

12. Тертышная, Ю. В. Влияние спектрального состава света на развитие сельскохозяйственных культур / Ю. В. Тертышная, Н. С. Левина // С.-х. машины и технологии. – 2016. – № 5. – С. 24-29.
13. Тихомиров, А. А. Светокультура растений в теплицах: учеб. пособие / А. А. Тихомиров, В. П. Шарупич, Г. М. Лисовский. – Новосибирск: СО РАН, 2013. – 205 с.
14. Тихомиров, А. А. Спектральный состав света и продуктивность растений / А. А. Тихомиров, Г. М. Лисовский, Ф. Я. Сидько. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 168 с.
15. Фотосинтез и продуктивность растений базилика (*Ocimum basilicum* L.) при облучении различными источниками света / М. Н. Полякова [и др.] // С.-х. биология. – 2015. – Том 50. – № 1. – С. 124-130.
16. Фотосинтез и продуктивность растений картофеля в условиях различного спектрального облучения / Ю. Ц. Мартиросян [и др.] // С.-х. биология. – 2013. – № 1. – С. 107-112.

УДК 631.8:528.931.3

## **ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА БИОПРОДУКТИН НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ**

**О. Ч. Коженевский, А. В. Свиридов, А. А. Дудук**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»  
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,  
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:** озимое тритикале, микробный препарат Биопродуктин, биологическая активность.*

***Аннотация.** Обработка препаратом пожнивных остатков после уборки ячменя увеличивала интенсивность деструкции бумаги в среднем за 2 года на 5,0 %. Заделка измельченной соломы в качестве удобрения способствовало повышению целлюлазной активности почвы на 3,5-5,9 % без применения компенсирующей дозы азота и на 7,7-8,1 % при его внесении. Применение Биопродуктина повышало интенсивность разложения бумаги на 5,4-30,1 % и 0,5-7,7 % соответственно. Убыль массы льняной ткани в вариантах применения микробного препарата в среднем за два года составляла от 3,0 до 10,2 %.*

*В вариантах, где вносился микробный препарат в послеуборочный период ячменя, интенсивность разложения фильтровальной бумаги составляла 27,2-52,7 %, льняной ткани – 25,0-34,3 %, что значительно превосходило показатели с вариантов, где Биопродуктин не применялся.*

## INFLUENCE OF TERMS OF APPLICATION OF MICROBIAL OF THE PREPARATION BIOPRODUCTIN FOR BIOLOGICAL SOIL ACTIVITY

O. C. Kazhaneuski, A. V. Sviridov, A. A. Duduk

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

**Key words:** *winter triticale, microbial preparation Bioproductin, biological activity.*

**Summary.** *Treatment of crop residues with the preparation after harvesting barley increased the intensity of paper destruction by an average of 5,0 % over 2 years. The incorporation of chopped straw as a fertilizer contributed to an increase in the cellulase activity of the soil by 3,5-5,9 % without the use of a compensating dose of nitrogen and by 7,7-8,1 % when it was applied. At the same time, the use of Bioproductin increased the intensity of paper decomposition by 5,4-30,1 % and 0,5-7,7 %, respectively. The decrease in the mass of linen fabric in the variants of using the microbial preparation, on average for two years, ranged from 3,0 to 10,2 %.*

*In the variants where the microbial preparation was applied in the post-harvest period of barley, the intensity of decomposition of filter paper was 27,2-52,7 %, linen fabric – 25,0-34,3 %, which significantly exceeded the indicators from the variants where Bioproductin was not used.*

*(Поступила в редакцию 01.06.2023 г.)*

**Введение.** Биологическую активность почвы обуславливает общее содержание в почве определенного запаса ферментов, которые выделяются как в процессе жизнедеятельности растений и почвенных микроорганизмов, так и аккумулируется почвой после разрушения отмерших клеток. Интенсивность процессов переработки органических веществ и разрушения минералов, а также масштабы и направление процессов превращения энергии и вещества в наземных экосистемах характеризуются биологической активностью почвы [1, 2].

Как показатели биологической активности почвы современными исследователями могут применяться: биомасса и численность различных групп почвенных микроорганизмов, их продуктивность, ферментативная активность почв, количество и скорость накопления продуктов жизнедеятельности организмов почвы, интенсивность основных процессов, связанных с круговоротом элементов, некоторые энергетические данные [3, 4, 5].

На основании параметров биологической активности почвы можно судить о направлении процессов превращения вещества и энергии и их масштабах в естественных экосистемах суши, об активности процессов переработки остатков органических веществ и разложения минералов.

Плодородие почв определяется биохимическими процессами, лежащими в основе почвообразования [6, 7].

Известным является тот факт, что численность микроорганизмов в почве постоянно изменяется. Но в любом почвенном покрове есть определенный естественный уровень численности микробиоты, который можно рассматривать в качестве пула, иными словами, того запаса микроорганизмов почвы, который не обеспечивается энергетическим веществом, необходимым для непрерывного размножения, но находится в состоянии поддержания. На величину такого запаса не влияет сезонность, пул обуславливается особенностями самой почвы и факторами среды, влияющими на почвенные свойства [8, 9].

В последние годы в мировом сельском хозяйстве наблюдается замена традиционных минеральных удобрений на «микробные» биопрепараты, что способствует снижению высоких доз химикатов за счет замены их на более экологически чистые и экономически выгодные ресурсосберегающие технологии [10, 11].

Стимулировать биологическую активность почвы можно, внося органические и бактериальные удобрения, сидераты, а также проводя мероприятия, обеспечивающие лучший водный, окислительно-восстановительный и тепловой режимы. Использование правильных севооборотов и мелиорантов (известки, гипса) способствует сохранению благоприятных физико-химических свойств почвы. Результатом уменьшения общей биологической активности почвы становится подавление процессов минерализации растительных остатков и синтеза гумусовых веществ, как следствие, снижаются темпы накопления элементов минерального питания растений – нитратов, фосфатных соединений и др., в почве начинается размножение фитопатогенов, ухудшается обеспеченность растений физиологически активными соединениями [12, 13, 14].

**Цель исследований** – изучить влияние микробного препарата Биопродуктин при различных сроках применения на биологическую активность почвы.

**Материал и методика исследований.** Исследования по изучению влияния сроков применения микробного препарата Биопродуктин проводились в 2018-2020 гг. на опытном поле учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет». Почва опытного поля дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 0,5-0,7 м моренным суглинком, пахотный слой которой характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание подвижных форм фосфора в пахотном слое почвы – 205-226 мг и обменного калия – 185-187 мг на 1 кг почвы, рН (KCl) – 4,8-5,6, гумуса – 1,81-2,19 %.

Исследования проводились в звене севооборота: картофель – ячмень яровой – озимое тритикале.

Схема опыта:

1. NPK (отчуждение соломы)\* – контроль;
2. NPK (отчуждение соломы);
3. NPK (измельчение соломы);
4. NPK (измельчение соломы) + N;
5. NPK (измельчение соломы) + N + Биопродуктин;
6. NPK (измельчение соломы) + Биопродуктин;
7. NPK (отчуждение соломы) + Биопродуктин.

Примечание – \* в первом варианте не применяется фунгицидная обработка против болезней листового аппарата.

Полевой опыт закладывался в соответствии с общепринятой методикой [15] в 4-кратной повторности методом расщепленных делянок. Общая площадь делянки – 180 м<sup>2</sup> (6 x 30), учетная – 120 м<sup>2</sup> (4 x 30), расположение делянок систематическое.

Микробный препарат Биопродуктин вносился вслед за уборкой ярового ячменя с последующей заделкой лушильником и по вегетирующим растениям озимого тритикале в фазу кущение - начало выхода в трубку.

Биологическую (целлюлозную) активность почвы определяли по интенсивности разложения целлюлозы аппликационным методом [16].

Показатели метеорологических условий в период проведения исследований отличались от среднеголетних данных незначительно и в целом благоприятствовали развитию посевов озимого тритикале.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Одним из основных признаков, характеризующих эффективное плодородие почвы, и условием для получения высоких урожаев является процесс образования и накопления в ней доступных растениям форм питательных веществ. Запасы питательных веществ почвы, в т. ч. и в виде растительных остатков, под влиянием микробиологической деятельности переходят в усвояемые растениями формы. Важнейшей составляющей биологической активности почвы является целлюлазная активность, и именно она служит критерием оценки почвенного плодородия и определяет биохимический потенциал почвы.

Исследования по оценке биологической эффективности микробного препарата Биопродуктин в полевых условиях показали положительное влияние на целлюлазную активность почвы в летне-осенний период (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние применения препарата Биопродуктин на биологическую активность почвы (осенняя закладка, 2018-2019 гг.)

Фон	Вариант опыта	Разложилось бумаги, %			Разложилось ткани, %		
		2018 г.	2019 г.	среднее	2018 г.	2019 г.	среднее
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> отчуждение соломы	без внесения препарата – контроль	11,7	16,6	14,2	15,4	20,9	18,2
	Биопродуктин (до посева)	15,8	22,5	19,2	17,7	24,6	21,2
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> измельчение соломы	без внесения препарата – контроль	15,2	22,5	18,9	19,2	19,5	19,4
	Биопродуктин (до посева)	20,6	52,6	36,6	22,6	36,5	29,6
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> измельчение соломы + N <sub>40</sub>	без внесения препарата – контроль	19,8	24,3	22,1	20,9	25,0	23,0
	Биопродуктин (до посева)	20,3	32,0	26,2	21,4	30,6	26,0

Применение микробного препарата в послеуборочный период по стерне ячменя в оба года исследований способствовала активизации биологической активности почвы, что выразилось в повышении интенсивности разложения фильтровальной бумаги и льняной ткани. При этом абсолютные величины данного процесса отличались по годам. Так, если в 2018 году степень деструкции бумаги находилась в пределах 11,7-20,6 %, льняной ткани 15,4-22,6 %, то в 2019 году данные показатели составляли 16,6-52,6 % и 20,9-36,5 % соответственно, что, по нашему мнению, объясняется более благоприятными условиями увлажнения и температуры для развития почвенной биоты в летне-осенний период 2019 года. Эффективность Биопродуктина в оба года исследований проявлялась в повышении целлюлозоразрушающей активности на фоне отчуждения соломы на 4,1-5,9 %, при измельчении соломы – 5,4-30,1 %, при внесении компенсирующей дозы азота на фоне измельченной соломы – на 0,5-7,7 %. Сопоставимые результаты эффективности внесения препарата были получены и при определении убыли массы льняной ткани, которые составили соответственно 2,3-3,7 %, 3,4-17,0 % и 0,5-5,6 %.

Применение Биопродуктина по вегетирующим растениям озимого тритикале в фазу кушение - начало выхода в трубку не приводило к существенному изменению целлюлазной активности почвы (таблица 2).

Как показали исследования, убыль массы фильтровальной бумаги и льняной ткани находилась на уровне или меньше в сравнении с вариантами, где микробный препарат не применялся. Определение целлюлозоразрушающей активности почвы в весенний период показало

существенную эффективность до посевного применения микробного препарата. Так, в вариантах, где вносился микробный препарат по стерне ячменя, интенсивность разложения фильтровальной бумаги в годы исследований была выше на 17,0-21,0 % в вариантах с отчуждением соломы, на 9,4-24,6 % с измельчением соломы и на 5,5-26,4 % на фоне измельчения соломы с внесением компенсирующей дозы азота. Повышение интенсивности деструкции льняной ткани находилось в пределах 5,6-11,5 %, 4,3-5,5 % и 0,2-13,6 % соответственно по вариантам опыта.

Таблица 2 – Влияние применения препарата Биопродуктин на биологическую активность почвы (весенняя закладка, 2019-2020 гг.)

Фон	Вариант опыта	Разложилось бумаги, %			Разложилось ткани, %		
		2019 г.	2020 г.	среднее	2019 г.	2020 г.	среднее
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> отчуждение соломы	без внесения пре- парата – кон- троль	12,2	24,0	18,1	27,1	19,4	23,3
	Биопродуктин (по вегетации)	12,9	23,2	18,1	23,6	23,4	23,5
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> отчуждение соломы	без внесения пре- парата – кон- троль	16,6	17,3	17,0	22,8	25,7	24,3
	Биопродуктин (до посева)	36,4	38,3	37,4	34,3	32,4	33,4
	Биопродуктин (по вегетации)	17,0	17,0	17,0	23,2	22,0	22,6
	Биопродуктин (до посева + по вегетации)	33,6	38,1	35,9	28,4	18,5	23,5
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> измельчение соломы	без внесения пре- парата – кон- троль	17,8	26,8	22,3	26,7	24,9	25,8
	Биопродуктин (до посева)	27,2	51,4	39,3	32,2	29,3	30,8
	Биопродуктин (по вегетации)	22,7	29,2	26,0	18,2	20,8	19,5
	Биопродуктин (до посева + по вегетации)	29,7	43,1	36,4	31,6	29,2	30,4
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> измельчение соломы + N <sub>40</sub>	без внесения пре- парата – кон- троль	26,3	42,6	34,5	24,8	25,5	25,2
	Биопродуктин (до посева)	31,8	60,2	46,0	27,6	39,1	33,4
	Биопродуктин (по вегетации)	15,8	17,8	16,8	23,1	25,9	24,5
	Биопродуктин (до посева + по вегетации)	52,7	55,4	54,1	25,0	27,4	26,2

**Заключение.** Установлено положительное влияние применения микробного препарата Биопродуктин на биологическую активность почвы. Обработка пожнивных остатков и измельченной соломы ячменя в качестве удобрения как в сочетании, так и без компенсирующей дозы азота способствовала повышению целлюлазной активности почвы на 0,5-30,1 %. Положительное действие применения микробного препарата носит пролонгированный характер. Определение целлюлозоразрушающей активности почвы в весенний период показало ее повышение по сравнению с вариантами без применения Биопродуктина до 26,4 %. Применение микробного препарата в фазу кущения - начало выхода в трубку озимого тритикале не влияло на биологическую активность почвы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Общая микробиология / Под ред. проф. А. Е. Вершигоры. – Киев: Выща Школа, 1988. – 343 с.
2. Сахно, О. Н. Экология микроорганизмов: учебное пособие / О. Н. Сахно, Т. А. Трифонова. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 64 с.
3. Купревич, В. Ф. Биологическая активность почвы и методы ее определения / В. Ф. Купревич // Докл. АН СССР, т. 79. – 1951. – С. 863-866.
4. Экология микроорганизмов: учебник для студ. вузов / А. И. Нетрусов [и др.]. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 272 с.
5. Овсянников, Ю. А. Теоретические основы эколого-биосферного земледелия / Ю. А. Овсянников. – Екатеринбург: изд-во Урал. Ун-та, 2000. – 264 с.
6. Гельцер, Ю. Г. Биологическая диагностика почв / Ю. Г. Гельцер. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 80 с.
7. Биологические основы плодородия почвы / под ред. О. А. Берестецкого. – М.: Колос, 1984. – 287 с.
8. Шлегель, Г. Общая микробиология / Г. Шлегель. – М.: Мир, 1987. – 567 с.
9. Яшутин, Н. В. Биоземледелие. Научные основы, инновационные технологии и машины: монография / Н. В. Яшутин. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 191 с.
10. Дедов, А. В. Приемы биологизации и воспроизводство плодородия черноземов / А. В. Дедов, М. А. Несмеянова, Н. Н. Хрюкин // Земледелие. – 2012. – № 6. – С. 4-6.
11. Чекмарев, П. А. Мониторинг плодородия пахотных почв Центрально-Черноземных областей России / П. А. Чекмарев, С. В. Лукин // Агрохимия. – 2018. – № 4. – С. 11-22.
12. Биологическая активность и микробиологическая рекультивация почв, загрязненных нефтепродуктами / В. Г. Алехин [и др.] // Биологические ресурсы и природопользование: Сборник науч. трудов. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. пед. ин-та, 1998. – С. 95.
13. Большой практикум по микробиологии / Т. В. Аристовская [и др.]. – М.: Наука, 1962. – 720 с.
14. Свистова, И. Д. Накопление токсичных видов микроскопических грибов в городских почвах / И. Д. Свистова // Гигиена и санитария. – 2003. – № 5. – С. 39-44.
15. Дудук, А. А. Научные исследования в агрономии: учеб. пособие / А. А. Дудук, П. И. Мозоль. – Гродно: ГГАУ, 2009. – 336 с.
16. Звягинцев, Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д. Г. Звягинцев. – Москва: изд-во МГУ, 1991. – 304 с.