

6. Кохан С.К. Как получить больше прибыли с картофеля // Сельскохозяйственные вести. – 2012. – №1. – С. 34.
7. Мальцев С.В., Пшеченков К.А. Биохимические показатели клубней и качество картофелепродуктов в зависимости от условий выращивания и технологии хранения // Картофелеводство. – 2008. – Т.2.
8. Сорты картофеля, возделываемые в России. Симмаков Е.А., Анисимов Б.В., Еланский С.Н. и др. – Каталог: 2010. – М.: Агроспас, 2010. – 128 с.

9. Уромова И.П., Штырлина О.В., Штырлин Д.А. Гуминовые стимуляторы роста фотосинтетической активности картофеля // Естественные технические науки. – 2014. – № 3. – С. 21-24.
10. [Электронный ресурс]. – URL: <https://reestr.gossortrf.ru/>
11. [Электронный ресурс]. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X_2021.pdf.
12. Эффективность микроэлементов в земледелии / Кишев А.Ю., Ханиева И.М., Жеруков Т.Б., Шибзухов З.С. // Аграрная Россия. – 2019. – № 1. – С. 19-23.

THE INFLUENCE OF THE USE OF BIOLOGICAL PRODUCTS ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF POTATOES IN THE CONDITIONS OF THE MOUNTAINOUS ZONE OF THE CBD

I.M. Khanieva¹, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
K.G. Magomedov¹, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
A.L. Bosiev¹, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
R.R. Bugov², Junior researcher

G.H. Abidova², Junior researcher at the Laboratory of Potato Breeding and Seed Production, graduate student
1 Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 360004, KBR, Nalchik, Lenin Avenue, 1b

E-mail: imhanieva@mail.ru
2 Institute of Agriculture of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
224 Kirova str., Nalchik, 360004
E-mail: kbniish2007@yandex.ru

In the conditions of the mountainous zone of the Kabardino-Balkarian Republic, field studies were conducted to identify the effectiveness of separate and joint use of the drug Lignohumate AM and preparations based on biologically active substances on the yield and quality indicators of potato tubers. Potato varieties Goryanka and Nart 1 were studied as objects of research. The subject of research were the following drugs: LignohumateAM, Polydon iodine, Fulvigrain Stimulus Pro, Zircon, BisolbiSan, Zh and Succinic acid. The analysis of the data obtained during the research showed that the variants of the combined use of the drug Lignohumate AM and preparations based on biologically active substances showed a stable high increase in potato yield in all the years of research. The greatest increase in the yield of the Goryanka variety was noted on the variants of joint use with the drug Zircon – 8.1 t/ha or 32.9 %, the Nart 1 variety on the variant of joint use of BisolbiSan – 10.4 t/ha or 34.0 %. The use of the drug LignohumatAM led to an increase in the yield of Goryanka and Nart 1 varieties by 22.6 % and 26.3 %, respectively. In the variants of joint use of drugs, there was an increase in the content of starch and dry matter in potato tubers, respectively: in the Goryanka variety by 0.5...1.3 % and 0.8...1.9 %, in Nart 1 – by 0.7...1.1 % and 0.8...1.5 %. The introduction of the drug Lignohumate AM, contributed to an increase in these indicators in the studied varieties from 0.7 to 1.1 %.

Keywords: potato, Nart 1, Goryanka, biological products, dry matter, starchyield.

УДК 631.874.3:633.854.78+579.65

DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.30

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА РАЗЛОЖЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА

С.С. Ладан, к.б.н., А.П. Баранов, ФГБНУ ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова,
e-mail: lab.ecotox@vniia-pr.ru.

Исследованы некоторые способы (инструменты и приемы) решения актуальной проблемы возделывания подсолнечника – ускоренной деструкции послеуборочных растительных остатков. Изучены биологические средства (регуляторы роста, биопестициды и микробиологические удобрения) в качестве возможных инструментов управления остаточной фитотоксичностью имидазолинонов. Дана оценка их биологической эффективности и их места в технологии возделывания. Показаны обоснованность комплексного подхода к проблеме деструкции растительных остатков в звене севооборота, а также накапливающийся эффект от применения биосредств. Оценены перспективные сочетания приемов и микробиологических средств, их влияние на урожайность последующей культуры. Установлено, что разложение подсолнечника, устойчивого к имидазолинонам, происходит менее интенсивно, а эффект от применения микробиологических деструкторов выше.

Ключевые слова: послеуборочные растительные остатки, подсолнечник, микробиологические удобрения, деструкция пожнивных остатков, метод капроновых мешочков, устойчивость к имидазолинонам.

Для цитирования: Ладан С.С., Баранов А.П. Влияние биологических средств на разложение растительных остатков подсолнечника// Плодородие. – 2022. – №6. – С. 116-120. DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.30.

Возделывание подсолнечника сопряжено с непросто-ыми задачами: высокотребовательная культура, обладающая, пожалуй, самым мощным среди сельхозкультур выносом нутриентов и влаги, закономерно является не самым благоприятным предшественником для большинства культур. Характерной сложностью технологии возделывания подсолнечника все больше становится его место в системе севооборота. С появлением

новых технологий, вернее, производственно-технологической системы Clearfield® (Клирфилд или «Чистое поле»), включающей гибриды подсолнечника и гербицид Евро-лайтнинг® (имазамокса (33 г/л) и имазапира (15 г/л), возникла необходимость учитывать ограничения по севообороту в связи с остаточной фитотоксичностью до трех лет. Обновленная система возделывания, названная КлирфилдПлюс включает гербицид

Евро-Лайтнинг Плюс, ВРК (16,5 г/л имазамокса + 7,5 г/л имазапира) и гибриды подсолнечника Кларифилд Плюс, обладающие повышенной устойчивостью к гербициду. Они выдерживают 4-кратную норму применения препарата в отличие от обычной 2-кратной. Четырехкратное повышение устойчивости к имидазолинонам решает проблему риска фитотоксичности на «обычно устойчивых» гибридах, возникающей при обильных осадках. Это увеличение нормы препарата увеличивает соответственно и риски фитотоксичности.

Таким образом высокомаржинальная культура может вызвать целый ряд вопросов, связанных с проявлением остаточной фитотоксичности гербицидов. Послеуборочные остатки подсолнечника, особенно при поздней его уборке, практически не разрушаются к началу посева яровых культур, тем более озимых. Они порождают технологические сбои сеялок, а из-за неравномерной глубины заделки семян – отсутствие выровненности посевов и выпадения растений. Сроки уборки подсолнечника зависят от скороспелости сорта и погодных условий, в большинстве случаев они совпадают со сроками посева озимых. Сроки уборки растянуты с конца августа до конца октября, хотя перерыв между операциями уборки подсолнечника и посева озимых может достигать 45 дней, такие благоприятные условия складываются редко. Поэтому, особенно при отсутствии достаточного количества доступной влаги в почве, после подсолнечника размещают яровые.

Применение гербицидов на основе имазамокса и/или имазапира существенно изменяет последовательность культур в севообороте. Разложение этих препаратов идет быстро и через месяц после обработок их остаточное количество составляет не более 15%. Однако к весеннему посеву оно может быть ниже уровня чувствительности аналитических методов и сохраняться до трех лет, что вызывает ограничения по севообороту для ряда культур. Применение биологических средств ускорения деструкции пожнивных остатков может повлиять на остаточную токсичность, но таких исследований не проводилось. Большинство исследований посвящено ускорению разложения в посевах традиционных сортов подсолнечника.

Комплекс проблем, связанный с возделыванием устойчивого к имидазолинонам подсолнечника и ограничениями по севообороту, с одной стороны, и с необходимостью ускорения разложения послеуборочных остатков, с другой, определил основные цели опыта.

Цель наших исследований – изучить влияние микробиологических средств на активность разложения послеуборочных остатков подсолнечника, устойчивого к имидазолинону, и на урожайность культур, размещаемых после этого предшественника.

Актуальность и новизна цели исследования заключаются в разработке комплекса мер и приемов по снижению фитотоксического последствия при возделывании устойчивых к имидазолинонам гибридов подсолнечника.

Задачи исследования:

- сравнить динамику разложения растительных остатков подсолнечника в зависимости от сортовой специфики (сорт, устойчивый к имидазолинонам и обычный гибрид) и микробиологического препарата-деструктора;

- оценить наиболее перспективные способы применения микробиологических средств с точки зрения их влияния на урожайность последующей культуры.

Методика. Опыт закладывали в послеуборочный период 2019 г., он был разделен на параллельные блоки по изучаемым факторам. В 2019-2022 г. после уборки озимой пшеницы, кукурузы (на силос и на зерно) и подсолнечника – обычного (оП) и устойчивого к имидазолинонам (иП) была проведена закладка мешочков с растительными остатками (РО) убранной культуры, предварительно обработанных деструкторами. В посевах подсолнечника (обоих типов) дополнительно проводили исследования по изучению предпосевной обработки семян микробиологическими препаратами с дальнейшей обработкой послеуборочных остатков препаратами деструкторами для установления влияния этих приемов на последующие культуры – озимый ячмень, кукурузу, озимый горох и озимую пшеницу.

Основой опыта было изучение биологических средств – микробиологических удобрений и микробиологических пестицидов. Выбор был сделан на основании способности их к ускорению разложения растительных остатков. Существенным критерием был способ применения – в качестве деструкторов в послеуборочный период и для предпосевной обработки (припосевного внесения). Итогом стала группа препаратов, указанных в таблице 1.

Для наблюдения за динамикой разложения использовали стандартный метод – экспонирование в почве растительных остатков подсолнечника и других культур звена севооборота (предшествующей и последующей). Метод капроновых мешочков – широко распространенный и достаточно информативный прием изоляции растительных остатков и изучения интенсивности их деструкции. Суть метода: в мешочки размером 10x10 см из капроновой ткани (типа «мельничный газ») с ячейками 0,2 мм закладывалось 10 г измельченных высушенных растительных остатков длиной не более 5 см и обработанных микробиологическими препаратами (на контроле – водой, контроль далее обозначался – КнТр). Обработку проводили из расчета 200 л рабочего раствора на усредненную гектарную норму РО в 5 т/га (т.е. на навеску в 50 г для 5-кратной повторности пульверизатором наносили 4 мл раствора препарата). Сравнение значений проводили как по абсолютной убыли, так и по отношению к убыли за предыдущий период, выраженный в днях.

При посеве и уборке культур использовали микробиопрепараты и определяли их влияние на РО на момент посева и уборки следующей культуры. Даты отбора проб/закладки образцов – ежегодно с 20 по 25 число (апрель, июль, август, октябрь).

Опыты по изучению средств деструкции РО в целях установления их влияния на ограничения по севообороту при применении имидазолинонов были начаты в августе 2019 г. После результатов учетов РО весной 2020 г. опыт был окончательно сформирован по изучаемым факторам:

Блок П (предшественник, последователь). Обработка деструкторами послеуборочных остатков:

1. Пшеницы озимой (предшественник и последующая культура);
2. Кукурузы на силос (предшественник и последующая культура);

3. Кукуруза на зерно (предшественник и последующая культура);
4. Подсолнечник, устойчивый к имидазолиномам (иП);
5. Подсолнечник (оП).

Блок С (сроки обработки биопрепаратами):

1. При посеве;
2. После уборки с заделкой;
3. При посеве и уборке (1+2).

Блок Ф (фитотоксичность). Учет урожайности на следующих культурах:

1. Озимая пшеница;
2. Озимый ячмень;
3. Озимый горох;
4. Кукуруза на силос;
5. Кукуруза на зерно.

Учет урожайности проводили обычным способом по учетным деланкам площадью 50 м². Данные опыта обрабатывали статистическими методами.

Блок Д (деструкторы). Изучались препараты, указанные в таблице 1.

1. Биологические средства, используемые в опыте

| | Группа и название препарата | Состав препарата | Способ, норма применения |
|---|---|---|--|
| 1 | Микробиологическое удобрение Биоккомпозит-коррект (БкКр)* | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , <i>Pseudomonas brassicacearum</i> , <i>Rahnella aquatilis</i> , <i>Serratia plumuthica</i> в 1 см ³ препарата, не менее 1x10 ⁹ КОЕ/мл | Внесение в почву весной перед посевом или после уборки культуры, 1,0-3,0 л/га |
| 2 | Микробиологическое удобрение Биоэлементс, марка «Двойные корни» (БлДк)* | <i>Bacillus subtilis</i> – 2x10 ⁹ КОЕ/мл, <i>Trichoderma harzianum</i> – 2x10 ⁸ КОЕ/мл, <i>Glomus intraradices</i> – 2x10 ⁸ КОЕ/мл, N – не менее 2%, Fe ₂ O ₃ – не менее 0,5%, SO ₂ – не менее 1,5%, SiO ₂ – 75%. | Обработка семян, 0,5-2 кг/т |
| 3 | Микробиологическое удобрение Италполинна микробио, марки Эджис микрогранулы (ИтПл)* | <i>Glomus intraradices</i> BEG 72 – ≥25 спор/г, <i>Glomus mosseae</i> – BEG 234 – ≥25 спор/г, ризосферные бактерии (<i>Bacillus pumilus</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Bacillus stearothermophilus</i> , <i>Paenibacillus polymyxa</i> , <i>Paenibacillus macerans</i>) – не более 1x10 ⁷ КОЕ/г, органическое вещество – 20%. | При посеве локально, 5-10 кг/га |
| 4 | Микробиологическое удобрение МикоАплай (МкАп)* | <i>Glomus intraradices</i> , <i>Glomus luteum</i> , <i>Glomus etunicatum</i> , <i>Glomus claroideum</i> - 6,6% (22500 пропагул/г); фуллерова земля (глина) – 93,4%. | Обработка семян: кукуруза, 200 г/т, соя, 40 г/т, горох, 16 г/т, подсолнечник, 800 г/т |
| 5 | Микробиологическое удобрение Стерня-12 (СтДв)* | <i>Trichoderma reesei</i> (штамм 4К) – не менее 1x10 ⁴ КОЕ/мл; <i>Pichia deserticola</i> (штамм 2К) – не менее 1x10 ⁹ КОЕ/мл; <i>Bacillus subtilis</i> (штаммы 26Д, 1К, 3К, 1, 3/28) – не менее 1x10 ⁸ КОЕ/мл; <i>Bacillus megaterium</i> (штаммы 132, 133) – не менее 1x10 ⁸ КОЕ/мл; <i>Bacillus mucilaginosus</i> (штамм 1480D) – не менее 1x10 ⁸ КОЕ/мл; <i>Azotobacter chroococcum</i> (штаммы В8739, В9620) – не менее 1x10 ⁷ КОЕ/мл | Опрыскивание почвы и растительных остатков или перед посевом, 2,0-3,0 л/га |
| 6 | Пестицид (биофунгицид) Стернифаг, СП (СтФг)* | <i>Trichoderma harzianum</i> , штамм ВКМ F-4099D (титр не менее 10 ¹⁰ КОЕ/г) | Опрыскивание почвы и растительных остатков после уборки или перед посевом, 80 г/га |
| 7 | Регулятор роста Рестарт, Ж (РсРг)* | <i>Rhodococcus erythropolis</i> штамм ОР1-01 (титр не менее 1-5x10 ⁹ КОЕ/мл живых клеток) | Опрыскивание почвы перед посевом целевой культуры. Предпосевная обработка семян, 0,3-0,5 кг/га |

*В скобках указано сокращенное название препарата/варианта.

Результаты и их обсуждение. Подсолнечник – культура с трудноразлагаемыми остатками, которые могут сохраняться в поверхностном слое до 3 лет. Динамика разложения сильно зависит от наличия влаги и внесения удобрений. Так как наличие благоприятного соотношения С:N важно для изучаемого процесса, при обработке пожнивных остатков в рабочий раствор добавлялся КАС32 из расчета 50 л/га.

Данные таблицы 2 показывают какое количество растительных остатков культуры разложилось в зависимости от того, был подсолнечник предшествующей или последующей культурой. Оценка влияния подсолнечника на разложение остатков других культур показала, что деструкция РО кукурузы и озимой пшеницы достоверно была ниже, если предшественником был устойчивый подсолнечник.

Ранобураемый предшественник – кукуруза на силос показал лучший отклик на деструкторы, так как по длительности периода разложения (определение разложения на момент уборки следующей культуры) и по влажности РО он существенно отличался от других предшественников.

Влияние культур, следующих за подсолнечником, на разложение его РО оказалось не одинаковым для кукурузы на силос и на зерно. Более длительное влияние

культуры при ее выращивании на зерно должно было оказать и большее влияние на активность микрофлоры, однако эксперимент показал обратное. Возможно, это объясняется большей нормой высева семян кукурузы при ее выращивании на силос и тем фактом, что микробиологические комплексы, запускающие процессы разложения, развиваются раньше более чем на месяц.

2. Влияние культур на разложение растительных остатков при обработке пожнивных остатков, % убыли

| Вариант | Кукуруза/с | | | Кукуруза/з | | | Пшеница озимая | | |
|---------|-----------------|--------------------|----|------------|-------|----|----------------|-------|----|
| | До ¹ | После ² | | До. | После | | Пред | После | |
| | | оП | иП | | оП | иП | | оП | иП |
| КнТр | 37 | 27 | 24 | 28 | 21 | 17 | 25 | 22 | 21 |
| БкКр | 48 | 38 | 33 | 37 | 36 | 29 | 35 | 45 | 44 |
| СтДв | 52 | 41 | 38 | 38 | 37 | 27 | 32 | 47 | 38 |
| СтФг | 59 | 39 | 35 | 45 | 39 | 29 | 38 | 50 | 45 |
| РсРг | 50 | 34 | 36 | 39 | 35 | 28 | 33 | 49 | 38 |

¹До – культура как предшественник подсолнечника, определялся процент разложения РО от первоначального объема к моменту посева подсолнечника (экспонирование 7-10 мес).

²После – культура как последующая после подсолнечника, определялся процент убыли РО подсолнечника к концу вегетации на 25 августа (экспонирование 10 мес).

Сравнение кукурузы на зерно и озимой пшеницы показало, что разложение РО подсолнечника в посевах

пшеницы идет интенсивнее, особенно при применении биопрепаратов. Вероятно, сказывается влияние корневых выделений пшеницы. Все биопрепараты позволили существенно увеличить разложение растительных остатков, особенно заметным было их влияние в посеве последующих культур. В контрольном варианте главный вывод – хуже всего разлагаются остатки пшеницы, особенно в поле с устойчивыми сортами подсолнечника.

Выбранные препараты технологически могли быть внесены при посеве. Для определения влияния способа припосевного внесения были обработаны семена подсолнечников двух типов и определена прибавка по отношению к контролю с ручной прополкой.

В таблице 3 представлен вариант с обработкой семян подсолнечника после кукурузы на силос, как показавший наибольшую разницу по сравнению с другими предшественниками. Максимальная достоверная прибавка на фоне ручной обработки в среднем по опыту составила 1,7 ц/га (6%), по технологии обычного подсолнечника – 3,3 ц/га (13%) и устойчивого 3,1 ц/га (17%), хотя в среднем была достоверно ниже по отношению к ручной прополке. Вероятно сказывалось фитотоксическое воздействие гербицидов. Устойчивый подсолнечник по отношению к обычному почти не отличался урожайностью в вариантах с биопрепаратами, но за счет более низкого показателя на контроле прибавка была выше на 4%. Это также вероятнее всего следует отнести к более выраженному фитотоксическому действию имидазолинонов.

3. Влияние обработки семян на урожайность подсолнечника (предшественник – кукуруза на силос), ц/га

| Вариант | Ручная прополка (по ОП) | Технология ОП | Технология ИП |
|-------------------|-------------------------|---------------|---------------|
| 0-КнГр | 32,3 | 25,9 | 26,6 |
| 1-БкКр | 34,3 | 31,1 | 30,5 |
| 2-БлДк | 34,7 | 30,3 | 31,1 |
| 3-ИтПл | 34,8 | 32,3 | 32,0 |
| 4-МкАп | 34,7 | 29,7 | 28,7 |
| 5-СтРн | 32,7 | 28,6 | 29,2 |
| 6-СтФг | 34,9 | 28,9 | 29,6 |
| 7-РсРт | 32,0 | 27,7 | 28,6 |
| НСР ₀₅ | 1,7 | 1,9 | 2,3 |

Применение биологических средств комплексно в севообороте рассматривалось в блоке С: обработка семян и остатков подсолнечника, затем учет урожая последующей культуры (озимой пшеницы). Опыт выполнялся в мелкоделяночном формате, учетная площадь делянки 24 м², повторность трехкратная. Включение в исследование озимого ячменя и озимого гороха является экспериментальным вариантом, так как данные культуры пока не рекомендованы как устойчивые к воздействию имидазолинонов. Их использовании возможно лишь спустя 9 мес после обработки подобными гербицидами.

В таблице 4 представлены данные по испытанию сочетания препаратов при приемах припосевной инокуляции и на фоне обработки этого же поля деструкторами с осени. Данные указаны в среднем по кукурузе (на силос и на зерно).

Из таблицы 4 видно, что практически все препараты хорошо сочетались между собой и друг с другом. Лучшие сочетания по отдельным предшественникам достигали 15%.

Всего по опыту влияние фактора припосевной обработки максимально составляло 7%, обработки с осени –

5%, сочетание этих двух приемов способствовало повышению урожая ИП максимально до 18% в отдельные годы.

4. Прибавка урожайности подсолнечника на фоне сочетания микробиологических препаратов при посевной и пожнивной обработках, %

| После уборки | БкКр | БэДк | ИтПл | МкАп | СтРн | СтФг | РсРт |
|--------------|-------------|------|------|------|------|------|------|
| | при посеве* | | | | | | |
| БкКр | 73 | 8 | 11 | 7 | 3 | 5 | 5 |
| СтРн | 8 | 12 | 8 | 14 | 11 | 13 | 8 |
| СтФг | 18 | 11 | 22 | 11 | 7 | 7 | 6 |
| РсРт | 7 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 12 |

*Внесение локально или предпосевная обработка семян.

В таблице 5 приведены данные по урожайности последующих культур в зависимости от применения препаратов. В связи с большим объемом необходимых наблюдений в этом длительном эксперименте полная схема вариантов была сокращена и с учетом предыдущих исследований. Учет проводился в мелкоделяночном полевом опыте, заложенном после уборки устойчивых сортов подсолнечника. Контроль обрабатывали вручную. Фитотоксическое последствие учитывали по снижению урожая к контролю.

5. Влияние биопрепаратов на урожай культур после устойчивых сортов подсолнечника, %

| Культура | БкКр | БэДк | ИтПл | МкАп | СтРн | СтФг | РсРт | |
|-------------|------------|------|------|------|------|------|------|----|
| | При посеве | | | | | | | |
| Оз. пшеница | <i>a</i> * | 9 | 8 | 11 | 7 | 5 | 16 | 5 |
| | <i>б</i> | 12 | 4 | 7 | 8 | 7 | 9 | 6 |
| | <i>в</i> | 5 | 7 | 12 | 11 | 14 | 17 | 15 |
| Оз. ячмень | <i>a</i> | 7 | 4 | 5 | 7 | 8 | 8 | 5 |
| | <i>б</i> | 14 | 12 | 11 | 15 | 16 | 17 | 14 |
| | <i>в</i> | 8 | 4 | 7 | 12 | 10 | 16 | 10 |
| Оз. горох | <i>a</i> | 12 | 13 | 14 | 11 | 9 | 14 | 9 |
| | <i>б</i> | 14 | 13 | 11 | 12 | 12 | 14 | 11 |
| | <i>в</i> | 6 | 7 | 9 | 11 | 11 | 15 | 11 |

*Препараты- деструкторы на предшественнике (подсолнечнике); а- БкКр; б- СтФг; в- РсРт.

Внесение биопрепаратов показало, что осенняя обработка пожнивных остатков предшественника при достаточном увлажнении увеличивает разложение в среднем на 12%. Таким образом, интенсивность разложения растительных остатков пшеницы под влиянием обработок была более интенсивной и полной. Внесение микробиологических препаратов с посевом незначительно повлияло на разложение прошлогодних растительных остатков, которые не были обработаны, однако на фоне обработанных вариантов инокуляция семян дала ускорение разложения. Так же инокуляция семян при посеве уменьшила разницу между вариантами без обработки. В целом гербициды отрицательно влияли на темпы деструкции, а микробиологические препараты практически полностью сокращали эту разницу по отношению к контролю.

При изучении влияния обработок биопрепаратами в вариантах с прошлогодними обработками показано, что они существенно улучшают разложение Ро. Таким образом, четко продемонстрирована следующая тенденция – вне зависимости от пестицида и предшествующей культуры разложение пожнивных остатков подсолнечника к концу вегетационного сезона находилось практически на одинаковом уровне с тенденциями к уменьшению на фоне предшественника – кукурузы и использования обычного подсолнечника в процессе выращивания. Обработка семян при посеве увеличивала разло-

жение растительных остатков, особенно в вариантах с гербицидными обработками. Самой высокой активностью обладали варианты по обработке растительных остатков пшеницы с инокуляцией и пожнивными (подсолнечник) обработками следующего года. Прибавка в этом случае составляет до 7 ц/га и приводит к повышению разложению остатков подсолнечника до 42% в текущем году, по сравнению с 25% на необработанных участках.

Заключение. Исследования показали возможность влияния на эффект «затухания» активности микробиологических препаратов, причем эффект в вариантах с использованием гербицидов оказался выше, чем в вариантах с ручной прополкой обоих типов подсолнечника. Все препараты продемонстрировали синергетический эффект, который увеличивался, особенно при использовании препаратов на основе триходерм. Препараты, имеющие в своем составе не один комплекс микроорганизмов, были в целом более эффективными.

Экспериментально доказана принципиальная возможность снижения порога ограничений высева культур – на примере ячменя и гороха, а также повышения урожая всех последующих культур за счет применения биопрепаратов. Вопрос вклада в данный эффект остаточной токсичности имидазолинонов остается открытым и требует дальнейшего изучения. Так же перспективно для изучения синергизма при сочетании препаратов инокулянтов и деструкторов: по разным культурам-предшественникам эффект разложения для одинаковых сочетаний препаратов сильно различался.

Литература

1. Влияние ассоциативных микроорганизмов на рост и устойчивость растений к ксенобиотикам и фитопатогенам / С. В. Пиголева, Н. С. Захарченко, О. В. Фурс [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2020. – Т. 56. – № 4. – С. 390-400.
2. Влияние биопрепаратов на разложение растительных остатков сельскохозяйственных культур в черноземе типичном / Н. П. Масю-

тенко, Т. И. Панкова, А. В. Кузнецов [и др.] // Юг России: экология, развитие. – 2021. – Т. 16. – № 2(59). – С. 108-118.

3. Влияние лабораторных образцов биопрепаратов и их смесей с органоминеральными удобрениями на рост и развитие растений озимой пшеницы и подсолнечника / А. М. Асатурова, Н. А. Жевнова, А. А. Цыгичко [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – Т. 20. – № 6. – С. 602-612.

4. Восстановление свойств почв в технологии прямого посева / В. К. Дридригер, А. Л. Иванов, В. П. Белобров, О. В. Кутовая // Почвоведение. – 2020. – № 9. – С. 1111-1120.

5. Дедов А.А., Дедов А.В., Несмеянова М.А. Динамика разложения растительных остатков в черноземе типичном и продуктивность культур севооборота // Агрохимия. – 2016. – № 6. – С. 3-8.

6. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.

7. Изучение чувствительности сельскохозяйственных культур к почвенным остаткам гербицидов Пивот, Фабиан, Лазурит и Пропонит / В. Н. Мороховец, З. В. Басай, Т. В. Мороховец, Т. В. Штерболова // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2019. – № 3(205). – С. 73-78.

8. Последствие гербицидов и динамика их разложения в различных агроландшафтах / Ю. Я. Спиридонов, Н. И. Будынкoв, Н. И. Стрижков [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 4. – С. 27-31.

9. Реакция почвенной микробиоты на действие пестицидов (обзор) / Л. И. Домрачева, Т. Я. Ашихмина, Л. В. Кондакова, Г. И. Березин // Теоретическая и прикладная экология. – 2012. – № 3. – С. 4-18.

10. Русакова, И. В. Эффективность микробных деструкторов послеуборочных остатков в лабораторных и полевых экспериментах / И. В. Русакова // Владимирский земледелец. – 2021. – № 2(96). – С. 34-40.

11. Спиридонов Ю.Я., Спиридонова И.Ю. Некоторые экологические проблемы с применением гербицидов системы «Clearfield-ЕвроЛайтнинг, ВРК» // Современные проблемы гербологии и оздоровления почв. ВНИИФ, 2016. – С. 167-178.

12. Сравнительная оценка последствия препаратов Горгон, ВРК, Ланселот, ВДГ и Магnum, ВДГ на горохе посевном (*Pisum sativum*) в вегетационном опыте / М. В. Колупаев, А. Г. Львов, Л. М. Нестерова [и др.] // Агрохимия. – 2019. – № 5. – С. 48-55.

13. Тарасов, С. А. Повышение эффективности микробной утилизации послеуборочных растительных остатков / С. А. Тарасов, А. А. Тарасов // Инновационная деятельность науки и образования в агропромышленном производстве: Мат. конф.– Курск, 2019. – С. 235-240.

14. Тишков, Н. М. Надземные растительные остатки подсолнечника – источник пополнения органическим веществом и элементами питания чернозёма типичного / Н. М. Тишков, А. Н. Назарько // Масличные культуры. – 2015. – № 1(161). – С. 57-71.

THE EFFECT OF BIOLOGICAL AGENTS ON THE DECOMPOSITION OF SUNFLOWER PLANT RESIDUES

S.S. Ladan, Candidate of Biological Sciences, A.P. Baranov, D.N. Pryanishnikov Research Institute of Agrochemistry,
e-mail: lab.ecotox@vniia-pr.ru .

Some methods (tools and techniques) of solving the actual problem of the cultivation of the sunbed – accelerated destruction of post-harvest plant residues – have been investigated. Biological agents (growth regulators, biopesticides and microbiological fertilizers) have been studied as possible tools for managing the residual phytotoxicity of imidazolinones, their biological effectiveness and their place in cultivation technology have been evaluated. The validity of an integrated approach to the problem of destruction of plant residues in the crop rotation link, as well as the accumulating effect of the use of biological means, are shown. The first combinations of techniques and microbiological agents, their effect on the yield of subsequent crops were evaluated. It was found that the decomposition of sunflower resistant to imidazolinones occurs less intensively, and the effect of the use of microbiological destructors is higher.

Keywords: post-harvest plant residues, sunflower, microbiological fertilizers, destruction of crop residues, the method of nylon bags, resistance to imidazolinones.