

Р.М. Маркевич, доцент; Е.М. Дятлова, доцент;
Е.С. Какошко, инженер; Н.А. Багнюк, студентка

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА СВОЙСТВА КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ *BACILLUS MUCILAGINOSUS*

The influence of *Bacillus mucilaginosus* cultivating conditions upon cultural liquid characteristics indicating metabolites (organic acids and exopolysaccharides) accumulation, has been studied.

К настоящему времени проведено достаточно много исследований в лабораторных и опытно-промышленных условиях, свидетельствующих о положительном воздействии микроорганизмов на свойства глинистого сырья, технологических смесей и, как следствие, на качество строительной керамики и тонкокерамических изделий [1–3]. Наибольшее число публикаций посвящено влиянию на реологические, структурно-механические и сушильные свойства керамических масс бактерий *Bacillus mucilaginosus*. Вместе с тем создание благоприятных условий для развития ассоциации микроорганизмов, присутствующих в исходном сырье, приводит к получению близких результатов [4]. Мы сравнили основные технологические показатели образцов глины белорусского месторождения «Гайдуковка», которые были обработаны культуральной жидкостью *Bacillus mucilaginosus* при температуре 30 С на протяжении 7 сут и подвергались вылеживанию (10 сут) при той же температуре с добавлением глюкозной и сахарозной питательных сред для активизации естественной микрофлоры (таблица).

Таблица

Основные технологические показатели биологически обработанных образцов глины белорусского месторождения «Гайдуковка»

| Условия обработки образцов | Основные технологические показатели | | |
|--|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| | Пластичность | Коэффициент чувствительности к сушке | Воздушная линейная усадка, % |
| Контроль | 11,4–13,5 | 1,21 | 6 |
| Культуральная жидкость <i>Bacillus mucilaginosus</i> | 18,2 | 0,73 | 6,5 |
| Вылеживание с добавлением глюкозной среды | 19,9 | 0,61 | 5,2 |
| Вылеживание с добавлением сахарозной среды | 19,4 | 0,72 | 6,4 |

Механизм влияния микроорганизмов объясняется действием продуктов метаболизма, главным образом полисахаридов и органических кислот [1]. Они образуют комплексные связи с элементами, входящими в состав кристаллических решеток минералов, переводят их в раствор, тем самым способствуют диспергации минералов и повышению пластичности керамических масс. Повышение дисперсности способствует увеличению поверхности соприкосновения частиц и их реакционной способности. При сушке технологических смесей возможна конденсация растворенных продуктов на поверхности частиц и образование прочных контактных связей. Совокупностью этих процессов объясняется изменение структурно-механических свойств глинистых суспензий, что приводит к снижению температуры спекания, водопоглощения, увеличению прочности и плотности обожженных образцов.

В работе [5] показано, что *Bacillus mucilaginosus* являются гетеротрофными микроорганизмами, а не получают энергию в результате разрушения связей в кристалличе-

ской решетке минералов, как считалось раньше. В процессе роста продуцируют полисахариды, о чем свидетельствует возрастание вязкости среды, и существенно снижают значение pH среды. При этом авторы [6] пришли к заключению, что разрушение кварца *Bacillus mucilaginosus* зависит от биосинтеза слизей (экзополисахаридов), а этот процесс, в свою очередь, определяется соотношением в среде углерода и азота. Данные эксперимента свидетельствуют о том, что разрушение кварца при развитии *Bacillus mucilaginosus* в условиях, благоприятных для биосинтеза полисахаридов, происходит в широком диапазоне pH среды – от 5,2–5,8 до 8,5. С другой стороны, в работе [5] отмечается, что синтез экзополисахаридов протекает с высокой эффективностью при значении pH среды в пределах 6,4–7,0. Это достигается либо выращиванием *Bacillus mucilaginosus* в присутствии бокситов, минеральными компонентами которых нейтрализуются образующиеся органические кислоты, либо регулированием pH в процессе роста культуры.

В литературе также отсутствуют точные сведения о характере метаболитов, благодаря которым осуществляется диспергация минералов. Предполагается, что наиболее существенное влияние могут оказывать ди-, три- и поликарбоновые кислоты, окси-, кето- и аминокислоты, гумусовые кислоты. Относительно экзополисахаридов имеется сообщение [7], что это могут быть полисахариды, содержащие галактозу, глюкозу, маннозу (в молярном соотношении 10 : 19 : 13) и в небольшом количестве (0,16%) – аминсахара.

Таким образом, изучение процесса синтеза метаболитов *Bacillus mucilaginosus* и исследования по их воздействию на свойства керамических масс оказываются разрозненными. Не определены наиболее благоприятные условия культивирования, обеспечивающие максимальное накопление кислот или экзополисахаридов, не установлено, какие из этих метаболитов вносят наиболее существенный вклад в повышение качества керамических изделий.

Задача наших исследований заключалась в установлении влияния условий культивирования *Bacillus mucilaginosus* на свойства культуральной жидкости, свидетельствующие о накоплении метаболитов.

Культура *Bacillus mucilaginosus* в виде спорового материала получена из лаборатории МолдНИИСтромпроект (г. Кишинев, Молдова). Выращивание бактерий осуществляли на трех видах питательных сред. Среда № 1 (г/л): сахароза – 5; Na_2HPO_4 – 0,3; NaCl – 0,2; NH_4NO_3 – 0,4; CaCO_3 – 5. Среда № 2 (г/л): сахароза – 5; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 0,5; K_2HPO_4 – 0,2; MgSO_4 – 0,2; NaCl – 0,1; K_2SO_4 – 0,1. Среда № 3 (г/л): сахароза – 5; Na_2HPO_4 – 0,3; MgSO_4 – 0,5; FeCl_3 – 0,2; CaCO_3 – 0,1, кварцевый песок – 10. Для каждого вида питательной среды культуру сначала наращивали в пробирках на агаризованной среде, затем в качалочных колбах при температуре 30⁰С. В ходе процесса культивирования через определенные промежутки времени определяли экстинкцию, как показатель, характеризующий накопление биомассы, значение pH культуральной жидкости (рис. 1–3). Для установления факта синтеза полисахаридов проводили контроль вязкости культуральной жидкости по сравнению с вязкостью исходной питательной среды.

Как следует из рисунков, на всех средах накопление биомассы бактерий сопровождается значительным возрастанием кислотности. К концу процесса культивирования на всех средах значение pH культуральной среды находится на уровне 2,5–3,5. При этом наибольшая скорость роста и самая высокая концентрация биомассы достигаются на среде № 2, наименее благоприятной для данной культуры оказывается среда № 1.

На рис. 4 приведены результаты культивирования *Bacillus mucilaginosus* на среде № 1 в условиях регулирования значения pH. В ходе процесса выращивания при отборе проб для определения экстинкции проводили корректирование значения pH культуральной среды в интервале 6–7. Это позволило создать более благоприятные условия для накопления биомассы клеток, однако, как и в предыдущих экспериментах, не привело к накоплению полисахаридов.

Таким образом, использованные в данной серии экспериментов питательные среды являются подходящими для накопления *Bacillus mucilaginosus* большого количества ки-

слот. Факт синтеза полисахаридов данной культурой в приведенных условиях культивирования не установлен.

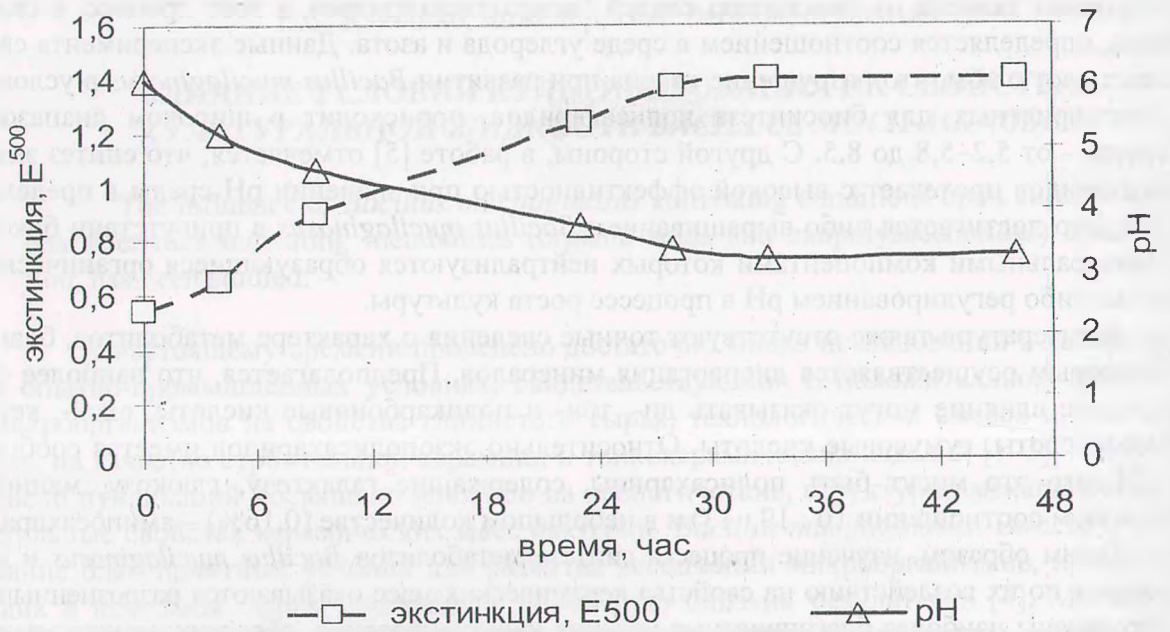


Рис. 1. Изменение параметров культуральной жидкости при выращивании *Bacillus mucilaginosus* на среде № 1

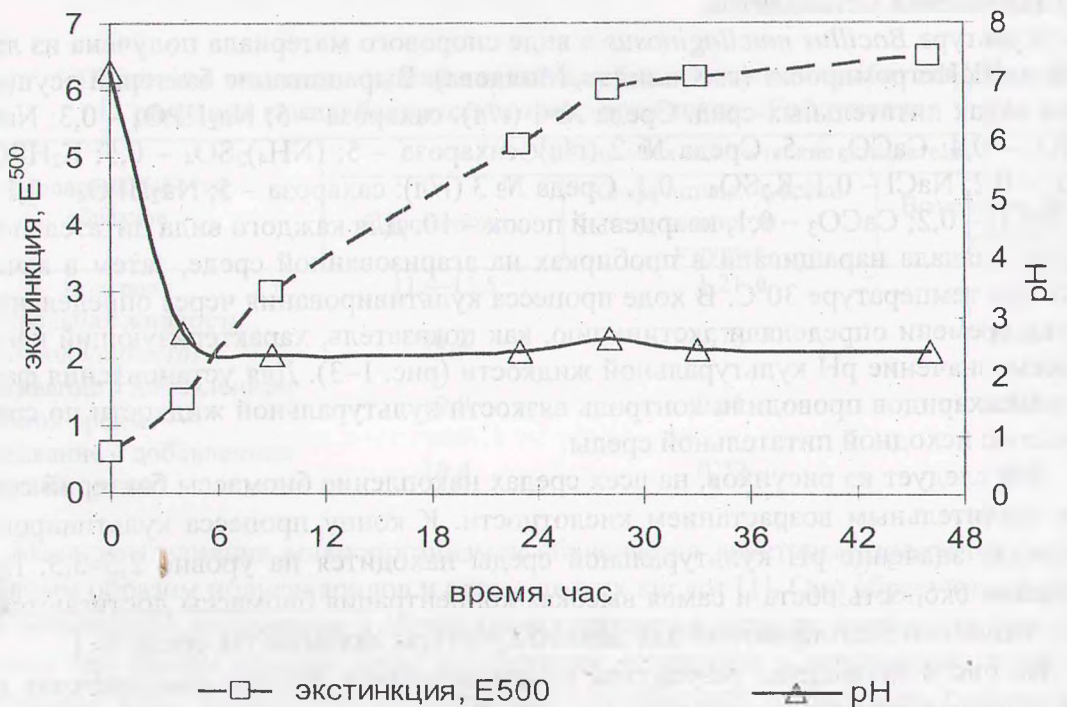


Рис. 2. Изменение параметров культуральной жидкости при выращивании *Bacillus mucilaginosus* на среде № 2

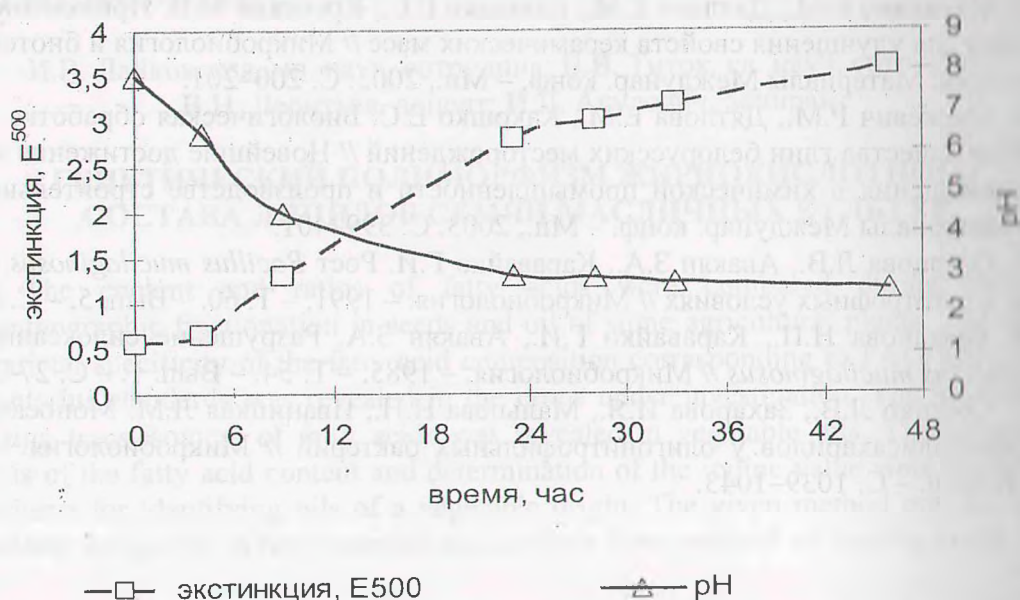


Рис. 3. Изменение параметров культуральной жидкости при выращивании *Bacillus mucilaginosus* на среде № 3

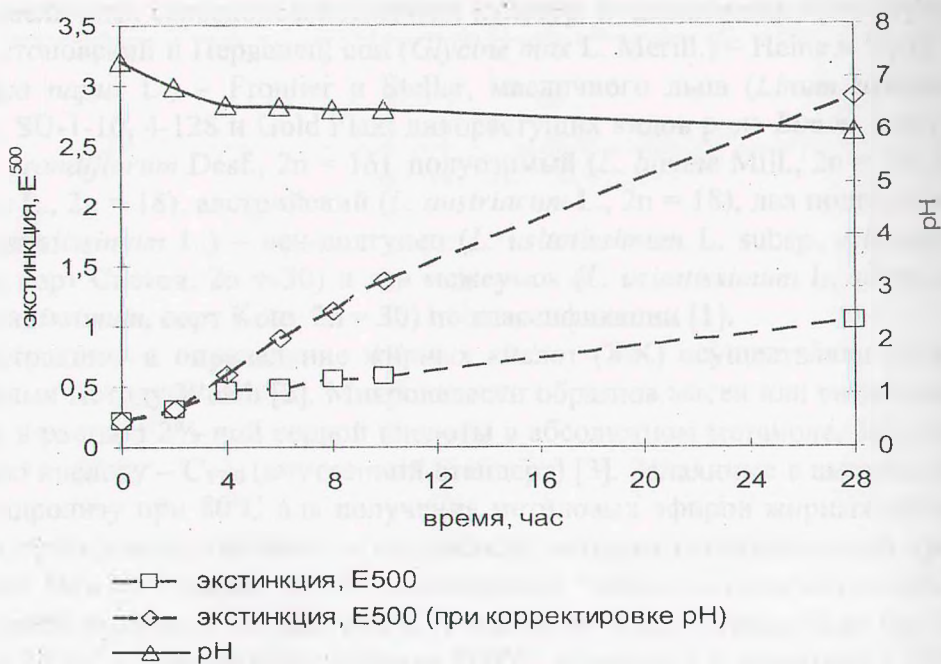


Рис. 4. Изменение параметров культуральной жидкости при выращивании *Bacillus mucilaginosus* на среде № 1 в условиях регулирования pH

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов А.С. Биологические методы обогащения минерального сырья и технологических смесей при производстве керамики // Химия и технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. – Л., 1989. – С.155–165.
2. Масленникова Г.Н., Платов Ю.Т., Халилуллова Р.А., Авакян З.А., Шелоболлина Е.С., Каравайко Г.И. Влияние микроорганизмов на свойства фарфоровых масс при вылеживании // Стекло и керамика. – 1999. – № 10. – С.15–22.

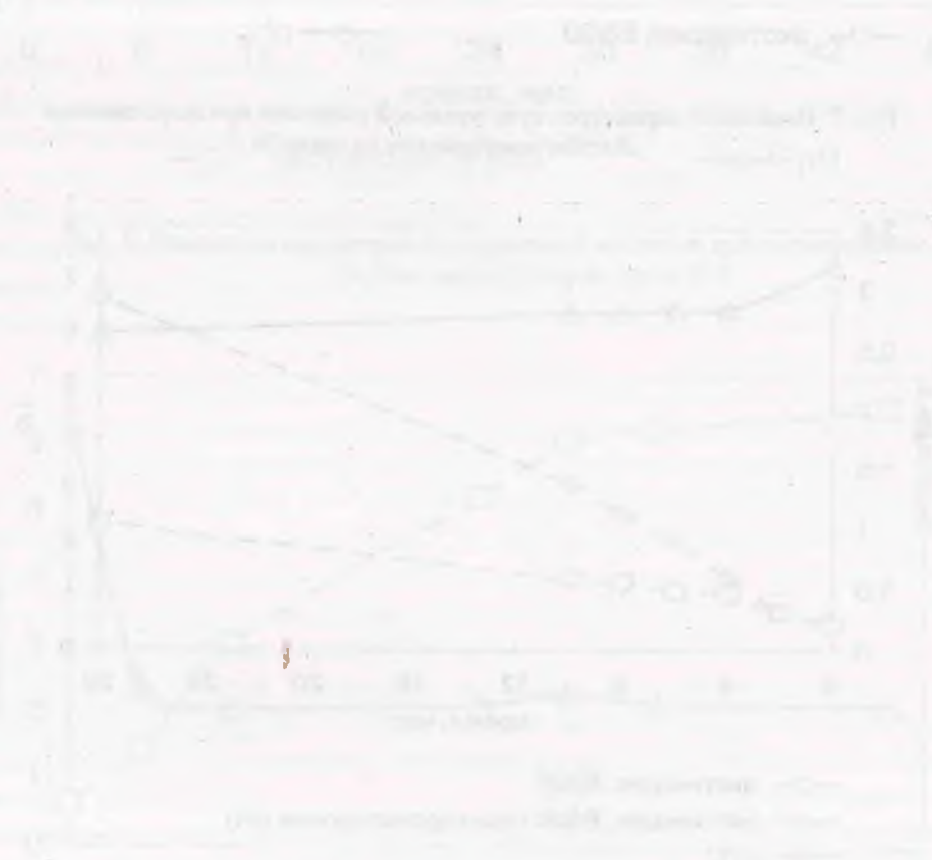
3. Маркевич Р.М., Дятлова Е.М., Какошко Е.С., Крепская М.В. Применение микроорганизмов для улучшения свойств керамических масс // Микробиология и биотехнология XXI столетия: Материалы Междунар. конф. – Мн., 2002. С. 200–201.

4. Маркевич Р.М., Дятлова Е.М., Какошко Е.С. Биологическая обработка – способ повышения качества глин белорусских месторождений // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: Материалы Междунар. конф. – Мн., 2003. С. 399–401.

5. Огурцова Л.В., Авакян З.А., Каравайко Г.И. Рост *Bacillus mucilaginosus* в гетеротрофных и автотрофных условиях // Микробиология. – 1991. – Т. 60. – Вып. 5. – С. 823–827.

6. Белканова Н.П., Каравайко Г.И., Авакян З.А. Разрушение силоксанной связи кварца *Bacillus mucilaginosus* // Микробиология. – 1985. – Т. 54. – Вып. 1. – С. 27–30.

7. Косенко Л.В., Захарова И.Я., Мальцева Н.Н., Иваницкая Л.М. Моносахаридный состав экзополисахаридов у олигонитрофильных бактерий // Микробиология. – 1977. – Т. 46. – Вып. 6. – С. 1039–1043.



Влияние биологической обработки на свойства глин белорусских месторождений // Микробиология и биотехнология XXI столетия: Материалы Междунар. конф. – Мн., 2002. С. 200–201.