

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Л.Н. Лученок, кандидат сельскохозяйственных наук,

В.А. Грудинская,

А.И. Пацевич

РУП «Институт мелиорации»

г. Минск, Беларусь

Аннотация

В статье представлена разработанная в ходе исследований методика оценки фитотоксичности почв с высоким содержанием органического вещества. Данная методика позволяет получать сопоставимые результаты на почвах с различным содержанием органического вещества. Кроме того, оценивать фитотоксичность загрязненной почвы и моделировать условия с различными видами и дозами канцерогенов. Сходимость результатов по данной методике составляет менее 5 %.

Ключевые слова: торфяные почвы, органическое вещество, почвенные гербициды

Abstract

L.N. Luchenok, V.A. Grudinskya, A.I. Patsevich
TECHNIQUE OF PHYTOTOXICITY AS-
SESSMENT OF PEAT SOILS OF VARIOUS
STAGES OF TRANSFORMATION

Modified hytotoxicity assessment methodology of soils with the high percentage of organic matter was presented. This methodology allows to get comparable evaluation results on soils with various percentage of organic matter. Besides it allows to estimate phytotoxicity of the polluted soils and to form experimental conditions with different types and doses of carcinogens. The convergence of results on this technique is less than 5 %.

Keywords: peat soils, organic matter, soil herbicides

Введение

В последнее время интенсификация сельскохозяйственного производства приводит к увеличению антропогенной нагрузки на почву за счет увеличения разнообразия и доз различных применяемых препаратов, таких как удобрения, пестициды, ПАВы и т.д. Некоторые из них вносят непосредственно на почву. К ним относят гербициды почвенного действия, применяемые для сдерживания сорной растительности при возделывании ряда важных в кормовом отношении культур: соя, кормовые бобы, подсолнечник, корнеплоды и др. Особенно эта проблема актуальна для почв с высоким содержанием органического вещества (ОВ), к которым относятся торфяные почвы различных стадий трансформации, имеющие повышенное содержание семян сорняков. Для оценки и нормирования антропогенной нагрузки по величине токсичности препаратов, сорбированных почвой, для конструирования севооборотов с учетом последствия применяемых препаратов необходимо использовать в лабораторных исследованиях методики, моделирующие условия прорастания семян в полевых условиях.

Существует ряд методик, используемых в тех или иных экспериментах по оценке фитотоксичности почв [1–2], в основе которых лежит оценка воздействия токсичности водной вытяжки из почвы на прорастание семян. Однако они не учитывают водно-физические свойства различных почв (в том числе с высоким содержанием ОВ) и тот факт, что одинаковые их навески по-разному аккумулирует воду. В результате не может получиться сопоставимых объемов экстракта. Следовательно, условия экстракции в почвенных разновидностях и концентрации веществ в фильтрах не сопоставимы. Кроме того, обработка семян экстрактом в полной мере не отражает условий прорастания семян в полевых условиях. Таким образом, результаты тестов могут занижать показатели токсичности почв, и поэтому искажать нормирование применения определенных препаратов.

Целью исследований была разработка методики оценки фитотоксичности торфяных почв различных стадий трансформации, после применения гербицидов почвенного действия, которая позволяет максимально моделировать условия применения

препаратов (доз с учетом содержания ОБ) и прорастания семян.

Методика исследований

При разработке методики за основу была взята методика биотестирования [3], которая предусматривает внесение токсиканта в почву и посев в нее семян тест-культуры. В ходе роста проростки выделяют в почву вещества, способные в большей степени влиять на экстракцию токсиканта и на прорастание.

Для сравнения была взята методика, в основе которой лежит оценка фитотоксичности водной вытяжки из почвы с внесенными в нее токсикантами. Для этого была модифицирована методика Минеева В. Г. [1]. Модификация заключается в расчете объема добавляемой воды к торфяным почвам с различным содержанием ОБ для экстрагирования токсикантов, что обусловлено варьированием водно-физических свойств в зависимости от стадии сработки. Объем водопроводной воды необходимо вносить из расчета выхода фильтрата ~50% (таблица 1).

Таблица 1. – Необходимые для проведения лабораторного эксперимента по фитотоксичности масса почвы и воды (в зависимости от содержания ОБ) для получения вытяжки

ОБ, %	Навеска почвы, г	Объем воды*, мл
10	100	150
25	100	200
45	100	250
80	100	500

Примечание: * объем рассчитан исходя из выхода фильтрата 50% от влитого объема воды; можно рассчитать по формуле $V_{H_2O} = 5OB + 75$ (в мл на навеску почвы 100 г)

К 100 г торфяной почвы с различным содержанием ОБ добавляли водопроводную воду в объеме в соответствии с таблицей 1, закрывали резиновой пробкой и периодически взбалтывали в течение 2,5 ч. После взбалтывания почвенную вытяжку отфильтровывали через складчатый бумажный фильтр в чистые колбы.

Методику отработывали на проростках редьки масличной. Семена редьки (100 шт.) помещали в химический стакан емкостью 75 мл, куда вносили 2,3 мл почвенного фильтрата. Семена инкубировали в

течение 24 ч при комнатной температуре, а затем переносили в чашки Петри на фильтровальную бумагу, размещенную на тонком слое ваты, смоченной 10 мл водопроводной воды. В каждой чашке располагали по 33 семени. Повторность опыта 3-х кратная. Семена проращивали 48 часов. Контроль – семена, замоченные в водной вытяжке из почвы без применения пестицидов. Через 48 часов у проростков измеряли общую длину корней в каждой повторности. Проросшими считали семена, у которых корешок прорывал семенную оболочку. Среднюю длину корня в каждой повторности рассчитывали путем деления общей длины корней на общее число проросших семян. Затем рассчитывали среднюю длину корня из 3-х повторностей, которую выражали в % к длине корня в контрольном варианте, принятую за 100 %. Снижение длины корней проростков, выращенных из семян, замоченных в водных вытяжках почвы с применением гербицидов, по отношению к контрольному варианту, выраженному в %, является показателем токсичности почвы.

Почва считается токсичной, если угнетение роста корней проростков составляло более 20 % по сравнению с контролем.

Адекватность разработанной методики проверяли на проростках суданской травы (сорт Пружанский).

Для оценки биотоксичности сорбированных гербицидов почвенного действия выбрали 3 препарата в максимально рекомендованных производителем дозах: Лазурит, СП (д.в. метрибузин), 1,4 кг/га; СТОМП, 33 % к.э. (д.в. пендиметалин), 6 л/га; Пульсар SL, BP (40 г/л) (д.в. имазамокс), 1 л/га.

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе исследований была разработана методика по оценке биотоксичности гербицидов почвенного действия, сорбированных в почве, на проростки растений с учетом содержания в ней ОБ.

Описание разработанной методики:

В стаканы (объемом 50 мл) помещают по 100 семян и заливают 3,3 мл водопроводной воды. Через 24 часа инкубации проклюнувшиеся семена переносят в чашки Петри на фильтровальную бумагу, размещенную на тонком слое ваты и смоченную 10 мл водопроводной воды. В каждой чашке располагают по 33 семени. Повторность 4-х кратная. Семена проращивают 24 часа в термостате при темпе-

ратуре 26 °С. Затем их переносят в чашки Петри с почвой с предварительно внесенным в нее гербицидом и без гербицида (контроль). Для этого по центру чашки в почве проводят бороздку, в которую укладывают 10 пророщенных семян таким образом, чтобы корни всех проростков были ориентированы в одну грань бороздки, а ростки – в другую. Затем чашки помещают в термостат на 48 часов при температуре 26 °С. Чашки ставят на ребро так, чтобы бороздка находилась в горизонтальном положении. Далее оценивают длину корешков и проростков. Снижение длины корней или проростков, выращенных из семян, размещенных в почве с гербицидом, по отношению к контрольному варианту, выраженному в %, является показателем токсичности почвы. Почва считалась токсичной, когда угнетение роста корней или проростков составляло по сравнению с контролем более 20 %.

Подготовка почвы

Количество вносимого гербицида рассчитывают по формуле (1) через массу пахотного слоя (0-5 см) каждой почвенной разновидности с учетом объемного веса и навески, необходимой для проведения эксперимента:

$$C_{герб} = \frac{m_{нав.почв.} \cdot D_{герб.}}{m_n}, \quad (1)$$

где $C_{герб.}$ – количество гербицида, необходимое для внесения в заданную навеску воздушно-сухой почвы, л (кг); $m_{нав.почв.}$ – навеска почвы, необходимая для проведения эксперимента, кг; $D_{герб.}$ – количество гербицида, рекомендованное производителем для применения в полевых условиях на га, л (кг); m_n – масса почвы на гектаре, кг.

Масса почвы (m_n , (кг)) на гектаре зависит от содержания в ней ОВ и мощности органогенного слоя, рассчитывается по формуле (2):

$$m_n = \rho \cdot h \cdot S \cdot 1000, \quad (2)$$

где ρ – плотность органогенного слоя, т/м³ (г/см³), можно рассчитать по формуле (3):

$$\rho = 4,3003 \cdot OB^{-0,5935}, \quad (3)$$

где ОВ – содержание органического вещества в органогенном слое, %; h – мощность исследуемого слоя, м (см); S – 10000 – площадь, м² (см²).

Таким образом, расчет количества вносимого

гербицида в заданную навеску почвы ведут по формуле (4):

$$C_{герб.} = \frac{m_{нав.почв.} \cdot D_{герб.}}{4,3003 \cdot OB^{-0,5935} \cdot h \cdot S \cdot 1000}. \quad (4)$$

Гербицид вносят в почву в виде раствора. Рассчитанное количество растворяют в ½ объема водопроводной воды, необходимой для увлажнения навески почвы. Объем воды рассчитывают по формуле (5):

$$V = 0,01 \cdot (0,55 \cdot OB + 9,1) \cdot P_i, \quad (5)$$

где V – объем воды, необходимый для получения оптимальной влажности почвы, требуемой для роста проростков, мл; ОВ – содержание органического вещества в органогенном слое, %, P_i – навеска почвы, г.

Для оценки фитотоксичности почвы с внесенным в нее гербицидом в чашку Петри берут навеску воздушно-сухой почвы, просеянной через сито № 3.

Массу почвы рассчитывают с учетом содержания в ней ОВ по формуле (6):

$$m_{почвы} = 47,047 \cdot \rho, \quad (6)$$

где $m_{почвы}$ – масса навески почвы, г; $47,047 = 1/2 \times V_{чашки}$ – постоянная величина для чашки Петра (Æ 96 мм), см³; ρ – плотность органогенного слоя (г/см³), можно рассчитать по формуле (3).

В почву вносят оставшийся объем (1/2) водопроводной воды, необходимой для получения оптимальной влажности, и затем уплотняют.

Почва, внесенная после увлажнения и уплотнения, не должна превышать ½ объема чашки Петри.

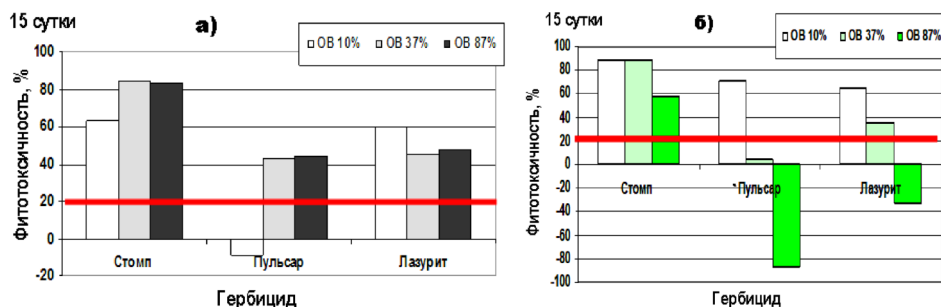
В ходе экспериментов была проведена сравнительная оценка результатов, полученных по двум методикам (таблица 1).

Установлено, что при использовании методики с вытяжкой из почвы ошибка опыта в 1,7–2,1 раза выше по сравнению с методикой, по которой семена помещаются в почву.

Адекватность методики проверяли при оценке фитотоксичности гербицидов почвенного действия на проростки другой мелкозерянной культуры – суданской травы – на 15 сутки после внесения (рисунок 1). Такое количество суток проходит до появления всходов суданской травы в полевых условиях. Установлено, что все три исследуемые гербицида оказывали ингибирующее действие на рост ее проростков.

Таблица 1. – Сравнительная оценка эффективности двух методик на проростках редьки масличной

ОВ поч- вы, %	Доля пророс- ших семян, %	Средняя длина корней, мм	Стандартная ошибка, %	Доля пророс- ших семян, %	Средняя длина корней, мм	Стандартная ошибка, %
	Водная вытяжка			В почве		
10	88,9%	13,2±1,23	9,3	100%	78,3±2,63	3,4
37	80,8%	6,6±0,48	7,3	100%	82,0±3,21	3,9
78	73,7%	4,33±0,37	8,5	100%	84,17±3,09	3,7



а) на корнях;
б) на проростки
Рисунок 1. – Фитотоксичность почвенных гербицидов на проростках суданской травы через 15 суток после внесения

По увеличению токсичности гербициды можно ранжировать следующим образом: Пульсар → Лазурит → Стомп (рисунок 1). Степень токсичности зависит от стадии сработки (содержания ОВ) антропогенно-преобразованных торфяных почв и роста от низкого содержания ОВ к высокому.

Выводы

Разработанная методика позволяет:

- снизить ошибку лабораторного опыта из-за некачественного семенного материала, т.к. в эксперименте выбираются наклевывшиеся семена, а не общее их количество;
- исключить влияние температуры и влажности окружающей среды на прорастание семян, т.к.

почва с семенами инкубируется в термостате при постоянной температуре;

- получать сходимые результаты экспериментов, проводимых в различное время, т.к. условия прорастания одинаковы;
- моделировать полевые условия прорастания и развития проростков мелкосемянных культур, что позволяет оценивать фитотоксичность различных токсикантов в лабораторных условиях;
- использовать данную методику не только для оценки загрязненной почвы с различным содержанием ОВ, но и для моделирования различных доз токсикантов и их влияния на растения на ранних этапах онтогенеза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Минеев, В. Г. Агрохимия, биология и экология почвы / В. Г. Минеев, Е. Х. Ремпе. – М.: Ресурс, 1990. – 206 с.
2. СанПиН 2.1.7.573-96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. – 1996. – 38 с.
3. Анисимова, М. А. Детоксицирующая способность почв и выделенных из них гуминовых кислот по отношению к гербицидам: дис. ... канд. биол. наук / М.А. Анисимова. – Москва, 1997. – 125 с.

Поступила 6.09.2018