

evaluate the appropriateness of using plant protection products depending on the level of plant infestation. Obviously, it is possible to predict potential damage before it occurs. It requires monitoring and identification of pests. The codling moth (*Cydia pomonella*) causes annual global losses exceeding \$62 billion. Spraying with azinphos-methyl is banned in the European Union, Turkey and the USA, prompting discussions about combating the pest with bio agents. Uncontrolled use of chemicals may lead to the extinction of some beneficial insects and disrupt food chains in orchards. An alternative to chemical methods could be the use of biological garden protection systems. A promising method for combating the codling moth involves the use of granulosis virus as a bio agent, as these microorganisms do not negatively impact beneficial insects or the environment. Based on the study of the biological characteristics and harmfulness of the codling moth in southeastern Kazakhstan, optimal timings for protective measures have been identified. Research has demonstrated the high biological effectiveness of a new product, Vairosoft MS CR 4SC, in combating the codling moth (*Cydia pomonella*)/

Key words: apple tree, codling moth, granulosis virus, biological protection, entomophages, pheromone traps, monitoring, bio agents.

МРНТИ 68.03.07

DOI <https://doi.org/10.37884/2-2025/28>

И.Н. Булгакова, И.В. Рукавицина, О.В. Нелис, В.В. Заболотских*

*ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»,
п. Научный, Республика Казахстан, bulgakova.6262@mail.ru, irukavitsina@mail.ru*,
olyatkachenko95@mail.ru, zabolotskih_vladimir@mail.ru*

ВЛИЯНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР И СПОСОБОВ ИХ ЗАДЕЛКИ НА ТОКСИЧНОСТЬ И СУПРЕССИВНОСТЬ ПОЧВЫ

Аннотация

В статье рассмотрено влияние сидеральных смесей в условиях традиционной - плоскорезной и сидеральной системы подготовки парового предшественника на токсичность и супрессивность почвы.

Цель исследования – оценка влияния бобово-злаковой, злаково-масличной, бобово-масличной сидеральных смесей и способов их заделки на биологическую токсичность и супрессивные свойства чернозема южного карбонатного в условиях степной зоны Северного Казахстана.

Показано, что почва, отобранная на вариантах традиционной технологии подготовки пара и сидеральных смесей при разных способах их заделки, не оказывала токсического воздействия на развитие проростков пшеницы на протяжении всего вегетационного периода. Фитотоксического действия по отношению к первичным корешкам и росткам пшеницы не наблюдалось. На всех изучаемых вариантах этот показатель составлял менее 20%.

Состав сидеральных смесей и способы их заделки оказали непосредственное влияние на супрессивную активность почвы. Развитие грибов *F. equiseti* (1/3) и *F. roae* (302/1) до 67% подавляла почва, отобранная под посевами злаково-масличной (овес+горчица) смеси при подкашивании. Бобово-злаковая смесь (горох+овес) при поверхностном подкашивании с щелеванием снижала активность *F. equiseti* (1/3) на 22%, а злаково-масличная (овёс+горчица) подавляла рост *F. roae* до 31% и *F. equiseti* (1/3) - до 41%.

Ключевые слова: черноземы южные карбонатные; фитотоксичность; супрессивность; фитопатогены; сидеральные смеси; технологии подготовки пара

Введение

В условиях интенсификации земледелия и активного использования агрохимикатов возрастает риск ухудшения экологического состояния почв. В настоящее время особенно актуальна проблема почвоутомления, когда почва теряет свою способность поддерживать высокие урожаи без применения дополнительных мер защиты, таких как возделывание устойчивых сортов, применение севооборотов, биологических препаратов [1]. Основные причины почвоутомления: истощение почвы и ухудшение ее физической структуры; нарушение агротехнологий; накопление фототоксичных веществ; подавление полезной микрофлоры; развитие и распространение специфических бактериальных, грибковых патогенов и вирусов [2]. В особенности, накопление в почве таких фитопатогенов, как *Bipolaris* и *Fusarium*, возбудителей гельминтоспориозных и фузариозных корневых гнилей. Эти грибы представляют серьезную проблему и существенно влияют на урожайность и качество сельскохозяйственных культур [3,4], в частности зерновых, где потери могут достигать от 10 до 30%. Их вредоносность проявляется в нарушении нормального функционирования корневой системы, что впоследствии ухудшает питание растений и снижает их устойчивость к стрессовым факторам.

В связи с этим важен поиск новых агротехнических решений, для выращивания сельскохозяйственных культур, направленных на поддержание и восстановление биоразнообразия микробных сообществ, использование многолетних трав в качестве органических удобрений, севооборотов и других методов устойчивого земледелия, повышающих плодородие почвы, ее супрессивные свойства и обеспечивающие снижение фитотоксического воздействия [5-8].

Один из доступных, но в настоящее время мало используемых приемов эффективного повышения плодородия почвы является сидерация [9]. Процесс сидерации – многофакторный агротехнический прием, оказывающий благоприятное воздействие на почву, ее продуктивность и качество возделываемых культур, так и на окружающую среду в целом [10]. Благодаря сидерации увеличивается запас органических веществ, улучшаются физические свойства почвы и происходит обогащение ее азотом [11]. При заделке высоких урожаев зеленой массы сидератов (35-40 т/га) в почву попадает 150-200 кг азота, что равноценно 30-40 т навоза [12]. Сидеральные культуры способствуют и активизации почвенной микробиоты, снижению уровня токсических соединений и повышению способности почвы к подавлению фитопатогенов, что в конечном итоге влияет на ее супрессивные свойства. Наибольший потенциал в этом направлении имеют сидеральные смеси различного состава, с включением бобовых, злаковых и масличных культур, обладающих разной скоростью минерализации и биологическим воздействием. Способ заделки сидератов имеет также немаловажное значение, поскольку именно он определяет характер разложения растительных остатков и, как следствие, динамику формирования почвенной микробиоты и изменения токсичности почвы.

Ввиду вышеизложенного, следует отметить, что вопросы влияния сидеральных смесей и способов их заделки на супрессивные свойства почвы и ее биологическую токсичность изучены еще недостаточно, а в условиях степной зоны Северного Казахстана такие исследования проводятся впервые.

Целью исследований оценить влияние сидеральных смесей (бобово-злаковой, злаково-масличной, бобово-масличной) и способов их заделки (дискование, подкашивание + щелевание, подкашивание) на биологическую токсичность и супрессивные свойства чернозема южного карбонатного в условиях степной зоны Северного Казахстана.

Методы и материалы

Исследования проводились в 2023-2024 годах на многолетних полевых стационарах лаборатории биологического земледелия ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева».

Объекты исследований - чернозем южный карбонатный, сидеральные смеси, яровая пшеница, почвенные грибы.

Почвы зоны исследований представлены черноземами южными карбонатными тяжелосуглинистого механического состава с содержанием гумуса 3-4%. Гумусовый горизонт составляет в среднем 50 см. Почвы характеризуются высоким содержанием карбонатов – до 5

%. Содержание азота и фосфора в почве составляет 0,3 и 0,1 % соответственно. Кислотность почвы (рН) на уровне 7,6-7,9, что относится к слабощелочной реакции среды. В почвенно-поглощающем комплексе преобладает кальций (до 80 %) и магний (11 %), что говорит о высоком содержании этих элементов (по данным Аналитического центра качества почвы и растениеводческой продукции ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева»). Почвы зоны исследований характеризуются непромывным водным режимом, глубина залегания грунтовых вод ниже 10 м. Влагообеспеченность почвы полностью зависит от уровня атмосферных осадков, содержание продуктивной влаги к посеву обычно не превышает 80-110 мм, к осени содержание почвенной влаги в корнеобитаемом слое снижается до влажности завядания растений. Значительные сезонные колебания влажности почвы и её карбонатность обуславливают степень уплотнения пахотного слоя, которая в течение сезона может изменяться от 1,05 до 1,3 г/см³.

Почвенный микробоценоз представлен различными эколого-трофическими группами: амиллолитическими бактериями, иммобилизаторами, фосфатмобилизующими, автохтонными олиготрофами, олигокарбофилами, нитрифицирующими бактериями, целлюлозолитическими и педотрофными микроорганизмами, грибами, численность и видовой состав которых изменяется в течение вегетации и зависит от многих факторов. В структуре грибного комплекса, сформированного под посевами сидеральных смесей, преобладают виды рода *Penicillium spp.*, *Trichoderma spp.*, *Aspergillus spp.*, *Mucor*. Существенным компонентом микробоценоза являются грибы рода *Fusarium spp.*

Для исследований были выбраны бобово-злаковая, бобово-масличная и злаково-масличная сидеральные смеси, которые оказывают существенное влияние на структуру почвы и её биологические свойства. Каждая из этих смесей сочетает растения с различной ролью в почвенных процессах: бобово-злаковая смесь (горох + овес) положительно влияет на азотный режим почвы, поскольку бобовые культуры способны фиксировать атмосферный азот, который становится доступным для других растений; бобово-масличная (горох + горчица) - играет роль в улучшении азотного баланса, а горчица может дополнительно стимулировать активность микроорганизмов, особенно бактерий и грибов; злаково-масличная (овес+горчица) - способствует улучшению структуры почвы и повышению содержания органического вещества за счет разложения растительных остатков.

Изучение влияния биологизированных технологий подготовки пара и элементов сидерации на биологическую токсичность и супрессивность почвы проводились в развернутом двухфакторном опыте: фактор А – сидеральная смесь; фактор В – способ заделки, согласно представленной схеме (рисунок 1).

Посев сидеральных смесей осуществлялся сеялками ВСКП-2,1 вариаторного типа с культиваторными рабочими органами. Перед посевом семена бобовых, злаковых и масличных культур были обработаны биопрепаратами. Заделка сидеральных смесей по фактору В1 осуществлялась дисковым орудием «Catros», на глубину 4-6 см; подкашивание в вариантах по фактору В2 и В3 производилось навесной роторной косилкой КРН-2,1 с равномерным распределением биомассы; осенью в вариантах по фактору В2 проводилось щелевание орудием ЩР-4,5 на глубину 25-27 см. Заделка и подкашивание сидератов проводилась в фазу трубкования овса и фазу бутонизации-цветения гороха и горчицы.

Полевые опыты развернуты во времени и в пространстве в 3-х кратной повторности.

Отбор почвенных образцов проводили в слое 0-20 см в динамике: до посева, в фазу полных всходов, перед заделкой сидератов и после заделки сидеральных смесей.

Биологическую токсичность почвы устанавливали методом фитотестирования субстрата, который учитывает уровень всхожести (%), отражающий процент всхожих семян и длину зародышевых корней (%). **В качестве контроля использовали вермикулит (природный минерал, не содержащий токсинов и тяжелых металлов) и почву целинного участка (эталон), расположенного в Акмолинской области, Шортандинского района (N 51°34.563'; E 071°15.795'), которая не вовлекалась в сельскохозяйственный оборот и сохранила свою естественную растительность. Тест-объектом служили семена яровой мягкой**

пшеницы (*Triticum aestivum*) сорта Шортандинская 2012. Выбор данной культуры обоснован тем, что пшеница является наиболее чувствительной среди злаковых культур, что позволяет выявить даже малые изменения в почве, вызванные токсическими веществами.



Рисунок 1 – Схема вариантов опыта

- A1,B1 – бобово-злаковая смесь (60% / 40%) с заделкой дисковым орудием;
- A1,B2 – бобово-злаковая смесь (60% / 40%) с подкашиванием и осенним щелеванием;
- A1,B3 – бобово-злаковая смесь (60% / 40%) с подкашиванием без заделки;
- A2,B1 – злаково-масличная смесь (50% / 50%) с заделкой дисковым орудием;
- A2,B2 – злаково-масличная смесь (50% / 50%) с подкашиванием и осенним щелеванием;
- A2,B3 – злаково-масличная смесь (50% / 50%) с подкашиванием без заделки;
- A3,B1 – бобово-масличная смесь (60% / 40%) с заделкой дисковым орудием;
- A3,B2 – бобово-масличная смесь (60% / 40%) с подкашиванием и осенним щелеванием;
- A3,B3 – бобово-масличная смесь (60% / 40%) с подкашиванием без заделки.

Для исследований отбирали 100 г почвы, помещали в чашки Петри и увлажняли стерильной водопроводной водой. На поверхность почвы раскладывали семена пшеницы по 25 штук в каждую чашку и покрывали небольшим слоем почвы. Повторность опыта трехкратная. Засеянные чашки Петри с семенами пшеницы культивировали в лабораторных условиях при постоянной температуре 25,0°C и влажности 70%. Энергию роста определяли на третьи сутки, всхожесть (%) - на седьмые, по количеству нормально проросших семян пшеницы, выраженное в процентах к пробе, взятой для анализа. К нормально проросшим относили семена, имеющие корешок не менее длины семени и росток не менее половины длины семени. Также учитывали длину зародышевых корешков (см) и ростков (см), по сравнению с контролем, как наиболее информативные показатели при определении степени фитотоксичности почвы.

По результатам тестирования проводили расчет по формуле:

$$\Phi = (\Phi_k - \Phi_o) * 100 / \Phi_k,$$

где, Φ_k – среднее значение регистрируемого показателя в контроле, Φ_o – среднее значение регистрируемого показателя в опыте. Оценка фитотоксичности согласно градации [14]: **менее 20%** – фитотоксичность не проявляется (почва не оказывает негативного воздействия на рост растений и соответствуют нормальным условиям); **20–40%** – слабая фитотоксичность (при таком уровне токсичности растения могут показывать небольшие отклонения от нормального роста, однако влияние загрязняющих веществ на развитие растений минимально); **40–60%** – средняя фитотоксичность (наблюдаются более заметные нарушения в росте и развитии растений, что может затруднить нормальное функционирование растений и их устойчивость к стрессам); **более 60%** – сильная фитотоксичность (растения испытывают значительные трудности в росте и развитии, что может привести к существенному снижению урожайности и ухудшению их качества). Используя эту шкалу, можно более точно оценить степень загрязнения почвы и её влияние на сельскохозяйственные культуры, что позволяет принять соответствующие меры для улучшения состояния почвы и защиты растений [15].

Супрессивные свойства почвы оценивали по ограничению роста грибов *Fusarium equiseti* (1/3) и *Fusarium poae* (302/1) [16], выделенных из черноземов южных карбонатных. Грибы *Fusarium*, известны своими патогенными свойствами и могут быть индикаторами здоровья почвы. Для исследований 10 г анализируемой почвы вносили в чашку Петри и заливали голодным агаром. Состав среды: ага-агар -10 г, вода – 1000 мл, стерилизация при 121,0°C в течение 20 минут. После застывания на поверхность агара переносили 10 одинаковых блоков диаметром 3–4 мм, вырезанных стерильным пробочным сверлом №1 из 10–14 суточной чистой культуры грибов *Fusarium*. Контролем служила среда (голодный агар) без почвы. Чашки с блоками помещали в термостат ТС-1/80 СПУ и инкубировали при температуре 25,0°C. Измерения радиального роста развивающихся из блоков колоний грибов проводили на 7 сутки. Данный показатель свидетельствует о степени развития грибов в условиях почвы (чем меньше радиус роста, тем более супрессивной является почва). Отсутствие признаков роста культуры тест-объекта в блоках свидетельствует о том, насколько эффективно почва подавляет рост грибов и соответственно указывает на высокую супрессивность почвы.

Показатель супрессивности определяли по формуле:

$$C = ((N_1 + (N_2 \times \frac{d}{D}) \times 100) / N$$

где, C – супрессивность почвы, %; N_1 – число блоков без признаков роста тест-объекта; N_2 – число блоков тест-объекта с развивающимися колониями; d – средний диаметр колоний тест-объекта, см; D – средний диаметр контрольных колоний, см; N – общее число блоков тест-объекта в опыте; 100 – коэффициент пересчета в %.

Для оценки уровня супрессивности почвы использовали шкалу, которая позволяет количественно измерить её способность подавлять рост фитопатогенов: **100%** – почва полностью подавляет рост тестового фитопатогена, то есть все блоки культуры гриба не показывают признаков роста (почва обладает высокой супрессивностью, препятствует развитию патогенов), **0%** – почва не оказывает никакого подавляющего эффекта на развитие фитопатогенов (низкая супрессивность или ее полное отсутствие). Данная шкала помогает точно определить, насколько почва способна контролировать развитие фитопатогенов, и используется для диагностики здоровья почвы в аграрных и экологических исследованиях [17]. **Значение супрессивности может быть также отрицательным**, если почва характеризуется **кондуктивностью**, то есть способствует размножению и выживанию тестового фитопатогена. Это указывает на то, что почва не только не ограничивает развитие патогенов, но и создает условия, способствующие их распространению и устойчивости, это в свою очередь является показателем негативного влияния почвы на здоровье растений.

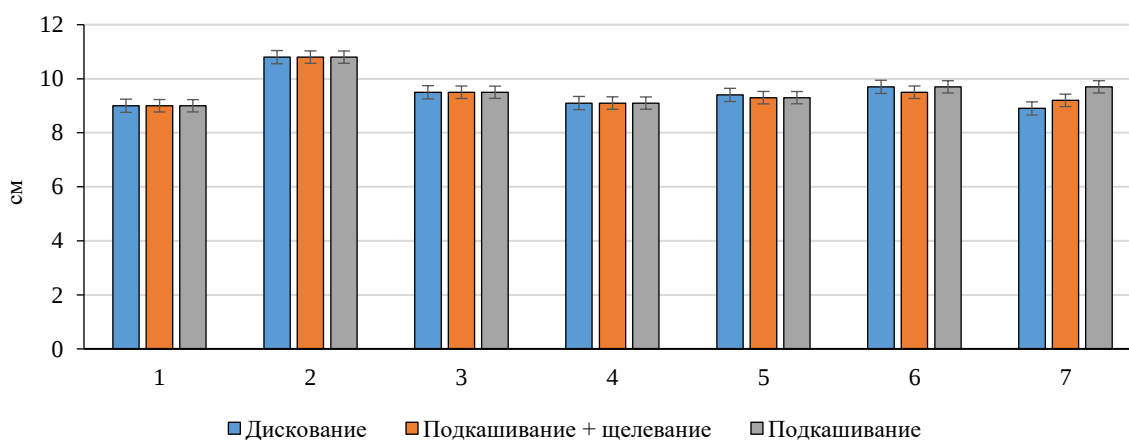
Экспериментальные данные подвергались математической обработке с использованием пакета прикладного программного обеспечения «SNEDECOR», а также методом

дисперсионного анализа с использованием пакета программ Excel. Графическое оформление результатов проводили в программе Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

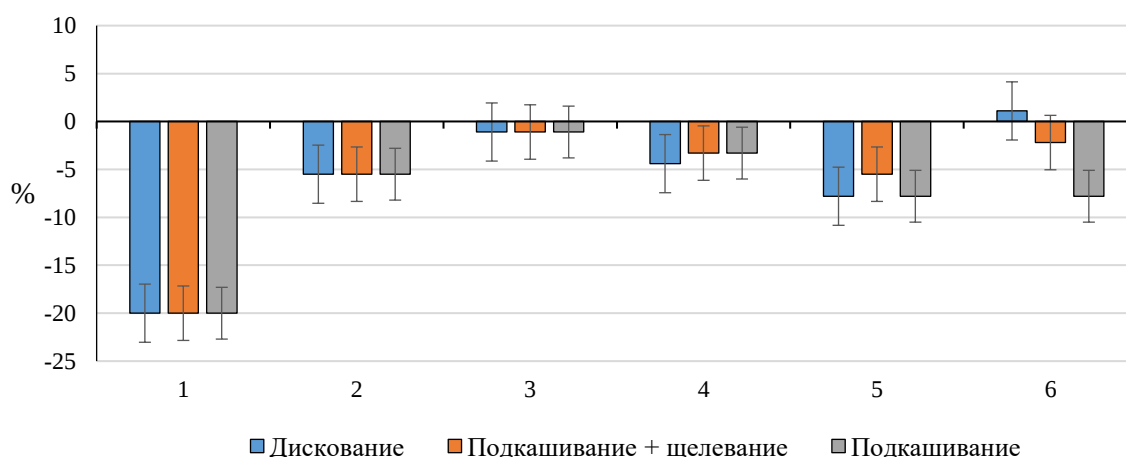
Биологическая токсичность почвы. В результате проведенных исследований установлено, что способы заделки сидеральных смесей не оказали существенного влияния на фитотоксичность почвы.

При оценке длины первичных корешков пшеницы по всем изучаемым вариантам статистических различий не наблюдалось. Все показатели находились на уровне контроля (9,0 см) и были в пределах одного порядка. В среднем длина первичных корешков варьировала от 8,9 см на варианте горох+горчица при дисковании до 9,7 см на варианте овес+горчица при дисковании и подкашивании и горох+горчица при подкашивании (рисунок 2). Фитотоксического действия по отношению к первичным корешкам пшеницы не наблюдалось. В среднем, за вегетацию этот показатель составлял менее 20%, что свидетельствует об отсутствии негативного воздействия почвы на рост растений [15] (рисунок 3).



1 - вермикулит, 2 - целина, 3 - пар традиционный, 4 - пар химический, 5 - горох+овес, 6 - овес+горчица, 7 - горох+горчица

Рисунок 2 – Проявление фитотоксических свойств почвы по отношению к длине корешков (среднее за вегетацию)



1 - целина, 2 - пар традиционный, 3 - пар химический, 4 - горох+овес, 5 - овес+горчица, 6 - горох+горчица

Рисунок 3 - Проявление фитотоксичности (%) по отношению к корешкам пшеницы

Длина ростков пшеницы в зависимости от сидеральных смесей и способов их заделки изменялась также незначительно. На варианте смеси гороха с овсом она колебалась от 8,5-8,8 см, гороха совместно с горчицей – от 8,6 до 9,6 см и овса с горчицей от 9,3 до 9,6 см (рисунок 4). На контроле этот показатель достигал 10,6 см. Длина ростков на вариантах по традиционному и химическому пару составляла 8,7 и 9,9 см соответственно. Наблюдалась тенденция увеличения длины ростков пшеницы на вариантах сидеральных смесей при подкашивании, но этот показатель не был значимым. За вегетационный период показатель фитотоксичности почвы по отношению к росткам пшеницы на всех вариантах в среднем был также меньше 20%, что свидетельствует об отсутствии ее фитотоксичности (рисунок 5).

Наблюдалась некоторая динамика усиления фитотоксичности почвы по отношению к длине ростков и корешков в период с мая по сентябрь, когда происходило разложение органических остатков (после заделки сидератов). Это может быть связано с образованием различных химических веществ, например уксусной и коричной кислоты, фенолов, токсичных для растений [18].

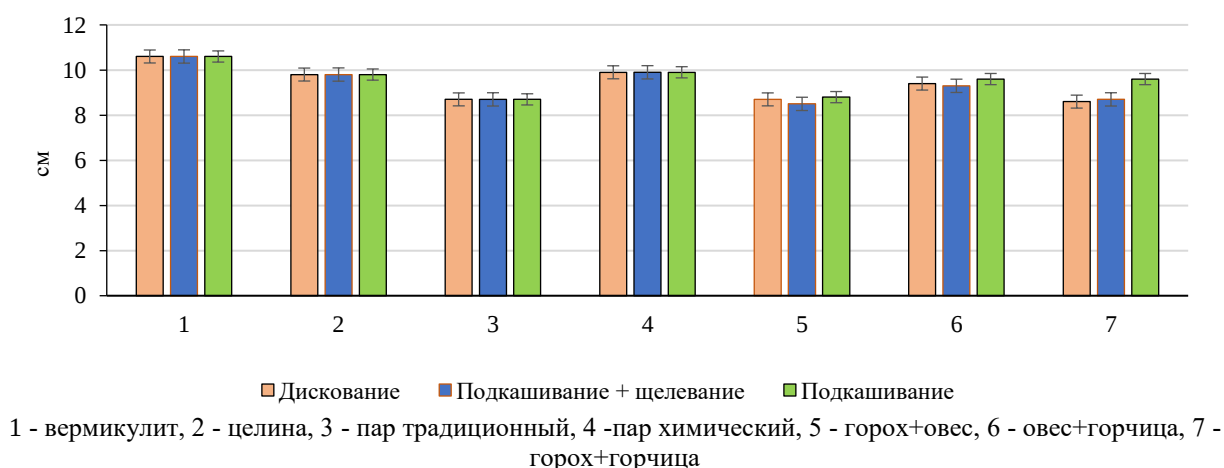


Рисунок 4 – Проявление фитотоксических свойств почвы по отношению к длине ростков (среднее за вегетацию)

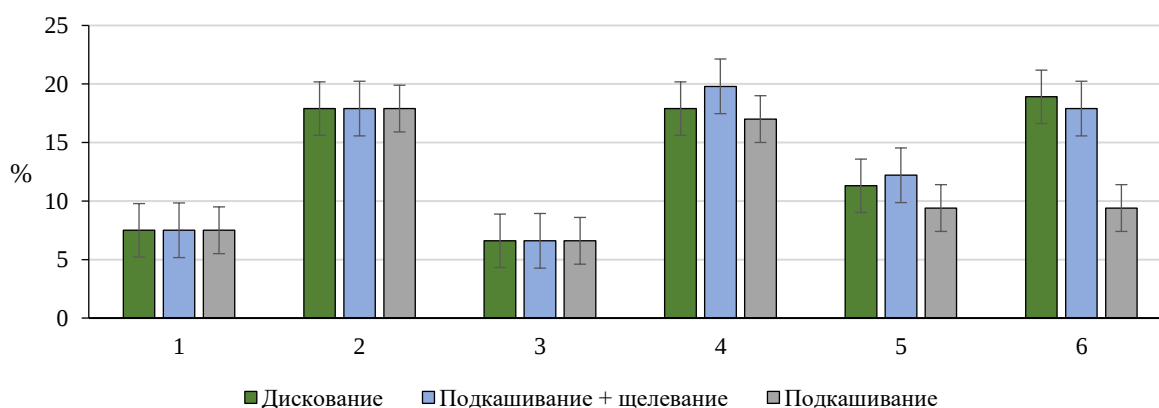


Рисунок 5 - Проявление фитотоксичности (%) по отношению к росткам пшеницы (среднее за вегетацию)

Таким образом, все исследуемые образцы почвы, отобранные по бобово-злаковой, злаково-масличной и бобово-масличной сидеральной смеси с учетом способов их заделки имели слабую степень токсичности по отношению к проросткам пшеницы. Ингибирование роста и развития проростков пшеницы не наблюдалось на протяжении всего вегетационного периода. В среднем показатель токсичности на всех вариантах оказался менее 20%, что указывает на отсутствие фитотоксических свойств почвы. Кроме того, **стимулирующее**

действие (повышение роста более чем на 30%) может также являться признаком токсичности почвы. Определенные элементы, такие как азот, фосфор или даже органические вещества, могут способствовать интенсивному росту корней и проростков. Несмотря на стимулирующее начало, в дальнейшем эти вещества, за счет чрезмерного накопления в тканях растений, могут способствовать их **ослаблению**, снижению урожайности и даже гибели. Поэтому важно учитывать, что токсичные вещества, повышающие рост растений в начале вегетации, могут оказывать разрушительное воздействие в более поздние фазы [19,20, 21].

Супрессивная активность почвы. Важным методом для определения способности почвы ограничивать развитие фитопатогенов и поддерживать здоровье сельскохозяйственных культур является оценка ее супрессивной активности.

Изучаемые сидеральные смеси и способы их заделки оказывали неодинаковое влияние на супрессивную активность почвы. Установлено, что по отношению к грибам *F. equiseti* (1/3) и *F. roae* (302/1) этот показатель колебался от 1% до 100%. При заделке бобово-масличной смеси (горох+горчица) дисковым орудием отмечалось интенсивное подавление гриба *F. equiseti* (1/3), которое составляло 51% (рисунок 6). Несколько меньшее подавление *F. equiseti* (1/3) отмечалось на варианте со злаково-масличной (овес+горчица) – 21% и бобово-злаковой (горох+овес) – 14% сидеральными смесями. Ингибирование роста *F. roae* (302/1) наблюдалось на варианте с бобово-масличной смесью (горох+горчица) до 90%. Менее супрессивной оказалась почва на вариантах с бобово-злаковой и злаково-масличной сидеральными смесями и составляла 1% и 16% соответственно.

Супрессивный эффект по отношению к *F. equiseti* (1/3) проявляла почва, отобранная на вариантах сидеральных смесей: бобово-злаковой (22%) и злаково-масличной (41%) при поверхностном подкашивании и щелевании.

Полному ограничению роста *F. roae* (302/1) способствовала бобово-масличная и бобово-злаковая смеси - 100% и 63% соответственно. Увеличение показателя супрессивности почвы свидетельствует о том, что фитопатогенные грибы не способны к размножению и выживанию в данных почвенных условиях. Злаково-масличная смесь с включением овса и горчицы незначительно подавляла рост этого патогена (31%).

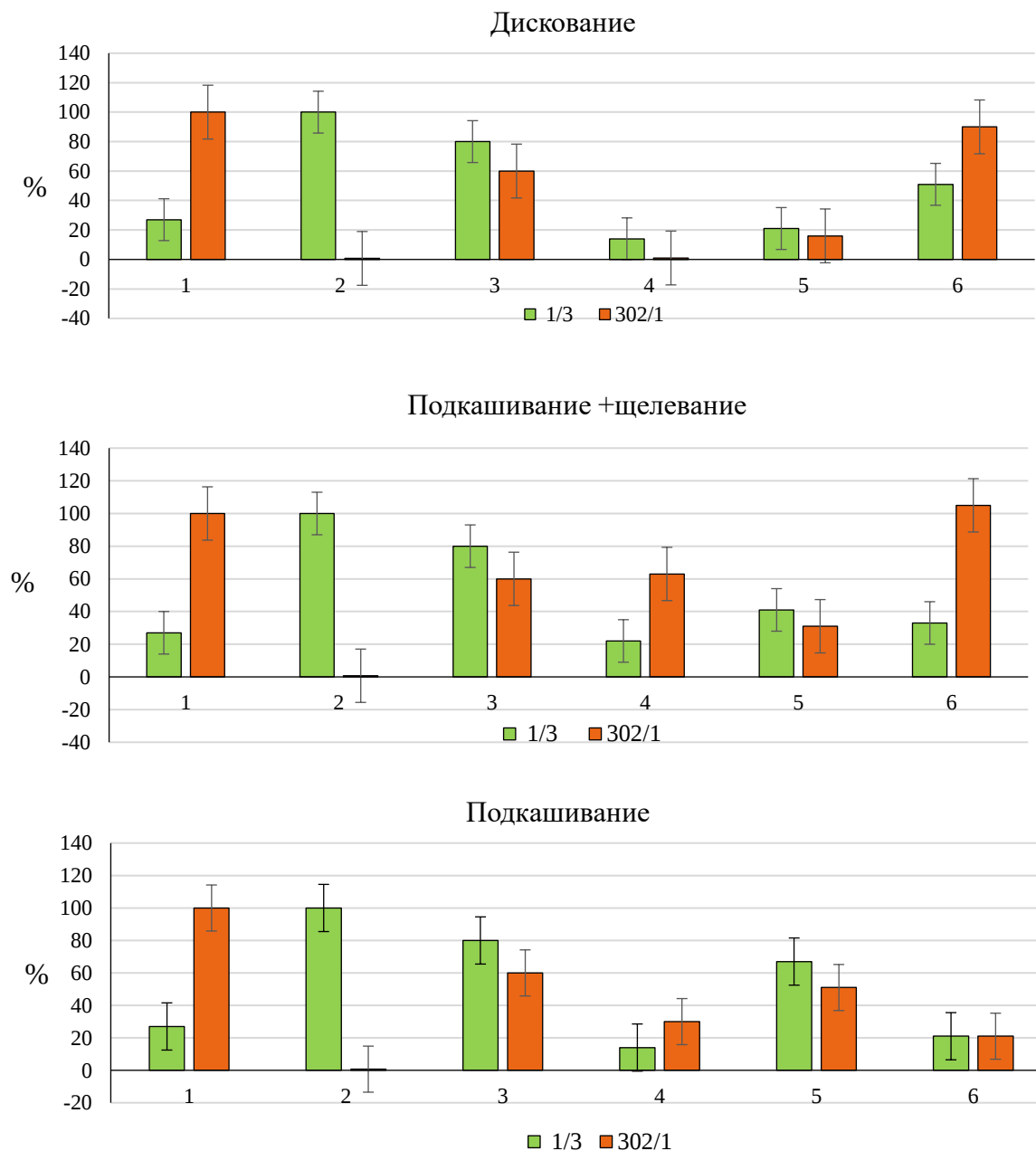
На вариантах с подкашиванием супрессивность почвы также изменялась в зависимости от применяемых сидеральных смесей по отношению к изучаемым грибам. Почва, отобранная под посевами злаково-масличной (овес+горчица) смеси, подавляла грибок *F. equiseti* (1/3) - 67%. Слабая супрессивность отмечалась на вариантах с посевами бобово-злаковой и бобовой-масличной смесями (14% и 21% соответственно).

Аналогичная картина наблюдалась и по отношению к *F. roae* (302/1). Почва, отобранная в посевах со злаково-масличной сидеральной смесью, оказалась более супрессивной и активно подавляла рост гриба (51%), слабее - с бобово-масличной (21%) и бобово-злаковой (30%). Снижение супрессивных свойств почвы способствует увеличению риска развития грибных болезней последующих культур ввиду отсутствия способности почвы к подавлению фитопатогенов. Наглядное проявление супрессивных свойств почвы на примере варианта с подкашиванием+ щелеванием представлено на рисунке 7.

При оценке почвы, отобранной по вариантам традиционного и химического пара, наблюдался неоднозначный супрессивный эффект по отношению к исследуемым грибам. На варианте традиционного плоскорезного пара почва обладала выраженной супрессивной активностью по отношению к *F. equiseti* (1/3) и составляла 80%-100%. Однако, по отношению к *F. roae* (302/1) эта активность проявлялась слабее. Вероятно, *F. roae* оказался более устойчив к воздействию почвенной микробиоты, благодаря своим эколого-биологическим свойствам.

Почва целины, выбранная в качестве эталона, обладала максимальной супрессивной активностью (показатель 100%), то есть она полностью подавляла развитие фитопатогенов. Это объясняется относительно нетронутым состоянием целинной почвы и богатым микробиологическим составом, а также оптимальными условиями для развития полезных микроорганизмов. В то время как почва, подвергшаяся дискованию на варианте с бобово-

злаковой смесью, показала гораздо меньшую способность к ингибированию фитопатогенных грибов.



1 - целина, 2 - пар традиционный, 3 - пар химический, 4 - бобово-злаковая смесь (горох+ овес), 5- злаково-масличная смесь (овес+горчица), 6 - бобово-масличная смесь (горох+ горчица)

Рисунок 6 – Супрессивные свойства почвы по отношению к грибам *F. equiseti* (1/3) и *F. poae* (302/1)

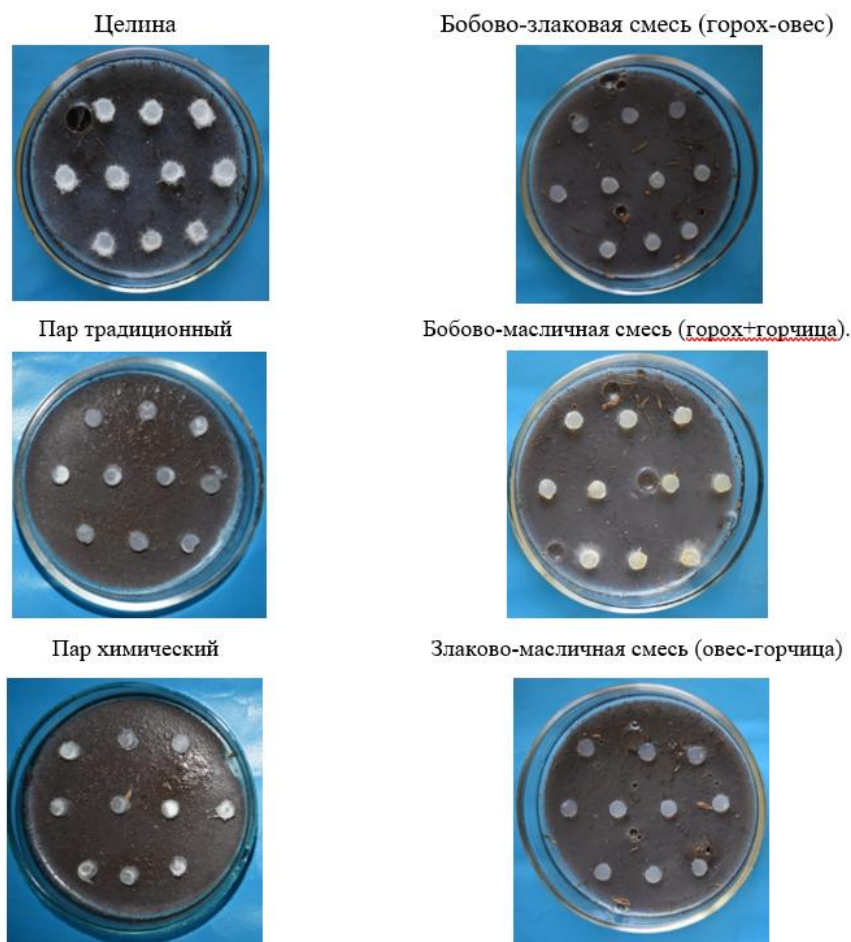


Рисунок 7 – Супрессивная активность почвы на варианте подкашивание+ щелевание по отношению к *F. poae* (302/1)

Почва, на вариантах с подкашиванием и щелеванием, способствовала подавлению фитопатогенов, что вероятно обусловлено улучшением ее микробиологических свойств. Рост супрессивности почвы связан с повышением ее гетеротрофной активности, за счет увеличения численности микроорганизмов, использующих для питания органические вещества, и особенно **олиготрофных бактерий и актиномицетов**, ингибирующих рост фитопатогенов.

Количественные показатели супрессивной активности почвы дают представление о способности почвы противостоять болезням и фитопатогенам и могут быть полезны для улучшения агротехники, выбора сельскохозяйственных культур и способов обработки почвы, с целью повышения её устойчивости к заболеваниям и поддержания здоровых агроэкосистем.

Выводы

Таким образом, независимо от сидеральных смесей (бобово-злаковой, злаково-масличной и бобово-масличной) и способов их заделки, почва имела слабую степень токсичности по отношению к проросткам пшеницы. Ингибирование роста и развития проростков не наблюдалось на протяжении всего вегетационного периода. Показатель токсичности на всех вариантах оказался менее 20%, что свидетельствует об отсутствии биологической токсичности почвы. Этот факт говорит о хорошем экологическом состоянии почвы и ее безусловной пригодности для возделывания различных сельскохозяйственных культур.

Бобово-масличная сидеральная смесь (горох+горчица) при ее заделке с помощью дискования, ограничивала рост фитопатогенов *F. equiseti* (1/3) и *F. poae* (302/1), что

подтверждает показатель супрессивности почвы 51% и 90% соответственно. Полное ограничение роста *F. roae* (302/1) наблюдалось на варианте подкашивание+щелевание в посевах с бобово-масличной и бобово-злаковой сидеральными смесями (100% и 63% соответственно). Почва под посевами злаково-масличной (овес+горчица) смеси при подкашивании способствовала подавлению *F. equiseti* (1/3) и *F. roae* (302/1) до 67%. Менее супрессивной по отношению к *F. roae* и *F. equiseti* оказалась почва под злаково-масличной (овес+горчица) и бобово-злаковой (горох+овес) смесью при дисковании (от 1% до 16% и от 14% до 21% соответственно). При выращивании бобово-злаковой смеси с поверхностным подкашиванием и щелеванием супрессивный эффект по отношению к *F. equiseti* (1/3) составлял 22%, а злаково-масличная смесь с включением овса и горчицы подавляла рост *F. roae* до 31%, а *F. equiseti* (1/3) до 41%. При отсутствии механической заделки сидератов в почву – поверхностном подкашивании, *F. equiseti* (1/3) и *F. roae* (302/1) подавлялись значительно слабее на вариантах с бобово-масличной (21%) и бобово-злаковой (30%) сидеральными смесями.

Благодарность. Исследования выполнены в рамках реализации программы BR22885719 «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана» при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан.

Список литературы

- 1 Торопова Е. Ю., Соколов М. С., Глинушкин А.П. Индукция супрессивности почвы-важнейший фактор лимитирования вредоносности корневых инфекций //Агрохимия. – 2016. – №. 8. – С. 44-55.
- 2 Mertens D., Boege K., Kessler A., Koricheva J., Thaler J.S., Whiteman N.K., Poelman E.H. Predictability of biotic stress structures plant defence evolution // Trends Ecol. Evol. – 2021. – 36 (5). – P. 444 - 456. doi: 10.1016/j.tree.2020.12.009
- 3 Smiley R.W., Gourelle J.A., Easley S.A., Patterson L.-M., Whittaker R.G. Crop damage estimates for crown rot of wheat and barley in the pacific Northwest // Plant Disease. – 2005. – 89(6). – P.595-604. <https://doi.org/10.1094/PD-89-0595>
- 4 Yu C., Liu, X., Zhang X., Zhang M., Gu Y., Ali Q., Mohamed M.S.R., Xu J., Shi J., Gao X., Wu H., Gu Q. Mycosubtilin Produced by *Bacillus subtilis* ATCC6633 inhibits growth and mycotoxin biosynthesis of *Fusarium graminearum* and *Fusarium verticillioides* //Toxins. – 2021. – 13 (11). – P. 791. <https://doi.org/10.3390/toxins13110791>
- 5 Трояновская Е. С. Оценка состояния почв городских территорий методом комплексного биотестирования / Е. С. Трояновская, О. В. Абросимова, Е. И. Тихомирова. - Текст: непосредственный // Теоретическая и прикладная экология. - 2011. - № 2. - С. 32-36.
- 6 Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Проблемы и перспективы биологического земледелия в управлении агроландшафтами // Проблемы и перспективы биологического земледелия: материалы международной научной конференции (п. Рассвет, 23-25 сентября 2014 г.). Ростов-на Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2014. С. 22-27.
- 7 Тулаев Ю.В., Тулкубаева С.А., Абуова А.Б., Сомова С.В., Бастаубаева Ш.О. Внедрение элементов органического земледелия в Костанайской области // «Ізденістер, нәтижелер – Исследование, результаты». – 2021. - № 3 (91). – С. 52-65. DOI: <https://doi.org/10.37884/3-2021/07>
- 8 Котяк П.А., Чебыкина Е.В., Воронин А.Н., Носкова Е.В. Изменение токсичности почвы под действием технологий возделывания культур//Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – № 8 (226). – 2023. – С.25-33.
- 9 Линкова С.А., Акинчина А.В., Закараева А.С., Фёдорова А.С. Влияние сидеральных культур и способов их заделки на микробиологическую активность почвы и урожайность

подсолнечника и кукурузы на зерно//Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 7. – С. 51-59.

10 Гребенюк К.В. Анализ эффективности применения сидератов по системе no-till для северного региона КАЗАХСТАНА// Научный Технический Вестник Технические системы в АПК. – 2021. -№2(10). - С.61-69

11 Аюпов З.З., Рыцева Н. Г. Продуктивность полевых севооборотов в зависимости от системы основной обработки почвы и удобрений // Достижения науки и техники АПК. - 2010. – № 2. – С. 10-12.

12 Сидеральные культуры - потенциал зеленых удобрений [Электронный ресурс] // AgriEcoMission. - URL: <https://agriecomission.com/base/sideralnye-kultury-potencial-zelenyh-udobrenii> (дата обращения: 30.05.2025).

13 Котьяк П.А., Чебыкина Е.В., Воронин А.Н., Носкова Е.В. Изменение токсичности почвы под действием технологий возделывания культур // Вестник АГАУ. – 2023. – №8 (226). – С. 25-33. DOI: 10.53083/1996-4277-2023-226-8-25-33

14 Azizan KA, Zamani AI, Ibrahim S, Yusoff N, Abdul Ghani NH, Nawawi MF. The dynamic linkage between phytotoxicity and metabolites in *Wedelia trilobata* soils //Weed Biol. Manag. – 2021. – V.21. – P.68-85. <https://doi.org/10.1111/wbm.12222>

15 Максимова Н.Б., Морковкин Г.Г., Лаврентьева А. Оценка токсичности и загрязненности почв методом фитоиндикации // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2003. – №2. – С. 106 -112.

16 Торопова Е.Ю., Кириченко А.А. Способ определения супрессивности почвы // Патент РФ № RU 2568913 C1 (опубликован 20.11.2015). – № 32.

17 Спиридонов Ю.Я., Соколов М.С., Глинушкин А.П., Каракотов С.Д., Коршунов А.В., Торопова Е.Ю., Сараев П.В., Семенов А.М., Семенов В.М., Никитин Н.В., Калинин В.П., Лысенко Ю.Н. Адаптивно-интегрированная защита растений. – М.: Печатный город, 2019. – 626 с.

18 Соколов М.С., Спиридонов Ю.Я., Глинушкин А.П., Торопова Е.Ю. Органическое удобрение - эффективный фактор оздоровления почвы и индуктор её супрессивности //Достижения науки и техники АПК. – 2018. –Т. 32. – № 1. – С. 4-12.

19 Зинченко М. К., Стоянова Л. Г. Влияние уровня антропогенной нагрузки на токсичность серой лесной почвы // Владимирский земледелец. – 2010. – № 4. – С. 26-27.

20 Коржов С. И., Маслов В. А., Орехова Е. С. Изменение микробиологической активности почвы при различных способах ее обработки // АГРО XXI. – 2009. – № 1-3. – С. 22-23.

21 Биотестирование как наиболее целесообразный метод определения интегральной токсичности почвы. – Текст: электронный. – URL: <https://www.newecologist.ru/ecologs-2490-1.html> (дата обращения: 28.03.2025).

References

1 Toropova E. Yu., Sokolov M. S., Glinushkin A.P. Indukciya supressivnosti pochvy-vazhnejshij faktor limitirovaniya vredonosnosti kornevyh infekcij //Agrohimiya. – 2016. – №. 8. – S. 44-55.

2 Mertens D., Boege K., Kessler A., Koricheva J., Thaler J.S., Whiteman N.K., Poelman E.H. Predictability of biotic stress structures plant defence evolution // Trends Ecol. Evol. – 2021. – 36 (5). – R. 444 - 456. doi: 10.1016/j.tree.2020.12.009

3 Smiley R.W., Gourlie J.A., Easley S.A., Patterson L.-M., Whittaker R.G. Crop damage estimates for crown rot of wheat and barley in the pacific Northwest // Plant Disease. – 2005. – 89(6). R.595-604. <https://doi.org/10.1094/PD-89-0595>

4 Yu C., Liu, X., Zhang X., Zhang M., Gu Y., Ali Q., Mohamed M.S.R., Xu J., Shi J., Gao X., Wu H., Gu Q. Mycosubtilin Produced by *Bacillus subtilis* ATCC6633 inhibits growth and mycotoxin biosynthesis of *Fusarium graminearum* and *Fusarium verticillioides* //Toxins. – 2021. – 13 (11). – R. 791. <https://doi.org/10.3390/toxins13110791>

5 Troyanovskaya E. S. Ocenka sostoyaniya pochv gorodskih territorij metodom kompleksnogo biotestirovaniya / E. S. Troyanovskaya, O. V. Abrosimova, E. I. Tihomirova. - Tekst: neposredstvennyj // Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya. - 2011. - № 2. - S. 32-36.

6 Trofimov I. A., Trofimova L. S., Yakovleva E. P. Problemy i perspektivy biologicheskogo zemledeliya v upravlenii agrolandshaftami // Problemy i perspektivy biologicheskogo zemledeliya: materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (p. Rassvet, 23-25 sentyabrya 2014 g.). Rostov-na Donu: Izd-vo Yuzhnogo federalnogo universiteta, 2014. S. 22-27.

7 Tulaev Yu.V., Tulkubaeva S.A., Abuova A.B., Somova S.V., Bastaubaeva Sh.O. Vnedrenie elementov organicheskogo zemledeliya v Kostanajskoj oblasti // «Изденістер, нәтижелер – Исследование, результаты». – 2021. - No 3 (91). – S. 52-65. DOI: <https://doi.org/10.37884/3-2021/07>

8 Kotyak P.A., Chebykina E.V., Voronin A.N., Noskova E.V. Izmenenie toksichnosti pochvy pod dejstviem tehnologij vozdeliyvaniya kultur // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – № 8 (226). – 2023. – S.25-33.

9 Linkova S.A., Akinchina A.V., Zakaraeva A.S., Fyodorova A.S. Vliyanie sideral'nykh kultur i sposobov ih zadelki na mikrobiologicheskuyu aktivnost pochvy i urozhnost podsolnechnika i kukuruzy na zerno // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj selskohozyajstvennoj akademii. – 2014. – № 7. – S. 51-59.

10 Grebenyuk K.V. Analiz effektivnosti primeneniya sideratov po sisteme no-till dlya severnogo regiona KAZAHSTANA // Nauchnyj Tehnicheskij Vestnik Tehnicheskie sistemy v APK. – 2021. -№2(10). - S.61-69

11 Ayupov Z.Z., Ryceva N. G. Produktivnost polevykh sevooborotov v zavisimosti ot sistemy osnovnoj obrabotki pochvy i udobrenij // Dostizheniya nauki i tehniki APK. - 2010. – № 2. – S. 10-12.

12 Sideral'nye kultury - potencial zelenykh udobrenij [Elektronnyj resurs] // AgriEcoMission. - URL: <https://agriecomission.com/base/sideral'nye-kultury-potencial-zelenykh-udobrenij> (data obrasheniya: 30.05.2025).

13 [Kotyak P.A., Chebykina E.V., Voronin A.N., Noskova E.V. Izmenenie toksichnosti pochvy pod dejstviem tehnologij vozdeliyvaniya kultur // Vestnik AGAU. 2023. №8 \(226\). – S.25-33. DOI: 10.53083/1996-4277-2023-226-8-25-33](#)

14 Azizan KA, Zamani AI, Ibrahim S, Yusoff N, Abdul Ghani NH, Nawawi MF. The dynamic linkage between phytotoxicity and metabolites in *Wedelia trilobata* soils // Weed Biol. Manag. – 2021. – V.21. – P.68-85. <https://doi.org/10.1111/wbm.12222>

15 Maksimova N.B., Morkovkin G.G., Lavrenteva A. Ocenka toksichnosti i zagryaznennosti pochv metodom fitoindikacii // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2003. – №2. – S. 106 -112.

16 Toropova E.Yu., Kirichenko A.A. Sposob opredeleniya supressivnosti pochvy // Patent RF № RU 2568913 C1 (opublikovan 20.11.2015). – № 32.

17 Spiridonov Yu.Ya., Sokolov M.S., Glinushkin A.P., Karakotov S.D., Korshunov A.V., Toropova E.Yu., Saraev P.V., Semenov A.M., Semenov V.M., Nikitin N.V., Kalinichenko V.P., Lysenko Yu.N. Adaptivno-integrirovannaya zashita rastenij. – M.: Pechatnyj gorod, 2019. – 626 s.

18 Sokolov M.S., Spiridonov Yu.Ya., Glinushkin A.P., Toropova E.Yu. Organicheskoe udobrenie - effektivnyj faktor ozdorovleniya pochvy i induktor eyo supressivnosti // Dostizheniya nauki i tehniki APK. – 2018. – T. 32. – № 1. – S. 4-12.

19 [Zinchenko M. K., Stoyanova L. G. Vliyanie urovnya antropogennoj nagruzki na toksichnost seroj lesnoj pochvy // Vladimirskij zemledec. – 2010. – № 4. – S. 26-27.](#)

20 [Korzhov S. I., Maslov V.A., Orekhova E. S. Izmenenie mikrobiologicheskoy aktivnosti pochvy pri razlichnykh sposobah ee obrabotki // AGRO XXI. –2009. –№ 1-3. – S. 22-23.](#)

21 [Biotestirovanie kak naibolee celesoobraznyj metod opredeleniya integralnoj toksichnosti pochvy. – Tekst: elektronnyj. – URL: <https://www.newecologist.ru/ecologs-2490-1.html> \(data obrasheniya: 28.03.2025\).](#)

"А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС,
Научный центр, Республика Казахстан, bulgakova.6262@mail.ru, irukavitsina@mail.ru*,
olyatkachenko95@mail.ru, zabolotskih_vladimir@mail.ru

ТОПЫРАҚТЫҢ УЫТТЫЛЫҒЫ МЕН СУПРЕССИВТІЛІГІНЕ СИДЕРАТ ДАҚЫЛДАРДЫҢ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЕНГІЗУ ӘДІСТЕРІНІҢ ӘСЕРІ

Аңдатпа

Мақалада бу прекурсорларын дайындаудың дәстүрлі – жалпақ кесу және жасыл көң жүйесіндегі жасыл көң қоспаларының топырақтың уыттылығы мен супрессивтілігіне әсері қарастырылады.

Зерттеудің мақсаты – Солтүстік Қазақстанның дала аймағы жағдайында оңтүстік карбонатты қара топырақтың биологиялық уыттылығы мен супрессивтік қасиеттеріне бұршақ-дәнді, дәнді-майлы және бұршақ-майлы жасыл көң қоспаларының әсерін және оларды ендіру тәсілдерін бағалау.

Дәстүрлі бу және жасыл көң қоспаларын дайындау технологиясының нұсқаларында оларды отырғызудың әртүрлі әдістерімен таңдалған топырақ бүкіл вегетациялық кезеңде бидай көшеттерінің дамуына улы әсер етпегені көрсетілді. Бидайдың бастапқы тамырлары мен өскіндеріне қатысты фитотоксикалық әсер байқалмады. Зерттелген барлық нұсқаларда бұл көрсеткіш 20%-дан аз болды.

Жасыл көң қоспаларының құрамы және оларды отырғызу әдістері топырақтың супрессивті белсенділігіне тікелей әсер етті. Саңырауқұлақтардың дамуы *F. equiseti* (1/3) және *F. poae* (302/1) 67%-ға дейін шабу кезінде дәнді-майлы дақылдар (сұлы+қыша) қоспасынан алынған топырақта төмендеді. Бұршақ-жарма қоспасы (бұршақ+сұлы) беткейлік жарықпен шабу кезінде *F. equiseti* (1/3) белсенділігін 22%-ға, ал дәнді-майлы дақылдар (сұлы+қыша) *F. poae* өсуін 31%-ға және *F. equiseti* (1/3) өсуін 41%-ға дейін төмендетті.

Кілт сөздер: Оңтүстік карбонатты қара топырақтар; фитоуыттылық; супрессивтілік; фитопатогендер; жасыл көң қоспалары; сүрі жерді дайындау технологиялары.

I.N. Bulgakova, I.V. Rukavitsina*, O.V. Nelis, V.V. Zabolotskikh

"Scientific and Production Centre of Grain Farming named after A.I. Barayev" LLP,
Nauchny set., Republic of Kazakhstan, bulgakova.6262@mail.ru, irukavitsina@mail.ru*,
olyatkachenko95@mail.ru, zabolotskih_vladimir@mail.ru

INFLUENCE OF GREEN CROPS AND METHODS OF THEIR INCORPORATION ON SOIL TOXICITY AND SUPPRESSIVITY

Abstract

The article considers the influence of green manure mixtures under the conditions of traditional flat-cut and green manure systems of preparation of the fallow predecessor on toxicity and suppressive capacity of the soil.

The aim of the study is to assess the influence of legume-cereal, cereal-oilseed, and legume-oilseed green manure mixtures and methods of incorporation thereof on the biological toxicity and suppressive properties of southern carbonate chernozem in the steppe zone of Northern Kazakhstan.

It is shown that the soil selected on the variants of traditional technology of preparation of fallow and green manure mixtures with different methods of incorporation thereof did not have a toxic effect on the development of wheat sprouts throughout the whole growing season. Phytotoxic action as related to primary roots and sprouts of wheat was not observed. In all the studied variants, this figure was below 20%.

The composition of green manure mixtures and methods of their incorporation had a direct effect on the suppressive activity of the soil. The development of fungi *F. equiseti* (1/3) and *F. poae* (302/1) was suppressed by up to 67% by the soil collected under the cereal-oilseed (oats + mustard) mixture during mowing. The legume-cereal mixture (peas + oats) during surface mowing with slitting reduced the activity of *F. equiseti* (1/3) by 22%, and the cereal-oilseed (oats + mustard) mixture suppressed the growth of *F. poae* by up to 31% and *F. equiseti* (1/3) by up to 41%.

Key words: southern carbonate chernozems; phytotoxicity; suppressiveness; phytopathogens; sideral mixtures; steam preparation technologies.

МРНТИ 68. 35.03

DOI <https://doi.org/10.37884/2-2025/29>

В. А. Волобаева, В. И. Коберницкий*

*ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А. И. Бараева»,
п. Научный, Шортандинский р-он, Акмолинская обл., Казахстан,
volobaevavera85@gmail.com*, vkobernitsky@mail.ru*

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СОРТА ГРЕЧИХИ ДЛЯ УСЛОВИЙ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КАЗАХСТАНА

Аннотация

Проведенный анализ многолетних метеоданных погодных условий и связанных с ними факторов ограничивающих продуктивность гречихи позволил сформулировать основные подходы к созданию теоретической модели сорта для условий Акмолинской области. В основу положено изучение имеющегося генофонда культуры гречихи и создание на этой основе модельных сортов. Проведена многолетняя оценка параметров урожайности и качества, а также особенности применяемых агротехнологий в условиях жесткого континентального климата. Выделены наиболее значимые признаки по которым необходимо проводить улучшение существующих сортов. В условиях короткого вегетационного периода особое значение приобретает проблема скороспелости и дружного созревания зерна. Важным признаком становится свойство ограниченного ветвления культуры. Одним из главных направлений в конструировании модели будет создание форм, обладающих крупным зерном и низкой пленчатостью, что позволит значительно увеличить выход ядрицы при обработке. Среди параметров качества наряду с крупнозерностью и пленчатостью также выделены натура зерна, выровненность плодов, кулинарная оценка каши. Сумма технологических показателей определяется выровненностью, крупностью зерна, коэффициентом разваримости и общей кулинарной оценкой.

На основании систематизированных данных предложена модель сорта. Создана карта технического уровня нового сорта гречихи включающая следующие параметры: урожайность зерна, массу 1000 зерен, высоту растения, продолжительность вегетации, устойчивость к полеганию и осыпанию, пленчатость и холодостойкость.

Ключевые слова: гречиха, модель, сорт, образец, скороспелость, продуктивность, качество зерна.

Введение

Одним из путей сохранения культуры является селекционное улучшение возделываемых сортов. При создании новых сортов селекционеры стремятся повысить эффективность селекционного процесса путем его ускорения, снижения затрат труда и материальных средств и т. д. Оптимизация селекционного процесса осуществляется совершенствованием уже существующих и разработкой новых подходов и методов, усовершенствованием применяемой селекционной технологии, построением рациональной модели сорта по заданным параметрам.

При проектировании будущего сорта придерживаются ряда положений: создаваемый сорт должен гарантировать заданный уровень урожайности, зерно должно обладать достаточно высоким качеством, сорт должен быть пластичным и устойчивым к факторам внешней среды [1, 2, 3]. Очень сложно создать такой сорт, который бы отвечал сразу всем этим