

ОСНОВНЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССА ФУМИГАЦИИ

Рецензент: канд. с.-х. наук Бречко Е.В.

Аннотация. В статье раскрыты аспекты методологии процесса фумигации. Дана характеристика особенностям, принципам и условиям осуществления фумигационного процесса. Рассмотрена логическая структура его проведения, состоящая из субъекта, объекта, предмета, формы, средств, методов и достигнутого результата. Дано объяснение зависимости позитивного результата фумигации от свойств, особенностей и подготовки участвующих в ней компонентов. Показан хронологический порядок реализации фумигационного процесса. Доказана необходимость методологии процесса фумигации в сфере защиты растений.

Ключевые слова. Фумигация, методология, субъект, объект, предмет, результат.

Введение. Любая человеческая деятельность строится на определённых действиях, ведущих к конкретным результатам. Вначале эти действия теоретически анализируются на предмет их целесообразности, затем экспериментально моделируются и только после этого они практически претворяются в намеченный результат. Организацию деятельности человека, состоящую в определении её цели и предмета, подходов, выборе средств и способов, определяющих наилучший результат, принято называть методологией.

Материалы и методы. Методология (греческое слово: *μεθοδολογία*; образовано от греческих слов: *μέθοδος* – метод, путь исследования, способ познания; *λόγος* — слово, учение) – это учение о способах организации и построения теоретической и практической деятельности человека [2,4]. Если методологию рассматривать как учение об организации деятельности, то, необходимо определить смысл самого слова «организация». В соответствии с определениями, данными на рисунке 1 [11], любую деятельность можно рассматривать как организацию свойств и процессов в пределах одной системы. Организовать деятельность означает упорядочить её в целостную систему с чётко определёнными характеристиками, логической структурой и процессом её осуществления во времени.

Среди различных видов химической обработки сельскохозяйственной продукции против вредных организмов, самой быстрой и качественной является фумигация. Она незаменима при хранении и перемещениях растительной продукции в современных торговых отношениях. Фумигация (от лат. fumigare – окуривание дымом) – это вид химической борьбы с вредными биологическими агентами (насекомыми, микроорганизмами и др.) при помощи газов или паров химических веществ, называемых фумигантами.



Рисунок 1 – Определения «организации»

Она осуществляется в фумигационном пространстве, изолированном от воздействия окружающей среды. Более ёмко, фумигация – это процесс обработки продукции, объектов и оборудования (далее продукция) газами или парами химических веществ против вредных биологических организмов за максимально короткое время в пространстве, изолированном от окружающей среды. Фумигационная деятельность юридического лица, состоит из трёх основных частей:

- 1) нормативно-законодательной – деятельность должна соответствовать законодательным и нормативным требованиям государства, на территории которого она осуществляется;
- 2) технологической, состоящей из собственно фумигационного процесса, создающего экономическую прибыль за счёт предоставления услуг по фумигации продукции, объектов, оборудования и т. д.;
- 3) управленческо-экономической, предусматривающей административное управление обслуживающим персоналом и распределение получаемой экономической прибыли.

Поскольку основной частью фумигационной деятельности, является технологический процесс, то в нашем случае целесообразней именно его рассматривать с методологической точки зрения.

Результаты исследований. Фумигационный процесс имеет свои особенности, принципы, условия и нормы. Особенности заключаются

в том, что он состоит из нескольких частей, взаимосвязанных между собой и, по-своему влияющих на результат (рис. 2). При более близком рассмотрении указанных компонентов, выявляется, что отсутствие хотя бы одного из них приводит к невозможности осуществления фумигационного процесса. Действительно, отсутствие сельскохозяйственной продукции ведёт к невозможности выявления вредного биологического организма, наличие которого определяет саму обработку. Если не созданы условия, необходимые для фумигации, то не имеет смысла даже начинать обработку, поскольку она заранее обречена на негативный результат. При отсутствии фумиганта, к обработке даже не приступают. И наконец, без оператора невозможен сам процесс фумигации. Итак, процесс складывается из следующих компонентов:

- 1) вредного биологического организма, против которого проводится фумигация;
- 2) продукции, объекта или оборудования, которых необходимо освободить от вредного воздействия биологического организма;
- 3) фумиганта, которым воздействуют на биологический организм для его физического устранения;
- 4) условий, необходимых для успешного устранения вредного биологического организма;
- 5) оператора, создающего и контролирующего условия, необходимые для эффективной фумигационной обработки, а также выбирающего фумигант, оптимально приемлемый для устранения вредного организма в продукции.



Рисунок 2 – Взаимосвязь частей фумигационного процесса

Эти особенности позволяют утверждать, что фумигационный процесс является системой, части которой находятся в зависимости друг от друга. Она представляет собой совокупность упорядоченных действий, ведущих к образованию взаимосвязей между ее компонентами, с целью устранения вредного воздействия биологических организмов на какую-либо продукцию. Управляет этой системой оператор, т. е. человек, несущий ответственность за полученные результаты. Фумигационный процесс зависит от некоторых принципов [9], а именно:

1) фумигационное пространство, в котором проводится обработка продукции, должно быть герметично закрытым от воздействия окружающей среды;

2) применяемый фумигант не должен негативно влиять на здоровье людей, находящихся вне фумигационного пространства, в связи с чем, вокруг сооружения, в котором проводится обработка, устанавливается защитная зона;

3) действия применяемого фумиганта не должны быть фитотоксичными, т.е. не должны негативно влиять на внешний вид продукции и на качество внутри неё (табл. 1) [3].

Фумигационный процесс ограничен рамками условий соблюдения санитарно - гигиенических требований и техники безопасности.

Технологический процесс фумигационной обработки продукции должен отождествляться с нормативами регламентов по использованию фумиганта, требованиями технологических инструкций и стандартов по фумигации. Они являются нормами его осуществления.

Логическая структура любого процесса состоит из субъекта, объекта, предмета, форм, средств, методов и результатов его деятельности [7]. Субъектом фумигационного процесса, является оператор, а объектом – вредный организм, против которого проводится фумигация. Предмет фумигационного процесса – это эффективность фумигации, которая заключается в набранной летальной норме часограммов, необходимой для летального исхода вредителя, т. е. устранения вредного воздействия объекта на продукцию. В таблице 2 даны летальные нормы часограммов некоторых карантинных вредителей [6,8,12].

Информация из таблицы 2 указывает на то, что с увеличением температуры внутри продукции летальная норма уменьшается. Летальная норма выражается произведением средней концентрации, измеряющейся в $г/м^3$, на время экспозиции фумиганта в течение всей обработки в часах (кратко ПСКВ). Измеряется в $чхг/м^3$, т. е. в часограммах [6]. Устанавливается экспериментальным путём для конкретного вредителя [5].

Таблица 1 – Сравнение фитотоксического воздействия паров бромистого и йодистого метилов на некоторые свежие фрукты и овощи

Название продукции	Название фумиганта и его влияние на продукцию					
	Бромистый метил			Йодистый метил		
	кожура	мякоть	вкус	кожура	мякоть	вкус
Вишня	не оказывает воздействия					
Клубника	не оказывает воздействия					
Персик	не оказывает воздействия					
Томаты	не оказывает воздействия					
Тыква	не оказывает воздействия					
Ананас	не оказывает воздействия			нет воздействия	легкие травмы	нет воздействия
Апельсин	легкие травмы	нет воздействия	нет воздействия	легкие травмы	нет воздействия	нет воздействия
Хурма	легкие повреждения	тяжёлые повреждения с ускорением мягкости	нет воздействия	легкие травмы	тяжёлые повреждения с ускорением мягкости	нет воздействия
Яблоко	нет воздействия	в зависимости от сорта могут быть повреждения с потемнением мякоти	нет воздействия	нет воздействия	в зависимости от сорта могут быть повреждения с потемнением мякоти	нет воздействия
Виноград	нет воздействия	тяжёлые повреждения	нет воздействия	нет воздействия	тяжёлые повреждения	нет воздействия
Бананы (обработка проводилась до созревания плодов)	средние повреждения	нет воздействия	нет воздействия	тяжёлые повреждения	средние повреждения	средние повреждения
Дыня	средние повреждения	нет воздействия	нет воздействия	средние повреждения	нет воздействия	нет воздействия
Сельдерей	легкие повреждения	тяжёлые повреждения	нет воздействия	легкие повреждения	тяжёлые повреждения	нет воздействия
Спаржа	средние повреждения	нет воздействия	нет воздействия	средние повреждения	нет воздействия	нет воздействия

Таблица 2 – Летальные нормы часограммов, применяемые при фумигации растительной продукции метил бромидом, в условиях атмосферного давления, против карантинных вредителей, в зависимости от температуры внутри неё

Вредитель	T, в °С	Летальные нор- мы часограммов (ПСКВ), в чхг/м ³	Средняя концен- трация в г/м ³	Время обработки (экспози- ция), вч
Американская белая бабочка: ● гусеницы и куколки летней генерации: ● куколки зимующие:	11 – 13	50	20,0	2,5
	14 – 16	40	20,0	2,0
	17 и выше	30	15,0	2,0
	10 – 11	130	32,5	4,0
	12 – 14	125	35,7	3,5
	15 – 17	120	34,3	3,5
18 – 20	115	32,9	3,5	
Калифорнийская щитовка: ● при осенней фумигации: ● при весенней фумигации:	1 – 4	260	47,3	5,5
	5 – 9	240	48,0	5,0
	10 – 14	200	50,0	4,0
	15 – 18	140	46,7	3,0
	19 – 22	95	38,0	2,5
	1 – 4	260	47,3	5,5
	5 – 9	240	48,0	5,0
	10 – 14	180	45,0	4,0
	15 – 18	130	43,3	3,0
	19 – 22	85	34,0	2,5
Картофельная моль (куколки, гусеницы):	10 – 14	130	32,5	4,0
	15 – 18	110	31,4	3,5
	19 – 22	100	33,3	3,0
	23 – 26	90	30,0	3,0
Персиковая плодоярка:	8 – 10	150	30,0	5,0
	11 – 15	140	28,0	5,0
	16 – 20	100	25,0	4,0
Средиземноморская плодовая муха:	8 – 9	220	40,0	5,5
	10 – 12	150	37,5	4,0
	13 – 14	120	30,0	4,0
	15 – 16	100	33,3	3,0
	17 – 18	90	30,0	3,0
	19 – 20	70	23,3	3,0
Табачная (хлопковая) бело- крылка:	10 – 14	150	43,0	3,5
	15 – 20	120	40,0	3,0
	21 – 25	100	40,0	2,5

Формой фумигационного процесса является организационная система, компоненты которой, как указывалось выше, взаимодействуют между собой под контролем оператора, с целью достижения максимальной эффективности. Для осуществления процесса фумигации применяют следующие средства:

1) материально-технические: автомобили, необходимые для перевозки фумиганта и оборудования, оргтехника для документального оформления результатов фумигационных обработок, средства комму-

никации, сам фумигант, газоанализаторы и т. д.;

2) информационные: научные источники, интернет-ресурс, производственные семинары;

3) математические: расчёты количества материала, необходимого для достижения герметичности приспособленных сооружений под фумигацию, установка нормы расхода фумиганта, необходимой для набора достаточного количества часограммов и др.;

4) логические: разработка фумигационного плана, составление маршрута проезда к месту обработки, обеспечение соблюдения требований технологической дисциплины и техники безопасности и т. д.

Для достижения эффективности фумигации могут применяться следующие методы:

1) метод анализа систем знаний в области физики, химии, биологии, необходимых для более детального ознакомления с физико-химическими свойствами фумиганта, биологическими особенностями устраняемого вредителя, химическим составом обрабатываемой продукции для понимания ожидаемого уровня сорбции фумиганта и т.д.;

2) метод аналогий (моделирования) – применение летальной нормы часограммов конкретного вредителя к вредителям с похожими морфологическими и биологическими особенностями;

3) метод изучения литературы, документов и результатов фумигационной деятельности;

4) метод экспертных оценок, когда ситуацию изучают эксперты в сфере фумигации и выдают свои рекомендации;

5) экспериментальный метод – проведение фумигационной обработки в лабораторной фумигационной камере и использование позитивных результатов в производственных целях.

Завершающей составляющей фумигационного процесса является результат. Он зависит от всех, указанных выше, компонентов процесса: вредителя, продукции, фумиганта, условий и оператора. Эту зависимость необходимо рассмотреть более детально.

Восприимчивость вредного насекомого к газообразному пестициду зависит от присущих ему биологических особенностей. Поскольку влияние фумиганта на насекомое зависит от длительности открывания его дыхалец и частоты дыхательных движений, то для фумигации представляют интерес дыхательная и нервная системы вредителя, управляющие этими процессами [1,10]. Фумигант действует, в основном, через органы дыхания на нервную систему и, нарушая обмен веществ в организме, приводит его к смертельному исходу. В зависимости от вида и стадии жизненного цикла развития вредителя, применяются только те значения летальной нормы часограммов (таб. 2), которые приводят к его смертельному исходу. Жизненный цикл развития насекомых бывает

полным и неполным. Полный цикл состоит, в основном, из четырёх стадий: яйцо, личинка, куколка и имаго. Неполный цикл отличается отсутствием стадии куколки. Условно (зависит от биологических особенностей организма), самой устойчивой к фумигантным инсектицидам считается стадия яйца, менее устойчивой – куколки, ещё менее устойчивой – имаго и самой неустойчивой – личинки. У некоторых видов вредителей устойчивость стадий могут меняться местами. Итак, из всего перечисленного выше можно сделать вывод, что для достижения эффективности фумигации необходимо учитывать биологические особенности вредителя, против которого проводится обработка.

Следующим фактором, влияющим на результат фумигационного процесса, является обрабатываемая продукция, которая негативно влияет на достижение необходимой летальной нормы часограммов путём частичного поглощения фумиганта, т. е. его сорбции, понижая тем самым его среднюю рабочую концентрацию. Сорбция (от латинского «sorbeo» — поглощаю, втягиваю) – это процесс поглощения газа или паров химического вещества (сорбата) обрабатываемой продукцией (сорбентом). Причиной её возникновения являются физические и химические процессы, происходящие на границе соприкосновения продукции и фумиганта. Сорбция является отрицательным фактором в процессе фумигации, поскольку ведёт, во-первых, к уменьшению скорости проникновения фумиганта в толщу обрабатываемой продукции, во-вторых, увеличению норм его расхода для достижения необходимого уровня средней концентрации с целью получения летальной нормы часограммов и, в-третьих, к усложнению процесса дегазации [5, 6, 12]. Сорбция находится в прямой зависимости от концентрации и упругости газов или паров химического вещества и обратной – от температуры и сопротивления продукции к их поглощению. Этот факт имеет важное практическое применение, так как является одной из причин, по которой дозы фумиганта должны постепенно увеличиваться по мере снижения температуры фумигации. Величина сорбции также определяется свойствами фумигируемой продукции, а именно, её суммарной поверхностью, химическим составом, толщиной и пористостью кожуры её плодов и зёрен. В связи с этим, сорбция тем больше, чем большую поверхность имеет обрабатываемая продукция. Особенно большое значение она приобретает при фумигации муки, шрота, жмыха, жома, крупы, торфа, почвы. На сорбцию также может влиять содержание влаги в продукте, который подвергается фумигации. Например, при фумигации продукции с высоким содержанием влаги, фумиганта сорбируется больше, чем при обработке этой же продукции с низким ее содержанием. Этот эффект может иметь важное значение по отношению к фумигантам, которые растворяются

в воде в какой-либо значительной степени. Сорбция, рассматриваемая в целом, является чрезвычайно важным фактором, влияющим на достижение летальной нормы часограммов устранимого вредного организма и, следовательно, на успешный результат фумигации. Самой высокой сорбционной способностью обладает продукция масличных культур, средней – продукция культур, в химическом составе которых преобладает белок и самой низкой – продукция, в которой преобладают углеводы. Процесс, обратный сорбции, называется десорбцией. Он сопровождается выделением обработанной продукцией поглощённого газо- и парообразного химического вещества в окружающую среду. На десорбцию также влияет химический состав продукции, а именно: самая высокая десорбционная способность у обработанной продукции с высоким содержанием углеводов, средняя – у продукции с высоким содержанием белка и самая низкая – у продукции с высоким содержанием жиров. От десорбции напрямую зависит дегазация продукции после ее обработки. Учитывая приведённые выше особенности обрабатываемой продукции, приходим к выводу, что её свойства и структура, являются чрезвычайно важным фактором, влияющим на достижение летальной нормы часограммов устранимого вредного организма и, как результат, на эффективность фумигации.

Ещё одним важным компонентом фумигационного процесса, влияющим на установление необходимой летальной нормы часограммов и, следовательно, на его результат – это фумигант с его физическими и химическими свойствами, а именно: летучестью, скоростью испарения, молекулярным весом, точкой кипения, давлением пара, удельным весом, потенциалом диффузии, растворимостью в воде и скрытой теплотой испарения [5,6,12].

На достижение позитивного результата фумигационного процесса также влияют условия, создание которых необходимо для достижения эффективности обработки, а именно: герметичность ограниченного воздушного пространства, в котором находится обрабатываемая продукция, температура обрабатываемой продукции и ограниченного воздушного фумигационного пространства, влажность обрабатываемой продукции и фумигационного пространства, присутствие искусственного вентилирования газо-воздушной среды.

И наконец, на результат фумигации, может оказать влияние уровень квалификации оператора.

Фумигационный процесс осуществляется во временном пространстве. В связи с этим, он имеет свою временную структуру, состоящую из четырёх этапов:

- 1) подготовки, состоящей из времени, потраченного на разработку плана проведения фумигации, составления маршрута проезда к месту обработки,

расчёта необходимого количества фумиганта, прохождения инструктажа по технике безопасности, проезда к месту нахождения продукции;

2) самой обработки, состоящей из двух временных фаз: ввода фумиганта и его экспозиции;

3) дегазации – времени, необходимого на процесс десорбции использованного фумиганта из обработанной продукции;

4) регистрации результатов обработки с последующим документальным оформлением.

Заключение. Таким образом, методология фумигационного процесса основывается на трёх аспектах, а именно:

1) на характеристиках его осуществления, т. е. особенностях, принципах, условиях и нормах;

2) на логической структуре его проведения, состоящей из субъекта, объекта, предмета, формы, средств, методов и достигнутого результата;

3) на хронологическом порядке его реализации.

Итак, наш небольшой анализ справедливо подводит читателя к вопросу: «Неужели без методологических знаний процесса фумигации нельзя качественно обработать растительную продукцию?» Точный ответ вам дадут только профессионалы фумигационного дела. Мы предполагаем, что он будет отрицательным. Почему? Потому, что они не раз сталкивались с негативными результатами проведенных фумигаций. И когда, раскладывая по полочкам весь процесс, находили то, что впоследствии стали называть «нюансами» фумигации, вопросы о необходимости знания и понимания методологии фумигационной обработки отпадали сами собой. И действительно, без методологических знаний невозможно грамотно и качественно осуществлять фумигацию обрабатываемой продукции. Без них невозможна разработка регламентов по использованию фумигантов, технологических инструкций, стандартов, а также нормативных документов в сфере фумигации. Благодаря применению методологических знаний, оператор приобретает способность к научному обоснованию, критическому осмыслению и творческому применению технологической дисциплины фумигации, что является сильным аргументом против резистентности вредителей к применяемым газо- и парообразным пестицидам. Кроме этого, понимание механизма фумигационного процесса напрямую зависит от знания его методологии. Это – причина, а уж эффективность фумигации нужно рассматривать как следствие.

Список литературы

1. Бей-Биенко, Г.Я. Общая энтомология: учебник / Г.Я. Бей-Биенко. – Изд. стереотипное. – СПб: «Проспект Науки», 2008. – 486 с.
2. Грицанов, А.А. Новейший философский словарь / А.А. Грицанов. – 3-е изд., испр. – Минск: Книжный Дом, 2003. – 1280 с.

3. Клечковський, Ю.Е. Йодистий метил – перспективи використання проти карантинних організмів на свіжих овочах і фруктах / Ю.Е. Клечковський, Є.Ф. Нямцу // Карантин і захист рослин. – 2016. – № 5. – С. 15 – 17.
4. Методология. Гуманитарная энциклопедия [Электронный ресурс]. Центр гуманитарных технологий, 2010–2017 (последняя редакция: 21.10.2017). Режим доступа: <http://gtmarket.ru/concepts/6870>. -- Дата доступа: ?
5. Монро, Х.А. Руководство по фумигации для борьбы с насекомыми / Х.А. Монро // Вопросы карантина растений: сб. науч. раб. – М.: Сельхозиздат, 1962. – Вып.10. – С. 39 – 225.
6. Мордкович, Я.Б. Карантинная фумигация: методическое руководство / Я.Б. Мордкович, Г.Г. Вашакмадзе // Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 2001. – 320 с.
7. Новиков, А.М. Методология: словарь системы основных понятий / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2013. – 208 с.
8. Розанова, М.А. Инструкция по обеззараживанию бромистым метилом посадочного материала плодовых, субтропических, орехоплодных культур, винограда, лесо-декоративных пород и лукович цветочных растений от карантинных и других опасных вредителей / М.А. Розанова, А.К. Маркин. – М.: «КОЛОС», 1973. – 32 с.
9. Савченко, В.Н. Начала современного естествознания: тезаурус / В.Н. Савченко, В.П. Смагин. — Ростов н/Д.: Феникс, 2006. – 336 с.
10. Тыщенко, В.П. Физиология насекомых: учеб. пособие для студентов ун-тов, обучающихся по спец. «Биология» / В.П. Тыщенко. – М.: Высш. шк., 1986.—303с.
11. Философский энциклопедический словарь / редкол.: Л. Ф. Ильичев (гл.ред.) [и др.]. – М.: Сов. Энциклопедия, 1983. – 840 с.
12. Bond, E.J. Manual of fumigation for insect control. Research Centre Agriculture Canada London, Ontario Canada. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy, 1984. <http://www.fao.org/docrep/x5042e/x5042E00.htm#Contents>.

J.E. Kletchkovsky, E.F. Nyamezu

*Quarantine station of grape and fruit crops of plant protection institute
NAAS of Ukraine*

MAIN METHODOLOGICAL ASPECTS OF FUMIGATION PROCESS

Annotation. The article describes aspects of the methodology of the fumigation process. The characteristics of features, principles and conditions of the fumigation process is given. The logical structure of its conduct, consisting of a subject, object, subject-matter, form, means, methods and the result achieved is considered. The dependence of the positive result of fumigation on the properties, features and preparation of the components participating in it is explained. Chronological order of realization of fumigation process is shown. The need for a methodology for fumigation in the field of plant protection is proved.

Key words: fumigation, methodology, subject, object, subject-matter, result.