

УДК 664.724

## Антимикробное действие ультрадисперсных гумато-сапропелевых суспензий

Д-р техн. наук **Н.Ю. Шарова**, natalya\_sharova1@mail.ru

ВНИИ пищевых добавок – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН  
191014, Россия, Санкт-Петербург, Литейный проспект, 55

д-р с.-х. наук **А.С. Митюков**, mitals@yandex.ru

Институт озераведения РАН  
196105, Россия, Санкт-Петербург, Севастьянова, 9

канд. техн. наук **Н.В. Баракова**, barakova@corp.itmo.ru

**Д. Нсенгумуремый**, nседанко@yahoo.fr

Университет ИТМО  
191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Представлены данные по влиянию ультрадисперсных гумато-сапропелевых суспензий, полученных холодным и горячим способом из сапропелей месторождения Середка Псковской области, на жизнеспособность бактериальной культуры *Bacillus subtilis*. Исследовано два модельных варианта воздействия сапропелей на бактериальную культуру. Первый – без длительного контакта, второй – с предшествующим высеву на агаризованную среду контактом суспензии сапропелей с бактериальными клетками в течение различных периодов времени. Затем проводили высеv на агаризованную среду. Аналогичные исследования проведены с зерном ржи и зерном овса с повышенной влажностью и обсемененностью. Бактерицидное действие ультрадисперсных гумато-сапропелевых суспензий определяли путем подсчета колоний, образовавшихся на чашке Петри по истечении суток и сравнивали со средой сусло-агар (контроль). Установлено, что подавляющее действие на культуру *Bacillus subtilis* без предварительной выдержки его в ультрадисперсных гумато-сапропелевых суспензиях незначительное. Выраженный эффект получен при выдерживании бактериальных клеток в 5,0 и 10,0 см<sup>3</sup> ультрадисперсной гумато-сапропелевой суспензии в течение свыше 12 ч при температуре (20,5 ± 0,5)°С. Показано, что ультрадисперсные гумато-сапропелевые суспензии оказывают заметное бактериостатическое действие только при предварительной выдержке бактериальных клеток в суспензиях. Аналогичная тенденция отмечена и для зерна ржи и овса, но при более длительном контакте с суспензиями. Усиленный бактериостатический эффект выявлен для ультрадисперсных гумато-сапропелевых суспензий, полученных горячим способом.

**Ключевые слова:** хранение зерна; микробиология; антибактериальное действие; ультрадисперсные гумато-сапропелевые суспензии; *Bacillus subtilis*; зерно ржи и овса.

DOI: 10.17586/2310-1164-2019-12-3-25-31

## Antimicrobial activity of ultradisperse humic sapropel suspensions

D. Sc. **Natalya Yu. Sharova**, natalya\_sharova1@mail.ru

All-Russian Research Institute of Food Additives – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS  
55, Liteynyi ave., St. Petersburg, 191014, Russia

D. Sc. **Aleksei S. Mityukov**, mitals@yandex.ru

Russian Academy of Science Institute of Limnology  
9, Syevast'yanova str., St. Petersburg, 196105, Russia

Ph. D. **Nadezhda V. Barakova**, barakova@corp.itmo.ru;

**Daniel Nsengumuremyi**, nседанко@yahoo.fr

ITMO University  
9, Lomonosov str., St. Petersburg, 191002, Russia

The article presents epy data on the effect of ultradisperse humic sapropel suspensions, obtained by cold and hot method from sapropels of Seryodka deposit (Pskov region, Russia), on the viability of *Bacillus subtilis* bacterial culture. Two model variants of sapropels' influence on bacterial culture are investigated. The former is without long-time contact, the latter is with the contact of sapropel suspension with bacterial cells for various periods of time before their seeding. Then, seeding was carried out on agar medium. Similar studies were carried out with rye grain and oat grain of high humidity and contamination. The bactericidal activity of ultradisperse humic sapropel suspensions was determined

by counting the colonies formed on the Petri dish after 24 hours and compared with wort-agar medium (control). As a result of the bacteriostatic activity study it was found that the inhibition effect on the *Bacillus subtilis* culture of without prior exposure in ultradisperse humic sapropel suspensions is negligible. The effect is obtained by keeping the bacterial cells in 5.0 and 10.0 cm<sup>3</sup> ultradisperse humic sapropel suspension for more than 12 hours at the temperature of 20.5 ± 0.5°C. It is concluded that ultradisperse humic sapropel suspensions have a noticeable bacteriostatic effect only when keeping bacterial cells are preliminary held in suspensions. A similar trend is noted for the grain of rye and oat, but with longer contact with suspensions. The enhanced bacteriostatic effect has been detected for ultradisperse humic sapropel suspensions obtained by the hot method.

**Keywords:** grain storage; microbiology; antibacterial activity; ultradisperse humic sapropel suspensions; antimicrobial; *Bacillus subtilis*; rye and oat grain.

## Введение

Сапропель – это натуральный природный продукт, который образовался в виде отложений на дне пресноводных водоемов в течение длительного времени, то есть – ил. Он содержит значительное количество минеральных и биологически активных веществ, среди которых каротиноиды и витамины, гормоны и ферменты. В связи с этим сапропель нашел применение для удобрения почвы, как сорбирующий агент, источник биологически активных веществ [1–5].

Химический состав сапропеля представлен высоким содержанием биологически активных веществ, большая часть которых – это гуминовые кислоты. От химической активности гуминовых кислот зависят бактериостатические свойства сапропелей [6] и препаратов, приготовленными на их основе [7]. Препараты, приготовленные на основе сапропеля, так же как и сапропель, находят широкое применение в народном хозяйстве [8].

Ранее было показано, что сапропели обладают фунгицидным и фунгистатическим действием на культуру *Aspergillus niger*, зерно ячменя и микрофлору послеспиртовой барды [9–11]. Выявлено, что наибольший эффект обеспечивают ультрадисперсные гумато-сапропелевые суспензии (УДГСС), полученные горячим способом. Для получения пищевых микроингредиентов – продуктов микробиологического синтеза в промышленности используется зерновое сырье, микробиологический состав которого должен соответствовать требованиям конкретного производства. Однако при неправильном хранении сырья микрофлора может изменяться как по качественному, так и по количественному составу [12]. Зерно в основном содержит клетки бактерий, актиномицетов, мицелиальных грибов и дрожжей. Среди бактериальных культур встречаются *Ervinia herbicola*, *Pseudomonas fluorescens*, *Proteus*, *Bacterium translucens*, *Bacterium atrofaciens*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus mycoides* [12]. Самой распространенной зерновой микрофлорой являются *Bacillus subtilis* и *Bacillus mycoides*. В настоящее время для хранения зерна в основном используют сушку газовоздушной смесью, в частности озоновоздушной, или нагретым воздухом [12]. Однако способ не позволяет достичь полного стерилизующего эффекта. Практикуется сушка зерна под солнцем в течение нескольких дней, что способствует снижению количества микробных клеток лишь на 30–40% [12]. Термофильная микрофлора зерна, устойчивая к повышению температуры, часто не теряет жизнеспособность и при отрицательной температуре. Так, охлаждение даже ниже –20°C лишь подавляет ее развитие, но не приводит к ее гибели. Наиболее эффективным способом хранения считается ограничение или полное отсутствие доступа кислорода аэробным микроорганизмам зерна (самоконсервация за счет выделения углекислого газа при дыхании), или заполнение воздушного пространства инертными газами, фумигантами [13]. Однако эти процессы сравнительно трудоемки. Использование средств химической защиты известно для длительного сохранения фуражного зерна (более 50 суток), что чревато последствиями проникновения последних внутрь зерна и далее в пищевые продукты. Поэтому проблема поиска альтернативных, безопасных способов повышения хранимоспособности зерна, являющегося сырьем для пищевой отрасли, остается актуальной.

Цель работы – исследовать бактерицидное и бактериостатическое действие ультрадисперсных гумато-сапропелевых суспензий на клетки тест-культуры *Bacillus subtilis* и на бактериальную микрофлору зерна ржи, овса.

### Объекты и методы исследований

Ультрадисперсные гумато-сапропелевые суспензии, полученные из воздушно-сухих образцов сапропеля месторождения Середка Псковской области Институтом озераведения РАН путем щелочной экстракции при разных температурах экстракции под действием ультразвукового излучения: УДГСС<sub>1</sub> – частота 35 кГц; давление 2 Вт/см<sup>2</sup>t<sub>экстр</sub> = 20°С; УДГСС<sub>2</sub> – частота 35 кГц; давление 2 Вт/см<sup>2</sup>t<sub>экстр</sub> = 40°С.

Таблица 1 – Химический состав

Table 1. Chemical composition

Показатели	УДГСС <sub>1</sub>	УДГСС <sub>2</sub>
Содержание СВ, %	12,2	7,7
количество редуцирующих сахаров, мг/см <sup>3</sup>	3,19	5,5
количество липидов, мг/см <sup>3</sup>	275	1070
гуминовые кислоты, % СВ	20,68	38,72
Микроэлементный состав		
медь, мг/кг	0,96	9,15
цинк, мг/кг	2,38	1,94
кобальт, мг/кг	7,49	7,09
железо, мг/кг	8,28	456,3
марганец, мг/кг	4,46	4,34
никель, мг/кг	6,92	6,78
свинец, мг/кг	8,11	9,62
кадмий, мг/кг	1,35	1,34
хром, мг/кг	1,23	4,00

Зерно ржи Омского региона, по показателю влажности (16%) превышающее нормативный показатель (не более 14%, ГОСТ 16990-2017 Рожь. Технические условия).

Зерно овса Ленинградской области, по показателю влажности (17%), превышающее нормативный показатель (не более 14%, ГОСТ Р 53901-2010 Овес кормовой. Технические условия).

Для определения действия УДГСС, приготовленных холодным (УДГСС<sub>1</sub>) и горячим (УДГСС<sub>2</sub>) способом, на жизнеспособность клеток *Bacillus subtilis* были исследованы два модельных варианта с различным временем выдержки и количеством экстракта: без выдержки, 6; 12 и 24 ч. Для этого конидии *Bacillus subtilis* с титром 6,2·10<sup>3</sup>–7,7·10<sup>3</sup> КОЕ/см<sup>3</sup> суспендировали в образцы УДГСС. Количество УДГСС составляло от 1 до 10,0 см<sup>3</sup> на чашку Петри. Рост колоний исследовали в течение 4–5 сут.

Вариант 1. Клетки *Bacillus subtilis* с титром 6,2·10<sup>3</sup>–7,7·10<sup>3</sup> КОЕ/см<sup>3</sup> суспендировали в УДГСС и высевали на агаризованную среду.

Вариант 2. Клетки *Bacillus subtilis* с титром 6,2·10<sup>3</sup>–7,7·10<sup>3</sup> КОЕ/см<sup>3</sup> суспендировали в УДГСС, выдерживали в течение 6; 12 и 24 ч при температуре (20,5 ± 0,5)°С и высевали на агаризованную среду.

Бактерицидное действие УДГСС, полученных горячим и холодным способом, определяли путем подсчета колоний, образовавшихся на чашке Петри, по истечении суток. Контрольной средой являлся сусло-агар (СА).

Оценку действия УДГСС проводили с использованием метода серийных макроразведений, основанного на прямом определении основного количественного показателя, характеризующего микробиологическую активность средства, а именно, величины его минимальной подавляющей концентрации по отношению к микроорганизмам (МУК 4.2.1890-04 Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам; ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Метод определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов). Подсчитывали общее число мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАиФАМ) в 1 см<sup>3</sup> суспензии исследуемых объектов, способных образовывать колонии на сусло-агаре при температуре 32 и 37°С. Из каждого исследуемого объекта делали посев по 1 см<sup>3</sup> в две стерильные чашки Петри, заливали 8–12 см<sup>3</sup> расплавленного и охлажденного до 45°С сусло-агара, быстро смешивали, распределяя по всему дну до застывания агара. Чашки с посевами помещали в термостат вверх дном и инкубировали в течение (24 ± 2) ч. Учитывали все выросшие колонии. Количество колоний суммировали. Результат выражали

в КОЕ в 1 см<sup>3</sup> исследуемого объекта (КОЕ/см<sup>3</sup>). Для условного обозначения количества колоний использовали систему «-» и «+», согласно которой принимали следующие обозначения: «-» роста нет; «+» – слабый рост, соответствует 5–10 КОЕ/см<sup>3</sup>; «++» – умеренный рост, соответствует 1,1·10<sup>3</sup>–1,9·10<sup>3</sup> КОЕ/см<sup>3</sup>; «+++» – обильный рост (газон), соответствует 6,2·10<sup>3</sup>–7,7·10<sup>3</sup> КОЕ/см<sup>3</sup>; «++++» – очень обильный рост (плотный газон), соответствует более 6,2·10<sup>3</sup>–7,7·10<sup>3</sup> КОЕ/см<sup>3</sup>. За контроль принимали титр 6,2·10<sup>3</sup>–7,7·10<sup>3</sup> КОЕ/см<sup>3</sup>.

Обработку экспериментальных данных проводили с привлечением методов математической статистики и программ ExcelXP.

### Результаты и их обсуждение

#### Бактерицидное и бактериостатическое действие экстрактов сапропеля на клетки *Bacillus subtilis*

Результаты исследований показали, что бактерицидное действие экстрактов сапропеля на клетки *Bacillus subtilis* без предварительного выдерживания с суспензией клеток (вариант 1) наблюдается при использовании экстракта сапропеля в количестве 5 см<sup>3</sup> и более (таблица 2).

Более выраженное подавляющее действие на клетки *Bacillus subtilis* выявлено при исследовании УДГСС, полученного горячим способом.

Таблица 2 – Бактерицидное действие экстрактов сапропеля на клетки *Bacillus subtilis* (контроль на 24 ч культивирования, высеив на агаризованную среду СА)

Table 2. Bactericidal action of saproel extarcts on *Bacillus subtilis* cells (control is after 24 hours of cultivation, seeding on agar medium wort agar)

Наименование образца	Заражение клетками <i>Bacillus subtilis</i>	Время выдерживания, ч	Количество УДГСС, см <sup>3</sup>					
			0	1,0	3,0	4,0	5,0	10,0
Вариант 1								
УДГСС <sub>1</sub>	нет	–	–	–	–	–	–	–
	да	–	+++	+++	+++	+++	++	++
УДГСС <sub>2</sub>	нет	–	–	–	–	–	–	–
	да	–	+++	+++	+++	+++	+	–
Вариант 2								
УДГСС <sub>1</sub>	да	6	+++	+	+	+	+	+
		12	+++	+	+	+	–	–
		24	+++	+	+	+	–	–
УДГСС <sub>2</sub>	да	6	+++	+	+	+	+	+
		12	+++	+	+	+	–	–
		24	+++	+	+	+	–	–

Примечание: «-» роста нет; «+» – слабый рост; «++» – умеренный рост; «+++» – обильный рост (газон); «++++» – очень обильный рост (плотный газон)

В случае выдерживания конидий с УДГСС в течение 6; 12 и 24 ч (вариант 2) бактерицидный эффект усиливался.

Результаты изучения бактериостатического действия УДГСС показали, что подавляющее действие на клетки *Bacillus subtilis* без их предварительного выдерживания при температуре (20,5 ± 0,5)°C отсутствует (таблица 3).

Положительный эффект наблюдался при выдерживании бактериальных клеток с 5,0 и 10,0 см<sup>3</sup> экстракта сапропеля в течение 12 и 24 ч.

Таблица 3 – Бактериостатическое действие УДГСС на клетки *Bacillus subtilis* (контроль на 4–5 сут культивирования, высев на агаризованную среду СА)

Table 3. Bactericidal action of ultradisperse humic sapropel suspensions on *Bacillus subtilis* cells (control is on the 4–5 th day of cultivation, seeding on agar medium wort agar)

Наименование образца	Заражение клетками <i>Bacillus subtilis</i>	Время выдерживания, ч	Количество УДГСС, см <sup>3</sup>					
			0	1,0	3,0	4,0	5,0	10,0
Вариант 1								
УДГСС <sub>1</sub>	нет	–	–	–	–	–	–	–
	да	–	+++	+++	+++	+++	++	++
УДГСС <sub>2</sub>	нет	–	–	–	–	–	–	–
	да	–	+++	+++	+++	+++	+++	++
Вариант 2								
УДГСС <sub>1</sub>	да	6	+++	+++	+++	+	+	+
		12	+++	+++	+++	++	+	–
		24	+++	+++	++	++	–	–
УДГСС <sub>2</sub>	да	6	+++	+++	++	+	+	+
		12	+++	+++	++	+	–	–
		24	+++	+++	+	+	–	–

Примечание: «–» роста нет; «+» – слабый рост; «++» – умеренный рост; «+++» – обильный рост (газон); «++++» – очень обильный рост (плотный газон)

Действие экстрактов сапропеля на обсемененность зерна ржи и овса

Известно, что некоторые бактериальные культуры способны выдерживать действие высоких температур и погибают в жидких средах только в результате автоклавирования при температуре от 112 до 120°C при выдержке в течение 20 мин [14].

Результаты исследований показали, что исходные образцы зерна ржи обсеменены бактериальной микрофлорой *Bacillus subtilis* в количестве 5,7·10<sup>4</sup>–7,2·10<sup>5</sup> КОЕ/г зерна, а овса – 8,1·10<sup>4</sup>–9,7·10<sup>5</sup> КОЕ/г зерна.

В результате обработки зерна ржи и зерна овса экстрактами сапропеля эффект подавления клеток *Bacillus subtilis* выявлен при использовании экстрактов в количестве не менее 1,0 см<sup>3</sup>/г зерна (таблица 4).

Таблица 4 – Действие УДГСС на обсемененность зерна

Table 4. Action of ultradisperse humic sapropel suspensions on the contamination of seeds

Наименование	Количество УДГСС, см <sup>3</sup>	Время, ч				
		24	48	72	96	120
Экстракты сапропеля						
УДГСС <sub>1</sub>	0,1	–	–	–	–	–
	0,5	–	–	–	–	–
	1,0	–	–	–	–	–
УДГСС <sub>2</sub>	0,1	–	–	–	–	–
	0,5	–	–	–	–	–
	1,0	–	–	–	–	–
Зерно ржи						
Зерно (контроль)*	–	+	+	++	++	+++
УДГСС <sub>1</sub>	0,1	+	+	++	++	+++
	0,5	+	+	++	–	–
	1,0	+	+	–	–	–
	2,0	+	+	–	–	–
УДГСС <sub>2</sub>	0,1	+	+	++	++	+++
	0,5	+	+	++	++	+++
	1,0	–	–	–	–	–
	2,0	–	–	–	–	–

Зерно овса							
УДГСС <sub>1</sub>	–	+	+	++	++	+++	
	0,1	+	+	++	++	+++	
	0,5	+	+	++	–	–	
	1,0	+	+	–	–	–	
	2,0	–	–	–	–	–	
УДГСС <sub>2</sub>	2,0	+	+	–	–	–	
	0,1	+	+	++	++	+++	
	0,5	+	+	++	++	+++	
	1,0	–	–	–	–	–	
	2,0	–	–	–	–	–	

Примечание: «–» роста нет; «+» – слабый рост; «++» – умеренный рост; «+++» – обильный рост (газон); «++++» – очень обильный рост (плотный газон); \* рост бактериальной микрофлоры

Бактерицидное и бактериостатическое действие УДГСС, по-видимому, в значительной мере обусловлено их химическим составом (таблица 1). Как известно, содержащиеся в них углеводы, а также макроэлементы в определенных количествах являются антимикробными веществами, а их сочетание может привести к синергическому эффекту [3]. Гуминовые кислоты и их соли обладают свойством подавлять рост бактерий, и в то же время могут являться субстратами для их развития в зависимости от родовой и видовой принадлежности бактериальной культуры. Например, гуминовые кислоты из бурого угля и из выщелоченного чернозема, гумат калия из торфа в концентрациях 0,01–0,1 мг/см<sup>3</sup> не подавляют рост грамположительных бактерий *Bacillus cereus* и *Bacillus lentus-firmus*, а на рост клеток восьми тест-культур *Bacillus spp.* оказывают угнетающее действие [15]. Липиды из различных природных источников, в том числе и из сапропелей, проявляют антимикробные свойства, в частности на клетки *Bacillus subtilis* [16].

### Заключение

Таким образом, УДГСС, полученные из воздушно-сухих образцов сапропеля месторождения Середка Псковской области, являясь природным продуктом, могут быть применены для разработки технологии хранения зерна, альтернативной обработке химическими реагентами. Такая «безреагентная» технология может быть внедрена на зернохранилищах для экстренного решения вопроса хранения зерна с повышенной исходной влажностью, что позволит снизить содержание в нем микрофлоры до нормативных требований и позиционировать зерно нестандартного качества как потенциальное пищевое сырье. Более детальное изучение вопроса, а именно получение экспериментальных данных при увеличении длительности контакта УДГСС с зерновым сырьем (более 5 сут), позволит оценить возможность повышения хранимоспособности зерна за счет предотвращения развития бактериальной микрофлоры в результате безреагентной обработки. Изучение свойств УДГСС при контакте с другими зерновыми культурами и их действия на микроорганизмы различных таксономических групп расширят представления о потенциале природных сырьевых источников.

### Литература

1. Платонова Д.С., Масоров М.С., Адева Л.Н. Сорбция меди гуминовыми кислотами из сапропеля Омской области // Вестник Омского университета. 2014. № 3. С. 47–50.
2. Елисеев А.Н., Багута М.Ю., Белова С.С., Степанов А.А. Химический состав и биологические свойства сапропеля // Вестн. Курск. гос. сельскохоз. акад. 2011. № 1. С. 65–67.
3. Платонов В.В., Хадарцев А.А., Чуносков С.Н., Фридзон К.Я. Биологическое действие сапропеля // Фундаментальные исследования. 2014. № 9–11. С. 2474–2480.
4. Платонов В.В., Хадарцев А.А., Фридзон К.Я., Чуносков С.Н. Химический состав и биологическая активность сапропеля оз. Глубокое (Татарстан) // Вестник новых медицинских технологий. 2014. № 3. С. 112–118.
5. Половецкая О.С., Платонов В.В., Хадарцев А.А. Особенности химического состава экстрактов сапропеля Краснодарского края // Вестник новых медицинских технологий. 2013. № 2. С. 446–452.
6. Семенова З.С. Потенциальные возможности сапропелей в решении продовольственных проблем // Вестник Иркут. гос. техн. ун-та. 2011. № 8(55). С. 154–161.
7. Дидковская Т.П., Мерленко И.М., Гаврилюк В.А., Мельничук Э.В. Технология изготовления пастообразного гуминового удобрения из сапропеля // Агрехимический вестник. 2010. № 1. С. 25–26.

8. Неверова О.А., Егорова И.Н., Жеребцов С.И., Исмагилов З.Р. Влияние гуминовых препаратов на процесс прорастания и активность амилолитических ферментов семян *Sinaps Alba L.* // Вестник Алтайского гос. аграр. ун-та. 2013. № 6(104). С. 43–46.
9. Barakova N.V., Sharova N.Y., Juskauskajte A.R., Mityukov A.S., Romanov V.A., and Nsengumuremyi D. Fungicidal activity of ultradisperse humic sapropel suspensions. *Agronomy Research*. 2017, no. 15(3), pp. 639–648.
10. Nsengumuremyi D., Barakova N.V., Romanov V.A., Mityukov A.S., Guzeva A.V. The effect of sapropel extracts on microflora and physicochemical parameters of dried distillers' grain. *Agronomy Research*. 2018, V. 16, no. 2 (Spec. Is.), pp. 1457–1465.
11. Grantina-Ievinna L., Karlsons A., Andersone-Ozola U., Ievinsh G. Effect of freshwater sapropel on plants in respect to its growthaffecting activity and cultivable microorganism content. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2014, V. 101, no. 4., pp. 355–366.
12. Мелешкина Е.П. (ред.) Научно-инновационные аспекты хранения и переработки зерна. М.: ИД «Типография» Россельхозакадемии, 2014. 496 с.
13. Марьин В.А., Блазнов А.Н., Ермаков Р.Б., Павлов И.Н. Влияние гидротермической обработки зерна пшеницы на его физико-химический состав // Южно-Сибирский научный вестник. 2017. № 4(20). С. 163–166.
14. Ямашев Т.А., Романова Н.К., Симонова Н.Н., Решетник О.А. Способ производства этилового спирта из крахмалсодержащего сырья: пат. 2382080 Российская Федерация. 2010. Бюл. № 5. 5 с.
15. Tikhonov V.V., Yakushev A.V., Zavgorodnyaya Y.A., Byzov B.A., Demin V.V. Effects of humic acids on the growth of bacteria. *Eurasian Soil Science*. 2010, V. 43, no. 3, pp. 305–313.
16. Рыбин В.Г., Блинова Ю.Г. Антимикробные свойства липидов // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. 2001. Т. 129. С. 179–196.

### **References**

1. Platonova D.S., Masorov M.S., Adeeva L.N. Sorption of copper by humic acids from sapropel of Omsk region. *Herald of Omsk University*. 2014, no. 3, pp. 47–50.
2. Eliseev A.N., Baguta M.Yu. Belova S.S., Stepanov A.A. Chemical composition and biological properties of sapropel. *Vestn. Kursk. gos. sel'skokhoz. akad.* 2011, no. 1, pp. 65–67.
3. Platonov V.V., Khadartsev A.A., Chunosov S.N., Fridzon K.Y. The biological effect of sapropel. *Basic Research*. 2014, no. 9–11, pp. 2474–2480.
4. Platonov V.A., Khadartsev A.A., Fridzon K.Ya., Tchunosov S.N. Chemical composition and biological activity of sapropel from the lake glubokoe (Tatarstan). *Journal of New Medical Technologies*. 2014, no. 3, pp. 112–118.
5. Polovetskaya O.S., Platonov V.V., Khadartsev A.A. Peculiarities of the chemical composition of extracts of sapropel in the krasnodar region. *Journal of New Medical Technologies*. 2013, no. 2, pp. 446–452.
6. Semenova Z.V. The potential of sapropels in solution of food problem. *Proceedings of Irkutsk State Technical University*. 2011, no. 8(55), pp. 154–161.
7. Didkovskaya T.P., Merlenko I.M., Gavrilyuk V.A., Mel'nichuk E.V. Production technology of paste humic fertilizers from sapropel. *Agrochemical Herald*. 2010, no. 1, pp. 25–26.
8. Neverova O.A., Yegorova I.N., Zherebtsov S.I., Ismagilov Z.R. Effect of humic formulations on germination process and amylolytic enzymes activity of *sinapis Alba l. Seeds*. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2013, no. 6(104), pp. 43–46.
9. Barakova N.V., Sharova N.Y., Juskauskajte A.R., Mityukov A.S., Romanov V.A., and Nsengumuremyi D. Fungicidal activity of ultradisperse humic sapropel suspensions. *Agronomy Research*. 2017, no. 15(3), pp. 639–648.
10. Nsengumuremyi D., Barakova N.V., Romanov V.A., Mityukov A.S., Guzeva A.V. The effect of sapropel extracts on microflora and physicochemical parameters of dried distillers' grain. *Agronomy Research*. 2018, V. 16, no. 2 (Spec. Is.), pp. 1457–1465.
11. Grantina-Ievinna L., Karlsons A., Andersone-Ozola U., Ievinsh G. Effect of freshwater sapropel on plants in respect to its growthaffecting activity and cultivable microorganism content. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2014, V. 101, no. 4., pp. 355–366.
12. Meleshkina E.P. (In ed.) *Scientific and innovative aspects of grain storage and processing*. Moscow, Typography Publ., 2014. 496 p.
13. Maryin V.A., Blaznov A.N., Ermakov R.B., Pavlov I.N. The effect of hydrothermal treatment of wheat grain on its physico-chemical composition. *South-Siberian Scientific Bulletin*. 2017, no. 4(20), pp. 163–166.
14. Jamashev T.A., Romanova N.K., Simonova N.N., Reshetnik O.A. Method of Ethanol Production out of Starch-Containing Raw Material. *Patent RF*, no. 2382080. 2010.
15. Tikhonov V.V., Yakushev A.V., Zavgorodnyaya Y.A., Byzov B.A., Demin V.V. Effects of humic acids on the growth of bacteria. *Eurasian Soil Science*. 2010, V. 43, no. 3, pp. 305–313.
16. Rybin V.G., Blinova Yu.G. Antimicrobial properties of lipids. *Transactions of the Pacific Research Institute of Fisheries and Oceanography*. 2001, V. 129, pp. 179–196.