



УДК 631.4:631.5

DOI 10.25230/conf11-2021-270-274

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РИЗОСФЕРЫ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Шулико Н.Н.

ФГБНУ «Омский АНЦ»

shuliko-n@mail.ru

Биологическая активность почвы ризосферы повышалась при внесении минеральных удобрений ($N_{18}P_{42}$) и их сочетании с соломой ($N_{18}P_{42}$ + солома) на 58 и 70 %, к контролю. Наибольшее положительное влияние на численность микроорганизмов в ризосфере ячменя из трех изучаемых факторов оказало применение минеральных удобрений, как отдельно, так и в сочетании с изучаемыми факторами.

Ключевые слова: биологическая активность, ризосфера, микроорганизмы, минеральные удобрения, солома, инокуляция, ячмень.

Введение. К одному из важных антропогенных факторов, регулирующих интенсивность микробиологических процессов, относится применение удобрений. В настоящее время имеется достаточно много работ, в которых оценивается влияние минеральных и органических удобрений на плодородие почвы по изменению общей численности микроорганизмов [1–6].

Важную роль в развитии растений играет их взаимодействие с микроорганизмами способными фиксировать атмосферный азот (ассоциативная азотфиксация) [7; 8]. Бактеризация семян возделываемых растений корневыми diaзотрофами, положительно воздействуя на биологическую активность почвы, повышает адаптацию растений к экстремальным условиям среды, уменьшая стрессовое воздействие неблагоприятных факторов, в частности, засухи [7].

Материалы и методы. Почва опытного участка – лугово-черноземная среднemocная среднегумусовая тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 6,8 %, реакция среды – нейтральная. Глубина залегания грунтовых вод 1,5–2 м. Исследования по влиянию минеральных удобрений, ежегодного внесения соломы и инокуляции семян биопрепаратом *ризоагрин* на биологическую активность почвы проводились в 2012-2014 гг. в длительном стационарном опыте закладки 1987 г., под заключительной культурой пятипольного зернопарового севооборота – ячменем. Площадь делянки – 40 м². *Ризоагрин* - ростостимулирующий биопрепарат на основе штамма *Agrobacterium radiobacter 204*, рекомендуется для предпосевной обработки семян зерновых. Обладает мощным активирующим действием на растения за счёт усиления минерального питания азотом ассоциативной азотфиксации, фосфором за счёт мобилизации органофосфатов почвы (производство ВНИИСХСМ, Пушкин). Обработка семян пшеницы биопрепаратом проводилась перед посевом. В качестве контроля использовали вариант обработки семян чистой водой. Отбор проб для анализов проводили в стерильные пергаментные пакеты 3 раза в течение вегетации растений (кущение, колошение, налив зерна). Смешанный образец почвы ризосферы составляли из нескольких отдельных проб, выкопанных с растениями. Учет численности микроорганизмов проводили на твердых питательных средах согласно общепринятым методам [9]. Проведены дисперсионный и корреляционный анализы полученных результатов [10].



Погодные условия вегетационного периода 2012 г. были засушливыми, количество осадков составило 72,6 % от нормы при ГТК=0,69. В 2013 году количество осадков за май-август составило 218 мм (111 % от нормы) при ГТК=1,16. В 2014 году засушливым были май и июнь, количество осадков за май-август составило 135 мм (68 % от нормы), ГТК=0,68.

Результаты и обсуждение. Применение соломы в чистом виде в отдельные годы исследований снижало численность микроорганизмов на МПА. Можно предположить, что в этом варианте деятельность микроорганизмов подавлялась за счет токсических соединений (веществ фенольной природы и ряда органических кислот: муравьиной, уксусной, молочной, и других), высвобождающихся в процессе разложения соломы в почве [11]. Большое значение для устранения депрессивного эффекта соломы имеют азотные удобрения, которые минимизируют депрессивное влияние соломы на почвенную биоту. Детоксикация свежей соломы происходит вследствие стимуляции азотом микробиологического комплекса почвы. Применение удобрений в варианте с соломой способствовало росту сапрофитной микрофлоры, потребляющей растительные остатки. В среднем за годы исследований численность бактерий-аммонификаторов на МПА под влиянием минеральных удобрений превышала контроль на 19 %. Инокуляция семян ячменя ассоциативными диазотрофами не оказала достоверного влияния на количество аммонификаторов на МПА (табл.).

Численность микроорганизмов на КАА, потребляющих азот в минеральной форме, возрастала под влиянием минеральных удобрений на 23 % к контролю. Применение соломы в чистом виде оказало негативное воздействие на численность амилотических микроорганизмов в 2012–2013 гг. снизив ее на 28–39 %, видимо из-за ее депрессивного эффекта. В этой связи достоверно уменьшилась и средняя величина численности бактерий, потребляющих NH_3 , в среднем за 2012–2014 гг. Применение инокуляции семян не оказало положительного влияния на титр амилотических бактерий. Однако в 2012 г. (засушливый) инокуляция, как в чистом виде, так и на фоне удобрений повышала количество микроорганизмов на КАА на 19–24 % к контролю.

Численность олигонитрофилов в ризосфере ячменя под влиянием применения минеральных удобрений возросла на 60 %. Влияние соломы на количество этих микроорганизмов было незначительным. Бактеризация семян стимулировала рост численности олигонитрофилов на 33 % к контролю.

Количество фосфатмобилизующих бактерий в среднем за 2012–2014 гг. на удобренном фоне превышало контроль на 86 %. Влияние соломы на этом фоне было незначительно. Инокуляция семян ячменя повысила количество фосфатмобилизаторов на 71 % к контролю.

Численность нитрифицирующих бактерий в ризосфере культуры достоверно возрастала на удобренном фоне. Применение соломы и инокуляции не оказывало существенного влияния на численность этой группы микроорганизмов.

Следует отметить достоверное увеличение численности почвенных грибов только при внесении соломы, на 82 % к контролю. Однако внесение соломы практически не отразилось на численности других целлюлозоразрушающих микроорганизмов. Применение инокуляции способствовало росту численности целлюлозоразрушающих микроорганизмов на 39 % к контролю, на фоне удобрений – снижению их количества. Возможно, это связано с развитием в почве большого количества микробов антагонистов целлюлозных бактерий, а также грибов рода *Penicillium* и *Trichoderma* [1].

Таким образом, наибольшее влияние на биологическую активность в ризосфере ячменя оказало применение минеральных удобрений и сочетание их с внесением соломы. Особенно это важно в отношении фосфатмобилизующих и нитрифицирующих микроорганизмов, участвующих в питании растений. Увеличение общей численности микроорганизмов при применении удобрений и сочетания их с соломой составило 58 и 70 % к контролю.



Таблица 1. Численность групп микроорганизмов ризосферы ячменя, в среднем за 2012-2014 гг.

Вариант	Бактерии, ростущие на МПА, млн. КОЕ/г*				Микроорганизмы, растущие на КАА, млн. КОЕ/г				Олигонитрофилы, млн. КОЕ/г				Фосфоромобилизующие, млн. КОЕ/г			
	2012	2013	2014	Среднее	2012	2013	2014	Среднее	2012	2013	2014	Среднее	2012	2013	2014	Среднее
Контроль	42,8	33	25,5	33,8	40,7	32,2	18,4	30,4	97,7	173,7	209,7	160,4	91,2	115,5	173,0	126,6
Солома	37,0	31	30,8	32,9	29,7	23,2	21,4	24,8	76,6	165,2	272,8	171,5	61,7	95,7	282,4	146,6
Инокуляция	42,4	36,2	23,9	34,2	50,3	31,2	20,3	33,9	156,9	178,8	306,1	213,9	148,8	139,4	361,6	216,6
Солома+инокуляция	37,9	29,2	16,0	27,7	32,8	28,1	13,4	24,8	133,6	153,6	207,8	165,0	113,6	94,1	126,1	111,3
N ₁₈ P ₄₂	40,8	48,7	31,5	40,3	39,1	35,1	22,0	32,1	144,0	329,6	293,7	255,8	115,1	269,0	322,1	235,4
N ₁₈ P ₄₂ +солома	42,1	47,8	45,6	45,2	43,7	48,3	27,5	39,8	155,1	262,2	403,9	273,7	139,5	292,4	295,8	242,6
N ₁₈ P ₄₂ +инокуляция	41,5	37,5	26,0	35,0	48,3	27,6	27,2	34,4	215,2	163,7	278,3	219,1	208,8	126,6	355,4	230,3
N ₁₈ P ₄₂ +солома+инокуляция	45,1	35	29,6	36,6	42,4	35,7	23,3	33,8	123,9	196,2	292,7	204,3	164,4	139,6	230,8	178,3
HCP ₀₅ A, B, C	4,4				4,4				39,6				52,1			
HCP ₀₅ AB, AC, BC	6,2				6,2				56,1				73,7			
HCP ₀₅ ABC	8,8				8,8				79,3				104,3			
Вариант	Грибы, тыс. КОЕ/г				Целлолизоразрушающие, тыс. КОЕ/г				Нитрификаторы, тыс. КОЕ/г				Общее кол-во м/о, млн. КОЕ/г			
	2012	2013	2014	Среднее	2012	2013	2014	Среднее	2012	2013	2014	Среднее	2012	2013	2014	Среднее
Контроль	32,1	71,5	38,9	47,5	132,9	90,7	115,3	113,0	1,24	1,27	1,15	1,22	272,7	355,7	421,5	350,0
Солома	165,0	54,4	39,4	86,3	131,3	94,9	172,9	133,0	0,99	0,96	1,55	1,17	205,3	310,3	607,5	374,4
Инокуляция	54,3	54,8	74,3	61,1	224,1	120,9	125,7	156,9	1,28	1,73	1,65	1,55	398,7	378,0	714,5	497,1
Солома+инокуляция	50,0	69,4	75,6	65,0	156,1	123,1	141,2	140,1	0,59	1,07	1,66	1,11	318,1	313,0	369,5	333,5
N ₁₈ P ₄₂	57,9	55,6	86,4	66,6	88,3	48,4	229,9	122,2	1,35	2,56	1,68	1,86	339,1	659,3	664,3	554,2
N ₁₈ P ₄₂ +солома	65,4	74,0	82,8	74,1	124,6	102,7	174,8	134,0	1,33	2,47	2,12	1,97	380,6	656,0	751,6	596,1
N ₁₈ P ₄₂ +инокуляция	72,7	51,9	68,6	64,4	133,8	100,2	64,5	99,5	1,85	1,21	2,21	1,76	514,0	352,2	687,5	517,9
N ₁₈ P ₄₂ +солома+инокуляция	89,4	35,1	49,5	58,0	79,9	98,4	126,8	101,7	1,58	1,46	2,6	1,88	376,0	407,1	571,2	451,4
HCP ₀₅ A, B, C**	34,5				36,3				0,37				86,6			
HCP ₀₅ AB, AC, BC	48,7				51,3				0,52				122,5			
HCP ₀₅ ABC	68,9				72,5				0,74				173,2			

Примечание. * КОЕ/г - колониеобразующая единица, **HCP₀₅ A - минеральных удобрений, HCP₀₅ B - соломы, HCP₀₅ C - инокуляции семян, HCP₀₅ AB, BC, AC, ABC - для частных средних.



Различия лет исследований по увлажнению отразились на численности микроорганизмов ризосферы ячменя, которая в достаточно увлажненном 2013 г., в среднем за вегетацию, была выше, чем в предыдущем 2012 г. на 23 %. В 2014 г., прохладном и умеренно увлажненном, количество ризосферных микроорганизмов было достаточно высоким, на уровне прошедшего года (рис.).

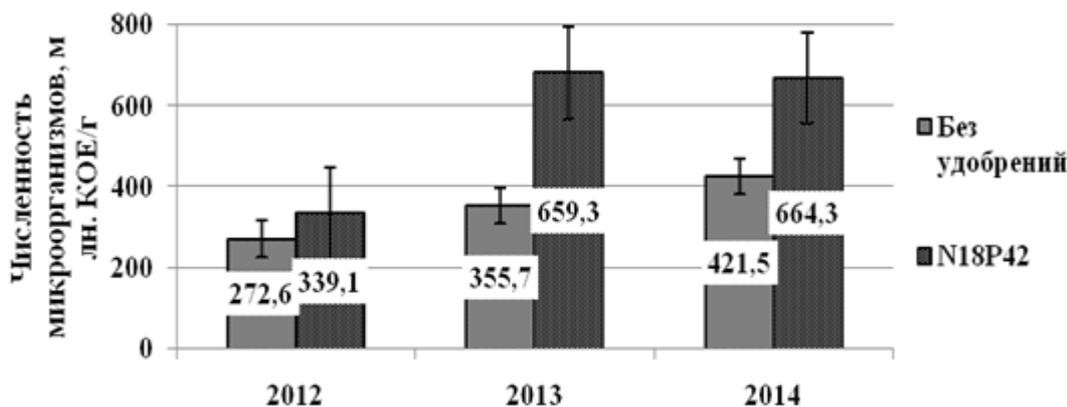


Рисунок – Общее количество ризосферных микроорганизмов, (2012–2014 гг.).

Статистическая обработка результатов исследования показала наличие зависимости урожайности ячменя от численности отдельных групп микроорганизмов ризосферы (среднее за три года). Достоверную корреляционную связь с урожайностью в ризосфере ячменя имели численность олигонитрофилов ($r=0,53\pm 0,18$), фосфатмобилизующих бактерий ($r=0,55\pm 0,18$) и нитрификаторов ($r=0,44\pm 0,19$) при $n=9$, т.е. микроорганизмы, обеспечивающие поступление доступных элементов питания растениям.

Заключение. За годы исследований, наибольшее положительное влияние на численность микроорганизмов в ризосфере ячменя из трех изучаемых факторов оказало применение минеральных удобрений, как отдельно, так и в сочетании с изучаемыми факторами. Увеличение общей численности микроорганизмов показывает, что в почве ризосферы интенсифицируются процессы разложения органических веществ, ускоряется круговорот биогенных элементов. Внесение соломы значительного влияния на общую численность микроорганизмов ризосферы не оказало.

Литература

1. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. – М.: Наука, 1972. – 344 с.
2. Толочкина С.А., Шуткина А.Т. Изменение микробиологической активности почв в условиях интенсивного земледелия // Микробиологические аспекты охраны почвенного покрова АН ССР Молдовы. – Кишинев, 1990. – С. 55–69.
3. Загорча К.Л. Оптимизация системы удобрения в полевых севооборотах. – Кишинев: Штиинца, 1990. – 287 с.
4. Хамова О.Ф., Юшкевич Л.В., Холмов В.Г. [и др.] Биологическая активность чернозема выщелоченного при длительном применении удобрений и пестицидов в южной лесостепи Западной Сибири // Сб. научных трудов посвящ. 170-летию Сибирской аграрной науки. – Омск, 1998. – С. 83–89.
5. Шулико Н.Н. Влияние длительного применения удобрений на агрохимические и биологические свойства чернозема выщелоченного и продуктивность ячменя в южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 2017. – 19 с.



6. Стрелецкий А.М. Эффективность препаратов ассоциативных азотфиксаторов при инокуляции семян различных сортов ячменя в условиях юга Западной Сибири // Плодородие. – 2018. – № 4 (103). – С. 49–52.
7. Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин. – М.: ВНИИА, 2005. – 302 с.
8. Петров В.Б. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России // Достижения науки и техники АПК. – 2002. – № 10. – С.12–15.
9. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1993. – 175 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
11. Сидоренко О.Д. Влияние соломы на токсичность почвы в условиях переувлажнения // Фитотоксические свойства почвенных микроорганизмов. – Л., 1978.– С. 155–165.

**THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE RHIZOSPHERE OF SPRING BARLEY UNDER
THE APPLICATION OF FERTILIZERS IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN
FOREST STEPPE OF WESTERN SIBERIA**

Shuliko N.N.

The biological activity of the rhizosphere soil increased upon the application of mineral fertilizers ($N_{18}P_{42}$) and their combination with straw ($N_{18}P_{42}$ + straw) by 58 and 70 %, in comparison to the control. Of the three studied factors, the application of mineral fertilizers had the highest positive effect on the number of microorganisms in the barley rhizosphere, both separately and in combination with the studied factors.

Key words: biological activity, rhizosphere, microorganisms, mineral fertilizers, straw, inoculation, barley.