افزایش مقاومت دمایی اگزوپلی ساکارید باکتری زانتوموناس کمپستریس با کاتیون کلسیم: تقویت کاربرد بیوپلیمر میکروبی در صنعت نفت

محمدرضا صعودی[1،2]، لیلا امینی[2]،

۱گروه میکروبیولوژی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران

۲مرکز تحقیقات میکروبیولوژی کاربردی و بیوتکنولوژی میکروبی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران

زانتان یکی از پلی ساکاریدهای شناخته شده است که تولید صنعتی آن در قرن گذشته آغاز شده است و در سیالات حفاری بر پایه آب جهت حفاری چاههای نفت کاربرد دارد و نیز کاربردهای محیط زیستی دیگری مانند افزایش مقاومت مصالح ساختمانی در ژئوتکنیک و نیز موانع زیست شیمیایی برای پیشگیری از انتشار آلودگی آب و پوشش خاک برای مقابله با ریزگردها کاربرد پیدا کرده است. این بیوپلیمر میکروبی با افزایش ویسکوزیته و کاهش نفوذپذیری، تحرک آب را کاهش می دهد و هر مولکول زانتان تعداد بیشماری از مولکولهای آب را با خود درگیر می کند. علی رغم مقاومت در برابر تنش های گوناگون، افزایش مقاومت در برابر دمای بالا مورد نیاز زیست فناوری نفت و دیگر زیرساخت های محیط زیست انسانی است. در این پژوهش کشت باکتری زانتوموناس کمپستریس در حضور نمک بررسی شد و نیز بیوپلیمر استخراج شده در غلظت های مختلفی از این نمک تیمار شد. آزمایش ها نشان داد که سولفیت شدیم که به عنوان عامل افزاینده مقاومت دمایی مورد استفاده قرار می گیرد، تاثیر قابل ملاحظه ای نداشته است. ولی محلول کلرید کلسیم با غلظت نهایی ۱۰،۰۰۰ میلی گرم در لیتر مقاومت دمایی را افزایش داد و در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد ویسکوزیتهٔ زانتان تیمار شده بیش از ۱۵۰۰ سانتی پواز و بالاتر از ویسکوزیتهٔ محلول تیمار نشدهٔ زانتان ۱% بوده است. کاتیون کلسیم در غلظت های کمتر تا ۱۰۰۰ میلیگرم در لیتر مقاومت دمایی زانتان را افزایش داد. زمان قرار گرفتن در معرض کاتیون کلسیم بر افزایش مقاومت حرارتی مؤثر بوده است. افزودن یون کلسیم به کشت باکتری زانتوموناس کمپستریس نیز اثرات مشابهی را بر جای گذاشت. این تأثیر برای کاربردهای زیست محیطی زانتان به ویژه کاربرد آن در ترکیب سیالات حفاری پایهٔ آبی نوید بخش است.

کلیدواژه ها: مقاومت دمایی، زانتان، ویسکوزیته، سیالات حفاری، کاربردهای محیطی

Increasing thermal resistance of the exoplosaccharide produced by *Xanthominas campestris* in presence of calcium cation: biopolymer enhancement for application in petroleum industry

Mohammad Reza Soudi[1,2]; Leila Amini[2]

[1]Department of Microbiology, Faculty of Biological Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran

[2]Center for Applied Microbiology and Microbial Biotechnology, Alzahra University, Tehran, Iran

*Correspondent: msoudi@alzahra.ac.ir

Abstract

Xanthan is one of the well-known polysaccharides which its industrial production began in the last century and yet is used in water-based drilling fluids for drilling oil wells, as well as other environmental applications such as increasing the resistance of building materials in geotechnics, in biochemical composition of barriers to prevent the spread of water pollution and soil cover to combat air pollutant fine-dust. This microbial biopolymer reduces water mobility by increasing viscosity and decreasing permeability, and each xanthan molecule binds countless water molecules. Despite its resistance to various stresses, increased resistance to high temperatures is required in petroleum biotechnology and other man-made environmental infrastructure. In this study, the culture of *Xanthomonas campestris* was investigated in the presence of salts and the extracted biopolymer was treated with different concentrations of the salt. The experiments showed that sulfite, which is used as an agent to increase temperature resistance, had no significant effect. However, calcium chloride solution with a final concentration of 10,000 mg/L increased the thermal resistance and at 120°C the viscosity of the treated xanthan was more than 1500 centipoise and higher than that of the untreated 1% xanthan solution. Calcium cation increased the thermal resistance of xanthan even at concentrations lower than 1000 mg/L. The time of exposure to calcium cations was effective in increasing the thermal resistance. Addition of calcium ions to the culture of Xanthomonas campestris bacteria also had similar effects. This effect is promising for the environmental applications of xanthan, especially its use in the composition of water-based drilling fluids.

Keywords: Drilling fluids, environmental applications, thermal resistance, viscosity, xanthan

1. Ash, S. G.; Clarke-Sturman, A. J.; Calvert, R. and Nisbet, T. M. 1983. Chemical stability of biopolymer solutions. Soc. Petrol. Eng.: 12085. DOI: 10.2118/12085-MS.
2. Bhattacharya, A. and Misra, B. N. 2004. Grafting: a versatile means to modify polymers, techniques, factors and applications. Prog. Polym. Sci. 29: 767- 814. DOI: 10.1016/j.progpolymsci.2004.05.002.
3. Cabot, S. H.; Kaminski, L.; Cabot, F. and Downs, J. 2015. Xanthan stability in formate brines-formulating non- damaging fluids for high temperature applications. SPE European Formation Damage Conference and Exhibition (Paper Number: SPE-174228-MS). DOI: 10.2118/174228-MS.
4. Davison, P. and Mentzer, E. 1980. Polymer Flooding in North Sea Reservoirs. Soc. Petrol. Eng.: 9300. DOI: 10.2118/9300-PA.
5. Eiroboyi, I. and Ikiensikimama, S. S. 2022. Thermal stability of bio- polymers and their blends. Nigerian Journal of Technological Development 19(1). DOI: 10.4314/njtd.v19i1.2.
6. Hunger, K.; Schmeling, N.; Jeazet, H. B. T.; Janiak, C.; Staudt, C. and Kleinermanns, K. 2012. Investigation of cross- linked and additive containing polymer materials for membranes with improved performance in pervaporation and gas separation. Membranes 2: 727- 763. DOI: 10.3390/membranes2040727.
7. Khalatur, P. G.; Berezkin, A. V. and Khokhlov, A. R. 2004. Computer- aided conformation dependent design of copolymer sequences. Recent Res. Devel. Chem. Physics 195(1): 1-100. DOI: 10.1007/12_049
8. Kierulf, C. and Sutherland, I. W. 1988. Thermal stability of xanthan preparations. Carbohydrate Polymers 9: 185- 194. DOI: 10.1016/0144-8617(88)90024-0.