *in vitro*, в борьбе с семенной инфекцией.

Материалы и методы

В работе использовали штамм Хсс 276 NZ из коллекции лаборатории защиты растений, который относится к первой расе по классификации Kamoun с соавторами [8]. Штамм был проверен на вирулентность инокуляцией восприимчивого F₁ гибрида белокочанной капусты Экспресс уколom в жилку листа препаративной иглой, предварительно смоченной в суспензии бактериальных клеток с концентрацией 10⁸ колониеобразующих единиц в миллилитре (КОЕ/мл).

Для тестирования использовали эфирные масла 31 вида растений производства ООО «Сириус» (Белгородская обл.), ООО «ТОССА» (Москва) и «Стикс натуркосметик» (Австрия).

Первичный скрининг эфирных масел на антибактериальную активность проводили методом дисков. Поверхность среды Кинг Б [9] в чашке Петри диаметром 90 мм засеивали 200 мкл суспензии клеток Хсс и после 15- минутного подсушивания в центр помещали стерильный диск фильтровальной бумаги диаметром 6 мм, на который наносили 6 мкл эфирного масла. Через 2 сут. культивирования при +28°C измеряли диаметр стерильной зоны (в мм) с учетом диаметра диска.

Для более детальной оценки антибактериальных свойств масел, в опытах с которыми диаметр стерильной зоны был более 6 мм, определяли минимальную ингибирующую концентрацию (МИС).

Для получения стабильной эмульсии испытывали Диметилсульфоксид (ДМСО), Tween 20, Tween 80, 0,15% агар. В пробирке разводили масло в соотношении 1:1 в 2% DMSO, 5% DMSO, 10% DMSO, 0,5% Tween 20, 0,5% Tween 80 и 0,15%-ном агаре и перемешивали на вортексе до получения однородной смеси. Выдерживали эти смеси в течение 2 часов, визуально оценивая стабильность суспензии. Для дальнейших тестов был выбран 0,15%-ный агар.

Для определения МИС в лунку стерильной 96-луночной плоскодонной микропланшеты для культуры клеток (Corning, USA) вносили 40 мкл 5%-ного эфирного масла в 0,15%-ном агаре и проводили серийные разведения в других лунках в соотношении 1:1 в 0,15%-ном агаре. Удаляли 20 мкл смеси из последней лунки для сохранения постоянного объема (20 мкл). Затем в лунки добавляли по 150 мкл суспензии клеток Хсс (10⁷ клеток/мл) в жидкой среде Кинг Б, 10 мкл 0,1%-ного резазурина и доводили до 200 мкл 0,15%-ным агаром. Содержимое лунок тщательно перемешали с помощью микропипетки. Имелось три контроля: без масла, без резазурина и без культуры бактерий.

Планшет инкубировали при 26°C. Через 24 и 48 ч проводили учет изменения окраски в лунках. В лунках, где имело место размножение бактерий, синий цвет резазурина переходил к розовато-лиловой и потом — к розовой окраске [10].

Показавшие наивысшую антибактериальную активность в условиях *in vitro* эфирные масла были отобраны для обработки зараженных сосудистым бактериозом семян. Эмульсии масел в воде в концентрациях 0,9%, 0,45% и 0,15% были приготовлены обработкой ультразвуком на приборе Sartorius Labsonic M при экспозиции 20 сек. и амплитуде 70%.

Инокуляцию семян возбудителем сосудистого бактериоза проводили в условиях вакуума, как было описано ранее [5]. Затем семена подсушивали при комнатной температуре в течение 24 ч и замачивали в эмульсиях эфирных масел на 30 мин. В качестве положительного контроля зараженные семена замачивали в воде, а отрицательным контролем служили здоровые семена, замоченные в воде. После обработки и подсушивания на фильтровальной бумаге из семян экстрагировали возбудителя. Для этого семена по 250 шт. помещали в конические колбы на 50 мл и заливали 2,5 мл стерильного физраствора (0,85% NaCl) с добавлением твина-20 (20 мкл/10 мл), и встряхивали на орбитальном шейкере в течение 2,5 ч при 250 об/мин. Переносили 100 мкл экстракта в пробирку с 900 мкл стерильного физраствора. Далее проводили серийные десятикратные разведения в стерильном физрастворе. Проводили посев 100 мкл суспензии из каждой пробирки на селективную среду с крахмалом [15]. Подсчет гидролизующих крахмал колоний проводили через 2 сут. В сомнительных случаях использовали раствор Люголя. Рассчитывали количество колониеобразующих единиц бактерий в исходном экстракте (КОЕ/мл).

Для оценки биологической эффективности обработки эфирными маслами семена высевали в торфяной субстрат в 49-ячеечные рассадные кассеты. Температура в период эксперимента в теплице составляла 20–26°C. Проводили учет лабораторной и оранжерейной всхожести семян, а также зараженности рассады сосудистым бактериозом. Опыт проводили в двух повторностях по 49 растений в каждой.

В качестве эталона использовали рекомендованный для предпосевной обработки от сосудистого бактериоза Фитолавин, ВРК (0,2%). Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа со сравнением средних по критерию Дункана и корреляционного анализа с помощью пакета Statistica 6,0.

Результаты и их обсуждение

При тестировании патогенности штамма Xcc 276 NZ на 10–12-е сутки после заражения наблюдали типичные для сосудистого бактериоза симптомы (некроз сосудов и V-образные хлорозы).

Выявлено, что стабильность эмульсии масел при добавлении ДМСО не превышала 5 мин., а при использовании Tween 20 и Tween 80 стабильность эмульсии сохранялась значительно дольше, но размеры стерильной зоны были существенно меньше, чем при использовании 0,15%-ного агара. На основании этого при приготовлении эмульсии для дальнейших испытаний антибиотической активности эфирных масел использовали в качестве стабилизатора 0,15%-ный агар.

Из всех испытанных эфирных масел при тестировании методом дисков лишь масло сантала белого и табака обыкновенного не дало стерильной зоны (она была равна 6 мм, т.е. диаметру самого диска). У остальных масел размер стерильной

Таблица 1

Результаты тестирования антибактериальной активности эфирных масел по отношению к возбудителю сосудистого бактериоза капусты

№ п/п	Русское название вида растения — источника эфирного масла	Латинское название вида растения — источника эфирного масла	Размер стерильной зоны при тестировании методом дисков, мм (среднее значение ± стандартное отклонение)	Минимальная ингибирующая концентрация, %	Группа антибактериальной активности
1	Сантал белый	<i>Santalum album</i> L.	6,0 ± 0,0	Не определена	Нет эффекта
2	Табак обыкновенный	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	6,0 ± 0,0	Не определена	
3	Шалфей лекарственный	<i>Salvia officinalis</i> L.	10,2 ± 0,5	1	Слабый эффект
4	Коммифора Мирра	<i>Commiphora myrrha</i> (Nees) Engl.	10,6 ± 0,7	1	
5	Кориандр посевной	<i>Coriandrum sativum</i> L.	11,7 ± 0,8	>1	
6	Цимбопогон Мартини	<i>Cymbopogon martinii</i> Stapf	16,2 ± 0,1	0,5	
7	Анис обыкновенный	<i>Pimpinella anisum</i> L.	10,3 ± 1,3	1	
8	Фенхель обыкновенный	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	10,6 ± 1,0	1	
9	Укроп огородный	<i>Anethum graveolens</i> L.	11,7 ± 0,1	0,5	
10	Бархатцы отклоненные	<i>Tagetes patula</i> L.	16,7 ± 0,8	>1	
11	Туя западная	<i>Thuja occidentalis</i> L.	13,0 ± 2,1	1	
12	Грушанка круглолистная	<i>Pyrola rotundifolia</i> L.	18,7 ± 2,7	1	
13	Гвоздика садовая (бутоны)	<i>Dianthus caryophyllus</i> L.	15,3 ± 0,4	>1	
14	Базилик душистый	<i>Ocimum basilicum</i> L.	19,3 ± 2,2	0,5	Средний эффект
15	Майоран садовый	<i>Origanum majorana</i> L.	12,8 ± 0,8	1	
16	Лавр благородный	<i>Laurus nobilis</i> L.	26,7 ± 7,8	0,5	
17	Акация нильская	<i>Acacia scorpioides</i> (L.) Delile	21,1 ± 0,6	0,5	
18	Мелалеука альтернифолия	<i>Melaleuca alternifolia</i> L.	25,0 ± 5,1	0,5	

№ п/п	Русское название вида растения — источника эфирного масла	Латинское название вида растения — источника эфирного масла	Размер стерильной зоны при тестировании методом дисков, мм (среднее значение ± стандартное отклонение)	Минимальная ингибирующая концентрация, %	Группа антибактериальной активности
19	Кардамон настоящий	<i>Elettaria cardamomum</i> L.	21,7 ± 4,0	0,5	Средний эффект
20	Кориандр цейлонский	<i>Cinnamomum verum</i> J. Presl	26,3 ± 3,0	0,5	
21	Иссоп лекарственный	<i>Hyssopus officinalis</i> L.	26,9 ± 5,9	0,5	
22	Хризопогон	<i>Chrysopogon zizanioides</i> (L.) Roberty	23,7 ± 0,6	0,5	
23	Мелалеука леукадендра	<i>Malaleuca leucadendra</i> L.	23,1 ± 0,0	0,5	
24	Мята перечная	<i>Mentha piperita</i> L.	26,3 ± 1,7	0,5	
25	Мирт обыкновенный	<i>Myrtus communis</i> L.	28,3 ± 1,5	0,5	
26	Чабер садовый	<i>Satureja hortensis</i> L.	52,4 ± 2,7	0,25	Сильный эффект
27	Чабер горный	<i>Satureja montana</i> L.	47,8 ± 3,8	0,125	
28	Тмин обыкновенный	<i>Carum carvi</i> L.	34,4 ± 6,2	0,25	
29	Тимьян обыкновенный	<i>Thymus vulgaris</i> L.	46,3 ± 8,2	0,125	
30	Душица обыкновенная	<i>Origanum vulgare</i> L.	39,9 ± 0,8	0,125	
31	Лимонное сорго	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf.	30,8 ± 6,2	0,25	
32	Фитолавин, ВРК, 0,2% (эталон)		17,7 ± 0,6		

зоны варьировал от 10,2 мм у шалфея лекарственного до 52,4 мм у чабера садового (рис. 1).

Для более точной количественной оценки антибактериального эффекта определяли минимальную ингибирующую концентрацию (МИС) в тесте с резазурином.

Резазурин (натриевая соль) — ароматическое соединение, имеющее формулу $C_{12}H_7N_1O_4$ и представляющее собой окислительно-восстановительный индикатор.

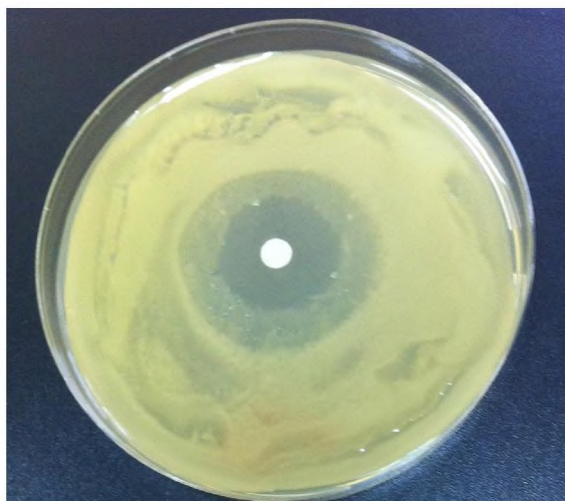


Рис. 1. Стерильная зона вокруг диска с эфирным маслом *Malaleuca leucadendra* на газоне культуры *X. campestris* pv. *campestris*

Тест с резазурином используется для выявления бактериального заражения молока, жизнеспособности клеток и в других целях.

Принцип метода заключается в том, что краситель резазурин при наличии роста бактерии окисляется, превращаясь во флуоресцирующий резозурин, и меняет цвет питательной среды с синего на розовато-лиловой, а потом — на розовый (рис. 2).

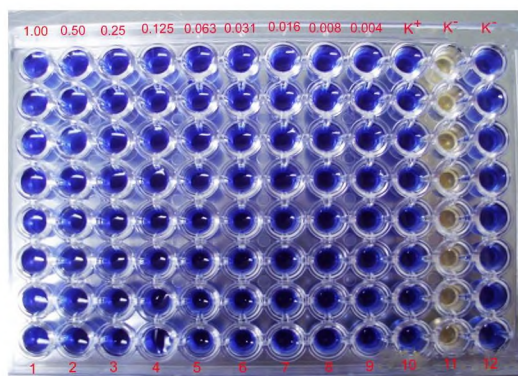
Корреляционный анализ выявил тесную обратную связь между размером стерильной зоны и минимальной ингибирующей концентрацией: $r_1 = -0,837$, $m_r = 0,105$, $p \geq 99\%$.

У тестируемых образцов эфирных масел минимальная ингибирующая концентрация варьировала от 1,0% до 0,125%.

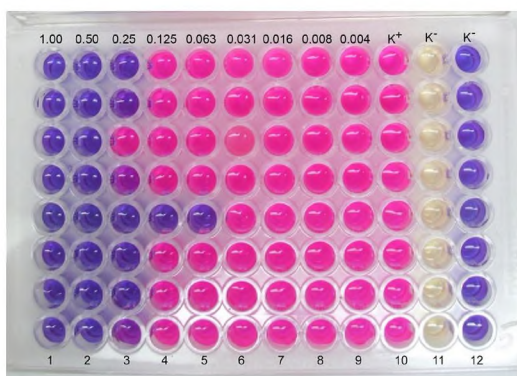
Для оценки эффективности обработки семян были отобраны образцы с минимальной ингибирующей концентрацией по отношению к *Xcc*, равной 0,125%.

В эту группу попали чабер горный, тимьян обыкновенный и душица обыкновенная.

Учет содержания КОЕ патогена в экстрактах семян после обработки показал, что эффективность испытанных эфирных масел была достоверно выше эталонного варианта, т.е. содержание жизнеспособных клеток патогена на семенах после замачивания их в эмульсиях эфирных масел тимьяна обыкновенного, душицы обыкновенной и чабера горного было существенно ниже, чем в варианте с обработкой семян



а



б

Рис. 2. Определение минимальной ингибирующей концентрации в тесте с резазурином (а — до инкубации; б — через 48 ч инкубации): А–Н — различные виды эфирных масел; 1–9 — различные концентрации эфирного масла от 1% до 0,004%; 10 — контроль без масла; 11 — контроль без резазурина; 12 — контроль без бактериальной культуры

фитолавином, ВРК и положительным контролем (табл. 2, рис. 3). Между эффектами трех видов масел в трех испытанных концентрациях не было установлено существенных различий.

Т а б л и ц а 2

Концентрация клеток возбудителя сосудистого бактериоза в экстрактах семян после обработки эфирными маслами ($\times 10^5$ КОЕ/мл)

Вариант	Статистические группы по критерию Дункана		
	1	2	3
Тимьян обыкновенный, 0,15%	16,5		
Тимьян обыкновенный, 0,45%	3,5		
Тимьян обыкновенный, 0,90%	12,0		
Душица обыкновенная, 0,15%	17,5		
Душица обыкновенная, 0,45%	3,0		
Душица обыкновенная, 0,90%	3,5		
Чабер горный, 0,15%	21,0		
Чабер горный, 0,45%	10,5		
Чабер горный, 0,90%	7,0		
Фитолавин, ВРК, 0,2% (эталон)		49,5	
Контроль — без обработки			87,0

Обработка эфирными маслами не привела к существенному изменению лабораторной и оранжерейной всхожести. Масло тимьяна обыкновенного, душицы обыкновенной и чабера горного при предпосевной обработке семян значительно снизило количество зараженных проростков (табл. 3). Биологическая эффективность этой обработки варьировала от 55,9% до 86,5% и статистически не отличалась от эталона — фитолавина, ВРК.

Была обнаружена тесная связь между содержанием КОЕ возбудителя в экстракте семян после обработки и зараженностью рассады: $r = 0,816$; $m_r = 0,193$; $p \geq 99\%$.

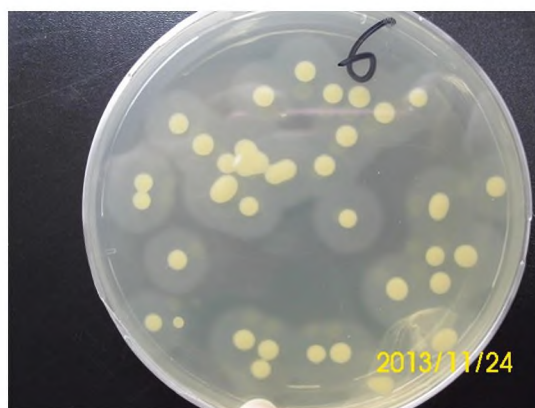


Рис. 3. Гидролизующие крахмал колонии *X. campestris* pv. *campestris* на селективной среде после посева экстракта зараженных семян

**Зараженность рассады сосудистым бактериозом
после предпосевной обработки семян эфирными маслами**

Варианты	Всхожесть лабораторная, %	Всхожесть оранжерейная, %	Зараженность, %	Биологическая эффективность, %
Тимьян обыкновенный, 0,15%	96,0	89,8	1,19a	85,2
Тимьян обыкновенный, 0,45%	98,0	86,7	3,55a	55,9
Тимьян обыкновенный, 0,90%	99,0	88,8	2,30a	71,5
Душица обыкновенная, 0,15%	96,0	94,9	3,22a	60,0
Душица обыкновенная, 0,45%	93,0	88,8	2,13a	73,6
Душица обыкновенная, 0,90%	96	94,9	2,18a	72,9
Чабер горный, 0,15%	96,0	91,8	1,11a	86,2
Чабер горный, 0,45%	100,0	93,9	2,17a	73,1
Чабер горный, 0,90%	98,0	91,8	1,09a	86,5
Фитолавин, ВРК, 0,2%	95,0	95,0	3,17a	60,6
Контроль — без обработки	98,0	88,8	8,06b	—
	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$		

В настоящее время имеется много сообщений об антибактериальном действии эфирных масел по отношению к бактериальным и грибным патогенам человека, животных и растений. Так, испытание ряда эфирных масел, органических кислот и растительных экстрактов в условиях *in vitro* выявило сильное антибактериальное действие масла тимьяна, майорана, клевера и коричника, а также экстракта красного грейпфрута по отношению к возбудителям сосудистого бактериоза капусты и бактериального рака томата [17]. Обработка семян риса 4%-ными маслами тимьяна и базилика уменьшала зараженность всходов *Acidovorax avenae* subsp. *avenae* и повышала всхожесть семян [12]. Предполагается, что действие эфирных масел обусловлено действием на цитоплазму и оболочку бактериальной клетки. Монотерпены эфирных масел увеличивают проницаемость мембран, подавляют клеточное дыхание, влияют на ионно-обменные процессы [14]. К достоинствам эфирных масел следует отнести тот факт, что они содержат много активных веществ, что значительно снижает риск появления резистентных штаммов патогенов [14].

В нашей работе испытание в условиях *in vitro* антибактериальных свойств 31 образца эфирных масел показало высокую активность масел тимьяна, душицы и чабера по отношению к возбудителю сосудистого бактериоза капусты. Предпосевная обработка этими маслами инокулированных патогеном семян обеспечила существенное снижение как количества жизнеспособных клеток возбудителя на семенах, так и зараженности рассады капусты. Биологическая эффективность обработ-

ки семян капусты маслами тимьяна обыкновенного, душицы обыкновенной и чабера горного не уступала таковой зарегистрированного препарата на основе антибиотика.

Использование эфирных масел тимьяна, душицы и чабера в борьбе с бактериозами может занять свое место в технологиях выращивания экологически безопасной продукции, а также в личных подсобных хозяйствах. Впоследствии, после идентификации физиологически активных веществ, содержащихся в этих маслах, которые ответственны за проявление антибактериального эффекта, вероятно, возможно создание нового поколения бактерицидов для использования в защите растений от бактериальных инфекций.

Библиографический список

1. Джалилов Ф.С., Монахос Г.Ф., Тивари Р.Д. Вредоносность сосудистого бактериоза капусты // Известия ТСХА. 1989. Вып. 3. С. 169–172.
2. Джалилов Ф.С., Тивари Р.Д., Андреева Е.И., Амосова С.В., Иванова Н.И. Эффективность гидротермической обработки и протравливания семян капусты против сосудистого бактериоза // Известия ТСХА. 1989. Вып. 5. С. 102–105.
3. Джалилов Ф.С., Во Тху Нзюк Ха. Защита капусты от болезней в период вегетации // Картофель и овощи. 2014. № 1. С. 20–23.
4. Игнатов А.Н. Распространение возбудителей опасных бактериозов растений в Российской Федерации // Материалы Международной научно-практической конференции «Бактериальные и фитоплазменные болезни сельскохозяйственных растений (Московская обл., Одинцовский р-н, п. Большие Вяземы, ВНИИ фитопатологии, 15-18 октября 2014 г.). Защита картофеля». 2014. № 2. С. 53–57.
5. Мазурин Е.С. Методы диагностики возбудителя сосудистого бактериоза капусты и меры защиты. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. 2009. 21 с.
6. Маланкина Е.Л. Лекарственные растения на приусадебном участке. М.: Фитон, 2007. 271 с.
7. Петрушина А.Д., Никогосян А.С., Кайб И.Д., Мальченко Л.А., Ушакова С.А. Использование ингаляции эфирными маслами в комплексной терапии и для профилактики ОРВИ у детей // Вопросы педиатрии. 2012. Т. 11. № 2. С. 180–183.
8. Kamoun S., Kadmar H.V., Tola E., Kado C.I. Incompatible interaction between crucifers and *Xanthomonas campestris* involve a vascular hypersensitive response: role of the *hrpX* locus // Molecular Plant-microbe Interactions. 1992. V. 5. P. 22–33.
9. Laboratory guide for identification of plant-pathogenic bacteria / N.W. Schaad, J.B. Jones, W. Chun eds. 3rd ed. American Phytopathological Society Press. St. Paul. Mn., 2001.
10. Marina S., Jasmina G., Petar D.M., Dejan B., Leo J.L.D. van Griensven. Antibacterial effects of the essential oils of commonly consumed medicinal herbs using an In Vitro model // Molecules. 2010. V. 15. P. 7532–7546.
11. Nevas M., Korhonen A., Lindstrom M., Tupkki P., Korkeala H. Antibacterial efficiency of Finnish spice essential oils against pathogenic and spoilage bacteria // Journal of food protection. 2004. V. 67. № 1. P. 199–202.
12. Ngujefack J., Somda I., Mortensen C.N., Zollo A. Evaluation of five essential oils from aromatic plants of Cameroon for controlling seedborne bacteria of rice (*Oryza sativa* L.) // Seed science and technology. 2005. V. 33. P. 397–407.
13. Pradhanang P.M., Momol M.T., Olson S.M. and Jones J.B. Effects of plant essential oils on *Ralstonia solanacearum* population density and bacterial wilt incidence in tomato // Plant Disease. 2003. V. 87. P. 423–427.

14. Reichling J., Schnitzler P., Suschke U., Saller R. Essential Oils of Aromatic Plants with Antibacterial, Antifungal, Antiviral, and Cytotoxic Properties — an Overview // *Forsch Komple-mentmed.* 2009. V. 16: 79–90. DOI: 10.1159/000207196.

15. Schaad N.W., Sitterly W.R., Humaydan H. Relationship of incidence of seedborne *Xanthomonas campestris* to black rot of crucifers // *Plant Disease*, 1980. V. 64. № 1. P. 91–92.

16. Williams P.H. Black rot: a continuing threat to world crucifers // *Plant Disease*, 1980. V. 64. № 8. P. 736–742.

17. Van der Wolf J.M., Birnbaum Y., Van der Zouwen P.S., Groot S.P.C. Disinfection of vegetable seed by treatment with essential oils, organic acids and plant extracts // *Seed science and technology*. 2008. V. 36. P. 76–88.

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OILS AND THEIR USE FOR DISINFECTION OF CABBAGE SEEDS AGAINST BLACK ROOT

VO THI NGOK HA, F.S. DZHALILOV

(Russian Timiryazev State Agrarian University)

*Screening of the antagonistic activity against the black rot pathogen of cabbage was carried out with 31 samples of essential oils. The largest sterile zone using disk method and the lowest minimum inhibitory concentration in rezazurin test were obtained for mountain savory (*Satureja montana* L.), thyme (*Thymus vulgaris* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.). These essential oils application for treatment of the inoculated seeds significantly reduced the number of viable cells of the pathogen on seeds and disease progress on seedlings of cabbage.*

Key words: black rot of cabbage, essential oils, antibacterial activity.

Во Тхи Нгок Ха — асп. кафедры защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел. (499) 976-02-20; e-mail: ngochavo.88@gmail.com).

Джалилов Февзи Сеид-Умерович — д. б. н., проф., зав. лабораторией защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел. (499) 976-12-79; e-mail: labzara@mail.ru).

Vo Thi Ngok Ha — PhD Student of the department of plant protection, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya street, 49; tel. (499) 976-02-20; e-mail: ngochavo.88@gmail.com).

Dzhalilov Fevzi Seid-Umerovitch — Doctor of Biological Sciences, professor, Head of plant protection laboratory, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya street, 49; tel. (499) 976-12-79; e-mail: labzara@mail.ru).