

УДК 579.22: 579.243.6: 631.461.61

ВПЛИВ БАКТЕРІАЛЬНИХ ПОЛІСАХАРИДІВ НА СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНИЙ СКЛАД ЧОРНОЗЕМУ ЛУЧНОГО

І. М. Малиновська
М. І. Драган

Національний науковий центр
«Інститут землеробства НААН», Київ

E-mail: patent_zemlerob@mail.ru

Отримано 17.11.2011

Досліджували здатність бактеріальних полісахаридів різного хімічного складу, структури, таксономічного положення продуцентів поліпшувати структурно-агрегатний стан чорнозему лучного. Встановлено, що найбільш ефективно кількість агрономічно цінних агрегатів підвищує екзополісахарид *Bacillus mucilaginosus* C-3 у максимальній з досліджених концентрацій — 0,016%. Кількість агрегатів розміром 3–5 мм збільшується за цієї концентрації полісахариду на 22,6%, розміром 2–3 мм — на 11,1%, розміром 1–2 мм — на 5,12%. Зі зменшенням концентрації полісахариду ефективність його дії істотно знижується.

Усі досліджені концентрації полісахариду *B. mucilaginosus* суттєво підвищують у ґрунті вміст водостійких агрегатів: нативний полісахарид за концентрації 0,016% — на 51,4%; 0,008% — 17,6%; 0,002% — 25,4; деградований полісахарид за концентрації 0,016% — на 6,33%. Полісахариди інших досліджених мікроорганізмів *Rhizobium phaseoli* 8 і *Bacillus pumilis* M є малоєфективними і помітного впливу на вміст агрономічно-цінних і водостійких агрегатів ґрунту не виявили.

За внесення у ґрунт бактеріальних полісахаридів механічна міцність водостійких агрегатів однакового розміру у повітряно-сухому стані зростає за концентрації полісахариду *B. mucilaginosus* 0,016% на 5–8%. У разі внесення в ґрунт бактеріальних полісахаридів *R. phaseoli* 8 і *B. pumilis* M у концентрації 0,016% та полісахариду *B. mucilaginosus* у концентрації 0,002% змін механічної пружності агрегатів не спостерігали.

Перспективним з погляду створення біологічного препарату, що поліпшує структурно-агрегатний стан ґрунту, є штам мікроорганізму *B. mucilaginosus* C-3.

Ключові слова: *Bacillus mucilaginosus*, *Rhizobium phaseoli* 8, *Bacillus pumilis* M, позаклітинний полісахарид, структура, водостійкий агрегат, чорнозем лучний.

Уперше припущення про роль мікроорганізмів у формуванні структури ґрунту зробив П. О. Костичев у 1886 р. [1]. Він висловив думку про те, що продукти життєдіяльності мікроорганізмів можуть бути саме тими речовинами, які склеюють часточки ґрунту в структурні елементи. На сьогодні встановлено, що у формуванні ґрунтових агрегатів беруть участь різноманітні бактеріальні й грибні метаболіти, зокрема протеїни, ліпіди і полісахариди [2, 3]. Так, внесення у ґрунт позаклітинних полісахаридів (ППС) *Azotobacter indicum* і *Chromobacterium violaceum* суттєво підвищує міцність ґрунтових агрегатів, при цьому ППС *C. violaceum* виявився найефективнішим серед досліджених матеріалів, у тому числі синтетичних ґрунтополіпшувачів [4, 5]. Є дані про здатність низьких (0,5 г/л) концентрацій грибних і бактеріальних полісахаридів різного хімічного складу стабілізувати ґрунтові агрегати [6].

Виходячи з того, що наявність бактеріальних полісахаридів — важливий чинник агрегації часточок ґрунту, має спостерігатися кореляція між вмістом бактеріальних полісахаридів і рівнем стабільності ґрунтових агрегатів. Було продемонстровано лише 35%-ну кореляцію між вмістом мікробних полісахаридів і ступенем агрегації ґрунту [7]. Максимальне накопичення полісахаридів відбувається на 10-ту добу інкубації ґрунту, тимчасом як найвищий ступінь агрегації ґрунту досягається через 42 доби. На цій підставі авторами був зроблений висновок про те, що агрегація ґрунтових часточок є функцією загального вмісту вуглеводів у ґрунті, а не тільки мікробних полісахаридів. Silenzi зі співавт. [8] на прикладі цілинного ґрунту провінції Буенос-Айрес (Аргентина) встановили існування лінійного зв'язку між вмістом мікробних полісахаридів і діаметром ґрунтових агрегатів. Дослідження впливу бактеріальних поза-

клітинних полісахаридів на процес стабілізації ґрунтових агрегатів залишається недостатньо вивченим і водночас є актуальним з погляду створення препаратів поліпшувачів структури ґрунту біологічного походження.

Метою наших досліджень було вивчення впливу різної концентрації полісахаридів *Bacillus mucilaginosus* C-3, *Rhizobium phaseoli* 8 і *Bacillus pumilis* M на агрегатний стан чорнозему лучного.

Матеріали і методи

Предметом дослідження були позаклітинні полісахариди штамів: *B. mucilaginosus* C-3, який отримано з колекції Інституту мінеральних ресурсів Міністерства геології України, *R. phaseoli* 8 і *B. pumilis* M, виділені нами з бульбочок квасолі та зразків чорнозему лучного (дослідне господарство «Чабани», Київська обл.) відповідно. Для культивування *B. mucilaginosus* C-3 використовували мінеральне середовище А такого складу (г/л): глюкоза — 15,4, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ — 1,3, $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ — 0,7, KNO_3 — 2,5, $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ — 0,05, рН 7,0–7,2. Час культивування *B. mucilaginosus* становив 24 год, швидкість обертання качалки — 240 об/хв, температура — 28 °С. Посівний матеріал вносили у кількості 5% від об'єму середовища. З метою одержання деградованого полісахариду тривалість культивування *B. mucilaginosus* збільшували до 72 год — до початку процесу споруляції. Штами *R. phaseoli* 8 і *B. pumilis* M культивували на бобовому і м'ясо-пептонному агарі протягом п'яти і двох діб відповідно до накопичення максимальної кількості позаклітинних полісахаридів.

Кількість ППС визначали ваговим методом з попереднім осадженням етанолом у трикратному об'ємі. Для цього культуральну рідину або суспензію клітин, які вирощували на агаризованому середовищі, розводили у 2–3 рази фізіологічним розчином, центрифугували з метою відділення клітин при 40 000g 40 хв. Супернатант зливали і трьома об'ємами етанолу осаджували з нього полісахарид. Осаджений ППС відділяли від спирту центрифугуванням при 6 000 об/хв протягом 10 хв. Етанольний осад розчиняли в дистильованій воді та діалізували проти водопровідної води одну добу, проти дистильованої — дві доби. Висушування полісахаридів проводили ліофільно.

Моделльні дослідження здійснювали з використанням чорнозему лучного мало-

гумусного 0–20 см, шар якого характеризується такими показниками: вміст гумусу (за Тюрнімом) — 2,5–2,9%; рН сольовий — 5,10; рН водний — 5,95; вміст рухомого фосфору — 10–12,5 мг/100 г ґрунту; обмінного калію — 10–13 мг/100 г ґрунту (за Кірсановим). Ґрунт перемішували, обробляли розчинами полісахаридів у кількості згідно зі схемою досліду (табл. 1) і закладали по 500 г у спеціальні місткості об'ємом 1 000 см³ у трьох повтореннях. Термін інкубування — 40 діб, упродовж періоду інкубування підтримували вологість ґрунту на рівні 60% від повної вологості ґрунту. Дослідження агрегатного стану та водостійкості структури ґрунту проводили згідно з ДСТУ-4744:2007, за методиками [9] та [10].

Статистичну обробку результатів проводили з використанням сучасних програм *Microsoft Excel*.

Результати та обговорення

Результати, подані в табл. 1, свідчать про те, що всі досліджені концентрації полісахариду *B. mucilaginosus* підвищують вміст у ґрунті агрономічно корисних структур, переважно агрегатів розміром 1–5 мм. Найбільш ефективно кількість агрегатів збільшує бактеріальний полісахарид у максимальній концентрації — 0,016%: кількість агрегатів розміром 3–5 мм зростає на 22,6%, розміром 2–3 мм — на 11,1%, розміром 1–2 мм — на 5,12% (порівняно з контролем). Зі зниженням концентрації полісахариду ефективність його дії падає, особливо щодо агрегатів розміром 3–5 мм. Кількість агрегатів розміром > 10 мм і 7–10 мм під впливом бактеріального полісахариду зменшується в 1,07 і 2,0 рази відповідно.

Вміст в ґрунті агрегатів, менших за 0,25 мм, під впливом полісахариду *B. mucilaginosus* знижується в 1,61 і 2,91 раза відповідно за концентрації ППС 0,016 і 0,008%. Кількість цих агрегатів зменшує навіть деградований полісахарид *B. mucilaginosus*, на відміну від полісахаридів інших мікроорганізмів. Внесення екзополісахаридів *R. phaseoli* 8 і *B. pumilis* M призводить до збільшення лише частки пилуватої фракції на 73,0 і 89,7% відповідно (табл. 1).

Частково деградований полісахарид *B. mucilaginosus* — це полісахарид культури, яка перебуває на стадії споруляції, і полімер споживається продуцентом для перебігу цього процесу, внаслідок чого зменшується молекулярна маса полісахариду та погіршуються його реологічні властивості [11].

Зокрема, його в'язкість зменшується порівняно із в'язкістю нативного полісахариду тієї самої концентрації на 34% (табл. 1). Вплив частково деградованого полісахариду на структуру ґрунту суттєво відрізняється від дії нативного полісахариду. Так, завдяки внесенню частково деградованого полісахариду істотно збільшується кількість агрегатів розміром 5–7 і 7–10 мм, тоді як внесення нативного полісахариду призводить до зменшення їх кількості. Частково деградований полісахарид практично не змінює кількість агрегатів розміром 2–3 і 3–5 мм, тимчасом як нативний полісахарид суттєво збільшує їх вміст. Ефективність деградованого і нативного полісахаридів щодо дрібнозему (агрегатів, менших за 1,0 мм) є приблизно однаковою. Отже, внаслідок зміни реологічних властивостей і молекулярної маси частково деградований полісахарид *B. mucilaginosus* практично не впливає на агрономічно-цінну структуру ґрунту, тоді як внесення нативного полісахариду сприяє збільшенню кількості агрономічно корисних агрегатів (табл. 1).

Припущення щодо впливу на формування агрегатів ґрунту реологічних властивостей мікробних полісахаридів висунуто нами вперше. Раніше було показано, що зв'язу-

вання полісахаридів із глинистими часточками ґрунту відбувається шляхом утворення водневих зв'язків від незаміщених гідроксильних груп полісахаридів до атомів кисню глини [7, 12]. Велика кількість таких зв'язків призводить до утворення комплексів ґрунтових часточок із полімерами, у результаті чого вони важко десорбуються. Водневі зв'язки утворюються також між карбоксильними групами аніонних полісахаридів і часточками глини, як це спостерігається на прикладі галактуронової кислоти і бентоніту [7]. Кислі полісахариди не можуть мати іонного зв'язку з від'ємно зарядженою поверхнею глини, тому було висловлено припущення, що в цьому разі кальцій діє як сполучний катіон [7]. Згідно із загальноприйнятим уявленням, процес взаємодії між полісахаридами і часточками ґрунту визначається кількістю груп у складі полісахариду, які можуть утворювати водневий зв'язок. Однак кількість функціональних груп, поряд з іншими показниками, суттєво впливає на реологічні властивості полісахаридів, що в кінцевому підсумку відображається на їх взаємодії з часточками ґрунту.

Враховуючи той факт, що штамові особливості полісахаридів досліджених мікроор-

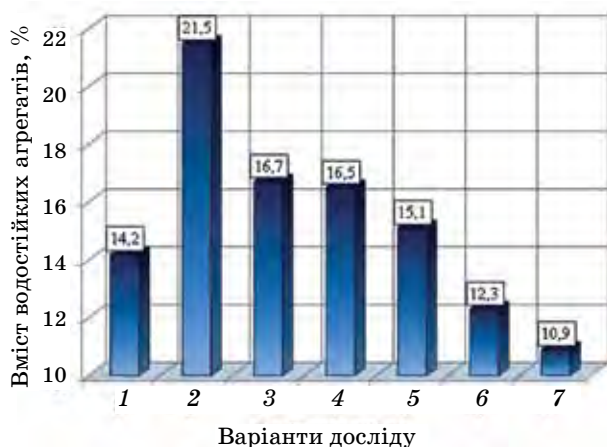
Таблиця 1. Вплив бактеріальних полісахаридів на структурно-агрегатний склад чорнозему лучного, % на повітряно-суху наважку

Варіант	В'язкість, мм ² /с	Розмір повітряно-сухих агрегатів, мм									Агрономічно цінна структура	% водостійких агрегатів
		> 10	7–10	5–7	3–5	2–3	1–2	0,5–1	0,25–0,5	< 0,25		
Контроль (оброблення водою)		0,42±0,05	2,21±0,02	7,43±0,08	16,4±1,02	15,3±0,04	21,5±0,08	15,9±0,05	10,5±0,03	9,71±0,01	78,8±0,92	14,2
Полісахарид <i>B. mucilaginosus</i> , 0,016%	1,54	0,39±0,04	1,10±0,01	6,63±0,05	20,1±0,08	17,0±0,08	22,6±0,05	14,3±0,08	11,1±0,05	6,03±0,02	81,7±1,16	21,5
Полісахарид <i>B. mucilaginosus</i> , 0,008%		0,36±0,05	3,78±0,04	8,07±0,06	18,0±0,05	15,3±0,05	24,3±0,06	16,9±0,07	10,1±0,02	3,34±0,03	86,4±0,89	17,8
Полісахарид <i>B. mucilaginosus</i> , 0,002%		0,42±0,08	1,87±0,05	5,95±0,08	18,4±0,06	16,9±0,07	22,4±0,08	13,5±0,06	10,6±0,03	9,53±0,02	79,0±0,05	16,7
Полісахарид <i>B. mucilaginosus</i> деградований, 0,016%	1,15	0,33±0,06	3,36±0,08	8,39±0,07	16,9±0,05	14,8±0,03	20,3±0,07	14,6±0,08	11,1±0,04	7,43±0,03	78,3±0,08	15,1
Полісахарид <i>R. phaseoli</i> 8, 0,016%	1,05	0,37±0,08	2,94±0,04	7,67±0,08	16,2±0,04	12,9±0,03	18,0±0,09	12,9±0,05	11,8±0,05	16,8±0,07	70,6±2,56	12,3
Полісахарид <i>B. pumilis</i> M, 0,016%	1,11	0,16±0,05	1,62±0,05	5,35±0,09	14,3±0,08	13,3±0,03	19,2±0,05	14,6±0,07	12,7±0,06	18,4±0,09	68,4±1,35	10,9

ганізмів вивчено тільки у *B. mucilagnosus* С-3, можна зробити лише попередні висновки щодо впливу хімічного складу і структури полісахаридів на їхню здатність поліпшувати структуру ґрунтів. Загалом полісахарид *B. mucilagnosus* серед досліджених препаратів характеризується найвищим ступенем розгалуженості макромолекули та найбільшим вмістом функціональних груп, які здатні утворювати водневі зв'язки, чим і може пояснюватися його підвищена структуроутворювальна здатність.

Високий вміст водостійких агрегатів у ґрунті — важливий екологічний фактор. За рахунок преференціальних потоків вологи ґрунт із високим вмістом водостійких агрегатів здатен швидко зволожуватися на всю глибину кореневмісного шару [7]. З міжагрегатних проміжків волога поступово дифундує у внутрішньоагрегатні пори, де зберігається тривалий час і стає доступною для численних мешканців ґрунту. Враховуючи важливість вмісту водостійких агрегатів для екологічних і виробничих характеристик ґрунту, досліджували вплив на цей показник полісахаридів мікроорганізмів різного систематичного положення.

Встановлено, що всі досліджені концентрації полісахариду *B. mucilagnosus* суттєво підвищують вміст водостійких агрегатів у чорноземі лучному (рис.). Так, нативний полісахарид *B. mucilagnosus* за концентра-



Зміна вмісту водостійких агрегатів у чорноземі лучному за оброблення бактеріальними полісахаридами:

- 1 — контроль;
- 2 — полісахарид *B. mucilagnosus*, 0,016%;
- 3 — полісахарид *B. mucilagnosus*, 0,008%;
- 4 — полісахарид *B. mucilagnosus*, 0,002%;
- 5 — полісахарид *B. mucilagnosus* деградований, 0,016%;
- 6 — полісахарид *R. phaseoli* 8, 0,016%;
- 7 — полісахарид *B. pumilis* M, 0,016%

ції 0,016% збільшує вміст водостійких агрегатів на 51,4%, за концентрації 0,008% — на 17,6, за концентрації 0,002% — на 16,2%, деградований полісахарид за концентрації 0,016% — на 6,33%. Полісахариди інших мікроорганізмів були малоефективними і помітного впливу на водостійку структуру ґрунту не справляли. Прямим підтвердженням цьому може бути значний вихід (16,8–18,4% від загальної маси наважки) пілуватої фракції за сухого фракціонування ґрунту (табл. 1). Тому логічно припустити, що дія полісахаридів *R. phaseoli* 8 і *B. pumilis* M на структуру і фізико-хімічні властивості ґрунту більшою мірою зумовлена пептизуючими, ніж коагулювальними властивостями препаратів цих полісахаридів щодо колоїдів і часточок ґрунту.

Властивості полісахаридів позначилися на рельєфності внутрішньої будови агрегатів як однієї зі складових їхньої механічної міцності. Залежно від природи бактеріального полісахариду та розмірів агрегатів цей показник змінюється у широкому діапазоні — від 327 г/агр. (для дрібних номенклатур) до 678 г/агр. (для найбільших) (табл. 2). Найефективнішим виявився полісахарид *B. mucilagnosus* за концентрації 0,016% — зростання механічної міцності агрегатів різних фракцій становить порівняно з контролем 5–8%. За концентрації полісахариду *B. mucilagnosus* 0,002% змін механічної міцності агрегатів не спостерігали. Не виявлено позитивних змін у міцності агрегатів також за внесення інших бактеріальних полісахаридів, особливо ППС *B. pumilis* M. Порівняно з контрольним варіантом у агрегатів цих варіантів досліджу відбувається втрата механічної міцності їхньої будови на 2–4%, а у варіанті оброблення ППС *B. pumilis* M — на 8–9%.

Таким чином, встановлено, що всі досліджені концентрації полісахариду *B. mucilagnosus* підвищують вміст у ґрунті агрономічно-цінних структур, переважно агрегатів розміром 1–5 мм. Кількість великих агрегатів під впливом бактеріального полісахариду зменшується, найбільш інтенсивно — розміром 7–10мм.

Найефективніше кількість агрегатів підвищувала максимальна з досліджених концентрацій полісахариду *B. mucilagnosus* — 0,016%. Зі зменшенням концентрації бактеріального полісахариду ефективність його дії знижується, особливо стосовно агрегатів розміром 3–5 мм.

Дія на структуру ґрунту частково деградованого полісахариду *B. mucilagnosus*,

Таблиця 2. Механічна міцність агрегатів чорнозему лучного за оброблення бактеріальними полісахаридами

Варіант	Розмір агрегатів, мм					
	7–10		5–7		3–5	
	механічна міцність	коефіцієнт зміни міцності	механічна міцність	коефіцієнт зміни міцності	механічна міцність	коефіцієнт зміни міцності
Контроль (оброблення водою)	643±8,22	—	495±8,94	—	358±5,44	—
Полісахарид <i>B. mucilaginosus</i> , 0,016%	678±10,0	1,05±0,020	524±8,94	1,06±0,010	386±10,2	1,08±0,008
Полісахарид <i>B. mucilaginosus</i> , 0,008%	652±6,55	1,02±0,011	512±10,4	1,03±0,008	371±4,56	1,04±0,010
Полісахарид <i>B. mucilaginosus</i> , 0,002%	630±10,5	0,98±0,008	478±6,72	0,98±0,005	343±8,22	0,96±0,005
Полісахарид <i>B. mucilaginosus</i> деградований, 0,016%	658±9,92	1,02±0,010	509±10,8	1,03±0,009	362±5,82	1,01±0,006
Полісахарид <i>R. phaseoli 8</i> , 0,016%	612±6,82	0,95±0,007	471±5,88	0,97±0,008	345±7,33	0,96±0,007
Полісахарид <i>B. pumilis M</i> , 0,016%		594±7,44	0,92±0,009	456±12,6	0,92±0,004	327±10,2

який має меншу в'язкість і молекулярну масу, істотно відрізняється від дії нативного полісахариду. Так, він суттєво збільшує кількість агрегатів розміром 5–7 і 7–10 мм, тоді як внесення нативного полісахариду призводить до зменшення їх кількості; практично не змінює кількості агрегатів розміром 2–3 і 3–5 мм, тимчасом як нативний полісахарид значно збільшує їх вміст.

Показано, що нативний полісахарид *B. mucilaginosus* за концентрації 0,016% підвищує вміст водостійких агрегатів на

51,4%, за концентрації 0,008% — на 17,6, за концентрації 0,002% — на 16,2%, деградований полісахарид *B. mucilaginosus* за концентрації 0,016% — на 6,33%.

Полісахариди інших досліджених мікроорганізмів *R. phaseoli 8* і *B. pumilis M* не виявили структуроутворювальної здатності щодо агрономічно-цінних і водостійких агрегатів чорнозему лучного. Таким чином, перспективним з точки зору створення препарату ґрунтополіпшувачів біологічного походження є штам мікроорганізму *B. mucilaginosus C-3*.

ЛІТЕРАТУРА

1. Курдиш І. К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми. — К.: Наук. думка. — 2010. — 254 с.
2. Oades J. M. The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure // *Geoderma*. — 1993. — V. 56. — P. 377–400.
3. Lynch J. M. Promotion and inhibition of soils aggregate stabilization by microorganisms // *J. Gen. Microbiol.* — 1981. — V. 126. — P. 371–373.
4. Martin J. P., Ervin J. O., Shepherd R. A. Decomposition and binding action of polysaccharides from *Azotobacter indicum* (*Beijerinckia*) and other bacteria in soil // *Proc. SSSA*. — 1965. — V. 29. — P. 397–400.
5. Martin J. P., Richards S. J. Decomposition and binding action of a polysaccharide from *Chromobacterium violaceum* in soil // *J. Bacteriol.* — 1963. — V. 85. — P. 1288–1294.
6. Harris R. F., Allen O. N., Chesters G., Attoe O. J. Evaluation of microbial activity in soil aggregate stabilisation and degradation by the use of artificial aggregates // *Proc. SSSA*. — 2003. — V. 27. — P. 542–545.
7. Недвига М. В. Структура ґрунту. — Умань: УВПП, 2005. — 231 с.
8. Silenzi J. C., Echeveria N. E., Commegna M. A. Contenido de gomas microbianas en un suelo no distribado y su relation con la estabilidad structural // *Cienc. suelo*. — 1988. — V. 6, N 2. — P. 103–107.
9. Медведев В. В. Структура почвы. — Харьков: изд-во «13 типография». — 2008. — 406 с.
10. Гамалей В. І., Драган М. І., Гірман О. В. Спосіб визначення механічної міцності агрегатів ґрунту / Патент на корисну модель № 58361. Бюл. № 7 від 11. 04. 2011.
11. Малиновская И. М. Особенности динамики синтеза и экологическая роль экзополисахарида *Bacillus mucilaginosus* // *Агрокол. журн.* — 2004. — № 1. — С. 38–41.
12. Алексеева Т. В. Микроструктурная организация почв и факторы ее формирования // *Почвоведение*. — 2007. — № 6. — С. 721–732.

**ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ
ПОЛИСАХАРИДОВ НА СТРУКТУРНО-
АГРЕГАТНОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМА
ЛУГОВОГО**

*И. М. Малиновская
Н. И. Драган*

Национальный научный центр «Институт
земледелия НААН», Киев

E-mail: patent_zemlerob@mail.ru

Исследовали способность бактериальных полисахаридов различного химического состава, структуры и систематического положения продуцентов улучшать структурно-агрегатное состояние чернозема лугового. Установлено, что наиболее эффективно количество агрономически ценных агрегатов повышает экзополисахарид *Bacillus mucilaginosus* C-3 в максимальной из исследованных концентраций — 0,016%. Количество агрегатов размером 3–5 мм при этой концентрации полисахарида увеличивается на 22,6%, размером 2–3 мм — на 11,1%, 1–2 мм — на 5,12%. С уменьшением концентрации полисахарида эффективность его действия существенно снижается.

Все исследованные концентрации полисахарида *B. mucilaginosus* повышают содержание в почве водостойких агрегатов: нативный полисахарид в концентрации 0,016% — на 51,4%; 0,008% — 17,6; 0,002% — 25,4; деградированный полисахарид в концентрации 0,016% — на 6,33%. Полисахариды других исследованных микроорганизмов *Rhizobium phaseoli* 8 и *Bacillus pumilis* M были малоэффективными и заметного влияния на содержание агрономически ценных и водостойких агрегатов чернозема лугового не проявили.

В результате внесения в почву бактериальных полисахаридов механическая прочность агрегатов одинакового размера в воздушно-сухом состоянии увеличивается при концентрации полисахарида *B. mucilaginosus* 0,016% на 5–8%. Внесение в чернозем луговой бактериальных полисахаридов *R. phaseoli* 8 и *B. pumilis* M в концентрации 0,016% и полисахарида *B. mucilaginosus* в концентрации 0,002% не сопровождается увеличением механической прочности агрегатов.

Перспективным с точки зрения создания биологического препарата, улучшающего структурно-агрегатное состояние почвы, является штамм микроорганизма *B. mucilaginosus* C-3.

Ключевые слова: *Bacillus mucilaginosus*, *Rhizobium phaseoli* 8, *Bacillus pumilis* M, экзополисахарид, структура, водопропрочный агрегат, чернозем луговой.

**EFFECT OF BACTERIAL
POLYSACCHARIDES ON THE STRUCTURAL
AND AGGREGATIVE STATE
OF MEADOW CHERNOZEM**

*I. M. Malinovska
N. I. Dragan*

National Scientific Centre “Institute of
Agriculture of National Academy of
Agriculture Sciences of Ukraine”, Kyiv

E-mail: patent_zemlerob@mail.ru

The ability of bacterial polysaccharides of different chemical composition, structure and systematic position of producers to improve the structural and aggregative state of meadow chernozem was investigated. It was found that the most effective of agronomically valuable aggregates increases exopolysaccharide *Bacillus mucilaginosus* C-3 in the maximum concentration of the tested one — 0.016%. The number of units in size 3–5 mm increases at this concentration of polysaccharide to 22.6%, in size 2–3 mm — to 11.1%, 1–2 mm — to 5.12%. When polysaccharide concentration decreases, the effectiveness of its action is significantly reduced.

All the tested concentrations of polysaccharide *B. mucilaginosus* increased the content of water-stable aggregates in the soil: the native polysaccharide in concentration of 0.016% — 51.4%, 0.008% — 17.6, 0.002% — 25.4, degraded polysaccharide in a concentration of 0.016% — at 6.33%. Polysaccharides of other investigated microorganisms *Rhizobium phaseoli* 8 and *Bacillus pumilis* M were ineffective and they shown no noticeable influence on the content of agronomically valuable and water-stable aggregates of meadow chernozem.

Soil microbial polysaccharides led to a significant increase in mechanical strength of the indicator units of the same size in air-dry. Polysaccharide of *B. mucilaginosus* was the most effective in this regard at a concentration of 0.016%: increase of mechanical strength of the different fractions of aggregates was 5–8% as compared to the control. Revisions of the meadow chernozem bacterial polysaccharides of *R. phaseoli* 8 and *B. pumilis* M in 0.016% concentration and polysaccharide of *B. mucilaginosus* at a concentration of 0.002% didn't accompanied by an increase in mechanical strength of aggregates.

Microbial strain *B. mucilaginosus* C-3 is promising from the point of view of a biological preparation that improves the soil.

Key words: *Bacillus mucilaginosus*, *Rhizobium phaseoli* 8, *Bacillus pumilis* M, exopolysaccharides, structure, water-stable aggregates, meadow chernozem.