

УДК 631. 544:581. 133

СУБСТРАТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

А.В. Курамышин, соискатель кафедры почвоведения, агрохимии и агроэкологии Ульяновской ГСХА

В настоящее время возрастает потребность снабжения населения овощными культурами в течение всего года. Значительная доля в производстве овощных культур приходится на защищенный грунт.

В защищенном грунте применяют разнообразные виды субстратов. Выбор субстрата связывают, в первую очередь, с его экономической составляющей – стоимостью, затратами на доставку к месту использования и утилизацию, легкостью размещения и удобством работы с ним, а также с его технологичностью и стабильностью водно-физических свойств, что очень важно для роста и развития культуры.

При выборе субстрата нужно первоначально рассмотреть требования растений и системы их выращивания. Они определяют, какой должен быть субстрат по влагоемкости, воздухоемкости, буферности, насколько он должен быть долговечным.

Для корневой системы растений немаловажно, чтобы она всегда получала достаточное количество питания (кислород, вода и питательные вещества). Корнеобитаемая зона должна быть управляемой в том, что касается воды и питательных веществ, поэтому субстрат должен иметь достаточную буферную емкость для питательных элементов. При выборе субстрата также необходимо учитывать достоверность указываемых характеристик.

Для основных овощных культур применяют следующие виды субстратов: торф, цеолит, минеральная вата, пемза, перлит, пенопласты, вспененный полиуретан, кокос, керамзит и т.д. Состав почти всех этих субстратов адаптируют к ситуации, изменяя размер фракций, форму и размеры контейнеров (мешки, мопалы, ящики и т.д.).

Каждый овощевод должен внимательно оценивать свойства субстрата для собственной производственной ситуации. Для этого большинство овощеводов выбирают однолетний субстрат, который можно быстро удалять из теплицы.

Хозяйства, располагающие зимой временем для пропаривания, часто применяют хорошо пропариваемый субстрат. Однако из-за скапливания в субстрате органических веществ (старых корней) его влагоудерживающая способность увеличивается. Хозяйства, желающие использовать субстрат в течение нескольких лет, часто начинают работать с достаточно сухим субстратом.

Почти на каждой среде можно выращивать растения, но нельзя сказать, что все субстраты пригодны для овощеводства. Необходимо знать их особенности и их физико-химические свойства. Это может иметь в конечном счете решающее значение,

так как при использовании торфяных субстратов мы можем через три – четыре месяца иметь в нем 3-5% кислорода вместо 25-30%, а приобретаемый дешевый минераловатный субстрат неизвестного происхождения может не соответствовать заявленным показателям.

Субстрат должен соответствовать большому числу требований. В первую очередь он должен быть долговечным, безопасным в применении, безопасным для окружающей среды при изготовлении, применении и утилизации. Материал субстрата должен иметь хорошее соотношение воздуха и воды, обладать достаточной буферной емкостью для химических элементов [3].

Хотя производители минеральной ваты и стекловолокна затрачивают большие усилия для переработки отходов и вторичного применения материалов, овощеводческие и экологические организации недовольны большими объемами отходов, образующихся в результате однолетнего применения субстратов. Кроме того, для транспортировки и реутилизации необходимо затрачивать очень много энергии, поэтому можно ставить под вопрос заявление производителей о безопасности субстратов с точки зрения экологии. Большинство специалистов считают, что предельный срок использования субстратов – 5 лет.

Производители перлита ведут поиск дешевого материала для мешка, который был бы устойчивым к ультрафиолетовым лучам, был пригоден для пропаривания и служил не менее 5 лет. Растение также имеет большое значение для срока службы субстрата. В керамзите и пемзе остатки корней могут оказывать влияние на их физические свойства. Поставщики считают, что через 5 – 7 лет субстрат нужно промыть, после чего его снова можно будет использовать. В субстрате из пенопласта с каждым годом на несколько процентов увеличивается количество органического материала, поэтому с течением времени он становится все более влажным. Поставщики матов из пенопласта оценивают срок их службы в 7-10 лет.

Многие овощеводы до последнего выжидают с выбором субстрата. При этом следует отметить, что многие новейшие субстраты еще не доказали своего превосходства над старыми.

В связи с этой целью нашей работы было проанализировать положительные и негативные свойства наиболее распространенных субстратов, применяемых в защищенном грунте при малообъемной технологии.

Типы субстратов

Минеральные субстраты

Перлит. Перлит производят из вулканических алюмосиликатных горных пород, похожих на пемзу. Порода состоит из множества частиц, содержащих воду. Ее очищают, перемалывают и плавят при температуре в 870 – 930°. При такой температуре вода и газы, которые имеются в структуре разрушаемой породы, переходят в газообразное состояние и расширяются в 4-12 раз и образуется белый высокопористый гранулированный материал с низкой плотностью[2].

Отдельные гранулы, размеры которых варьируют в пределах 0-6 мм, имеют грубую неровную поверхность и содержат замкнутые наполненные воздухом полости.

Как и большинство субстратов, используемых в настоящее время в растениеводстве, перлит первоначально разрабатывали для промышленных нужд, однако с начала 60-х годов прошлого века его стали применять в растениеводстве. Так, в 1960-х годах он был популярной составной частью компостов для горшочков, особенно для торфоперлитных смесей, разработанных в США, и до сих пор широко используется в этом качестве.

Перлит очень легкий материал, его плотность в россыпи составляет около 100 кг/м³. Поверхность каждой частицы покрыта мелкими углублениями, обеспечивающими очень большую площадь поверхности, которая позволяет удерживать влагу и питательные элементы и делает их доступными для корней растений. Размер частиц у промышленно выпускаемых перлитовых субстратов зависит от производителя, в среднем это бывает не менее 3 градаций с размерами частиц 0-1 мм, 0,6-2,5 мм и 1-7,5 мм. В растениеводстве обычно используют перлит в диапазоне 1,5-4,5 мм.

Кроме того, из-за их физической формы каждая частица имеет доступ для воздуха и обеспечивает оптимальную аэрацию и дренаж.

Так как перлит стерилен, он свободен от болезней, семян и насекомых.

Величина pH материала 6,5-7,5, но это имеет небольшое практическое значение, так как материал не обладает существенным влиянием на pH питательного раствора, удерживаемого внутри этого объема. Отдельные гранулы достаточно прочны для оказания сопротивления некоторому давлению без разрушения, поэтому субстрат можно повторно использовать несколько раз без каких-либо существенных изменений его физических свойств. Он устойчив к температуре пара, поэтому его можно стерилизовать при необходимости как на месте, так и в россыпи в автоклаве. ЕС менее 0,2 мСм/см.

По данным химического анализа некоторых перлитовых продуктов содержание элементов в нем составляет: SiO₂ 65-80%; Al₂O₃ 12-16; Na₂O 3-5; K₂O 2-4; Fe₂O₃ 1-3; CaO 0-2%; либо (мМ/л): 0,1 NH₄⁺; 0,1

K; 0,5 Na; 0,1 Ca; 0,1 Mg; 0,1 NO₃⁻; 0,3 Cl; 0,1 SO₄²⁻; 0,1 HCO₃⁻; 0,01 P.

Перлит применяется для повышения воздухоемкости и действует как дренажное средство. У него – умеренный водный буфер, он нечувствителен к высыханию, оказывает положительное действие на водопроницаемость, что благоприятно для распределения влаги. Очень стабильный материал, если не нагружается механически.

Перлит – инертный материал. Это означает, что в нем при поливе не происходит ни химических, ни физических реакций. Если перлит увлажнять нейтральной водой, то pH будет варьировать от 6,5 до 8,0. Питательный раствор вокруг корней изменяется только под действием активности растений, или когда изменяется состав питательного раствора.

Следует также отметить, что перлит стоит значительно дешевле, чем другие субстраты и требует меньше инвестиций.

Минеральная вата. Минеральную вату получают из расплава базальта, известняка и кокса. Процесс плавления идет при температуре 1600°. Минерал становится монолитным и его затем помещают на центрифужный диск, который делает из застывающей массы волокна, которые затем можно снова утилизировать и формировать плиты или использовать пучками. Субстрат выпускается также в гранулированной форме и в виде блоков [1].

Минеральную вату поставляют в форме матов, блоков для рассады, втулок, кубиков или гранулированной форме. Маты из минеральной ваты бывают двух типов: для однолетнего и многолетнего применения. Структура волокон и их распределение определяют влагоемкость матов. Минеральная вата при низкой величине pH (<5,0) распадается и химически инертна.

Минеральная вата может удерживать большое количество воды. Однако однажды высохшую минеральную вату очень трудно увлажнить во второй раз. Ее необходимо регулярно промывать, поскольку в ней накапливаются минеральные вещества, а промывка – это уничтожение питательных веществ.

Все минераловатные плиты стандартной плотности сохраняют структуру в течение 7 лет и более для одной культуры длительного выращивания, или выдерживают повторное использование в течение 2-3 лет со стерилизацией паром перед каждой новой культурой. Плиты с пониженной плотностью имеют более короткий эксплуатационный период, но даже их можно стерилизовать и постоянно использовать по меньшей мере еще раз, если они хорошо сделаны.

Предпосылка многолетнего использования мата – это его хорошая структура. Профиль мата должен быть абсолютно правильным. Важным фактором при оценке возможности оставить мат на второй год является структура мата. Она должна быть хорошей. Слишком рыхлые маты могут создать проблемы с *Pythium* и другими фитопатогенными

грибами для последующей культуры. Если в хозяйстве появился вирус мозаики или *Fusarium*, то маты из теплицы в конце сезона нужно удалять.

Растениеводы платят немалые деньги на утилизацию минеральной ваты, но самая большая часть стоимости приходится на транспортные расходы для доставки отходов к месту заделывания в землю.

Цеолииты. Цеолииты являются естественно встречающимися в природе минералами. В природе они представляют собой пузыристые алюмосиликатные частицы, проявляющие свойства высокой избирательной абсорбции по отношению к калию и аммонийному азоту. Их применение в растениеводстве ограничивается тяжестью при работе с ними и химическими свойствами.

Первостепенным свойством цеолитов является их высокоспецифичная абсорбция и высвобождение ионов из системы. Это зависит от размеров пор и заряда их поверхности. Емкость поглощения цеолитов зависит от типа цеолита, а скорость насыщения – от размера фракций. Необходимо учитывать, что в процессе эксплуатации возрастает доля мелкой фракции цеолита (0-2 мм). Использовать цеолиты лучше в чистом виде, так как при использовании в смеси с другими субстратами нарушается режим питания и водно-физические свойства грунта.

Вместе с тем следует признать, что в силу своих специфических свойств, связанных с выделением элементов из кристаллической решетки при контакте с питательным раствором, данный субстрат является трудно контролируемым и может преподнести нежелательные сюрпризы.

Керамзит. Керамзит получают вспениванием тяжелой глины при высокой температуре. Во время спекания происходит разложение сульфида железа. Освобождающиеся газы вспенивают глину. Для получения керамзита используют только специальные сорта глины с низким содержанием растворяющихся в воде солей.

Химические добавки при изготовлении керамзита излишни, pH – нейтральной, а ЕС – низкая.

Керамзит – легкий материал, содержащий, благодаря пористой структуре, много воздуха и мало воды. Измельченный керамзит и некрупные фракции керамзита удерживают значительно больше воды.

В овощеводстве керамзит применяют с 1990 г. исключительно для выращивания огурцов. В овощеводстве он применяется только в измельченном виде. Керамзиту не доверяют из-за его низкой влагоудерживающей способности.

Органические субстраты

Торф. Торф широко используется в теплицах России в качестве субстрата для выращивания овощных культур или является одним из компонентов сложных субстратов, а также основой многих компостов. Чтобы получать высокие урожаи на торфяных субстратах, необходимо знать свойства поставляемого в хозяйство торфа. Его можно подразделить на 3 основных типа: низинные (эвотор-

фные), верховые (олиготорфные) и переходные (метоторфные).

Различные виды торфа отличаются по своим свойствам, поэтому перед их использованием необходимо выполнить следующие анализы: по определению степени разложения, влажности, предельной влажности, зольности, кислотности (pH солевой и водной вытяжки), гидролитической кислотности (ГК) и т.д.

Требования, предъявляемые к торфу, должны отвечать следующим положениям:

- Продукция при обычном применении не должна содержать химических соединений, губительных для растений.

- Можно применять только фитосанитарно чистые материалы. Такие материалы должны быть свободными от болезнетворных микроорганизмов (нематод, грибов, бактерий, вирусов, насекомых), если другое не указано в требованиях, предъявляемых к продукту.

- Торф не должен содержать любые семена (сорных растений), способные к прорастанию, если другое не указано в требованиях, предъявляемых к продукту.

- Торф не должен содержать живые корни или зеленые части растений.

- Торф не должен быть смешанным с нежелательными материалами, как камень, стекло или древесина.

- Торф не должен быть радиоактивно зараженным, 370бк ($Cs_{134} + Cs_{137}$).

Торф должен удовлетворять всем нижеследующим требованиям (табл. 1), включая ЕС, pH и стандарты по основным элементам:

Дополнительные требования: содержание влаги: < 80% по весу, органическое вещество: > 90% по весу, содержание воды: > 3,5 г сухого вещества, исключая замороженный черный торф и прессованный торф.

Классификация торфа представлена в таблице 2.

Торф, по меньшей мере, должен соответствовать стандартам, указанным для торфа типа 5. Типологическая классификация не распространяется на спрессованный торф и замороженные волокна черного торфа.

Торф должен добываться на целинных болотах, т.е. болотах, ранее никогда не использовавшихся в сельскохозяйственных целях (таких, как пахотные земли или луговые угодья). Для определения сорных растений следует применять следующие стандарты: полевые сорные растения <5/м²; общее количество сорных растений <32/м².

Необходимо отметить, что в связи с вышеизложенными требованиями торф имеет высокую стоимость.

Древесные субстраты. В Европе имеется несколько источников древесных волокон. Некоторые волокна вырабатывают из кусочков светлой древесины без дальнейшей обработки. По некоторым технологиям древесину разделяют на кусочки, а затем

1. Концентрация по соотношению объемов 1:1,5

Показатель	Стандарты
pH (H ₂ O)	3-4,5
ЕС (мСм/см)	<0,6
NN ₄ +NO ₃ (мМ/л)	<8,0
K (мМ/л)	<6,0
Na (мМ/л)	<1,7
Ca (мМ/л)	<3,0
Mg (мМ/л)	<3,0
NO ₃ (мМ/л)	<6,0
Cl (мМ/л)	<1,7
SO ₄ (мМ/л)	<3,0
P (мМ/л)	<1,5

2. Классификация торфа

Тип торфа	Название	Содержание воды, г/г
1	сфагновый торф	>9,0
2	солоmistый торф	>7,5
3	бурый торф	>6,0
4	замороженный черный торф	>4,0
5	черный торф	>3,5

нагревают и подвергают обработке давлением для удаления всех растворимых фракций и оставляют только нерастворимую фракцию лигнина.

Деревообрабатывающая отрасль имеет разнообразные отходы, которые можно перерабатывать в полезные продукты для растениеводства. Опилки измельчаются и просеиваются для получения разных фракций, которые успешно вводят в компосты. Сосновые опилки в общем пользуются большим спросом, но и другие типы древесных опилок также применяются после проверки их на наличие фитотоксичных соединений, встречающихся в природе.

Волокна, которые являются просто кусочками древесины, нуждаются в непосредственном добавлении азота для удовлетворения потребностей микроорганизмов, которыми заражают материал для разложения оставшихся растворимых углеводов и их производных. Существует только один способ избежать таких проблем – это химическая обработка кусочков дерева щелочью для растворения сахаров. Когда материал, обработанный нагреванием и давлением, получен, волокна, которые остались, относительно стабильны и имеют только небольшую потребность в дополнительном азоте. Эти стабилизированные волокна можно использовать только в смесях с незначительными корректировками уровней дополнительного азота. Преимуществом такого материала является то, что он стойкий, особенно когда используется только один источник светлой древесины.

Несмотря на то, что первоначально рН волокон находится выше 6, они имеют небольшую буферную способность и не должны рассматриваться как оказывающие какое-либо действительное влияние на рН, получающийся в результате смеси.

Включение древесного волокна в смесь ведет первоначально к увеличению ее воздушной порозности. Со временем, однако, она может уменьшиться, так как волокна становятся полностью увлажненными и частично уменьшаются в объеме.

Древесная сгущка также оказывает положительное действие на воздухоемкость, уменьшает

водный буфер в зависимости от типа и оказывает отрицательное действие на стабильность. Она разлагается в период использования в зависимости от метода подготовки к применению.

Опилки, получаемые из обрезков досок, имеют преимуществ в том, что содержат ценные количества азота в форме клеев, используемых в промышленности для соединения частиц. Когда клеи становятся влажными, они быстро расщепляются сначала до соединений аммиака (NH₃-N), а затем до соединений аммония (MH₄-N) и со временем – до нитратов (NO₃-N).

Так как субстраты на основе чистых опилок поглощают некоторое количество азота, то при применении удобрений и питательных растворов это следует учитывать. Они часто обладают более открытой структурой и проявляют тенденцию к более пониженной водоудерживающей способности, чем торф, поэтому для них могут потребоваться более частые поливы.

Во время первоначальных фаз процесса производства компоста высокие уровни свободного аммиака приводят к величинам рН, превышающим 8, но так как свободный аммиак уходит в атмосферу или превращается в аммоний, значения рН уменьшаются. Проблемой являются высокие уровни водорастворимого азота и связанных с ним хорошо растворимых солей.

Конечный материал имеет торфоподобный вид и очень хорошие характеристики вязкости. Основные проблемы относятся к стабильности субстрата и тенденции грибов колонизировать не созревшие кучи материала.

Древесное волокно содержит большое количество легко разлагающихся частей, в результате чего в нем размножаются микроорганизмы. В результате в субстрате меняется баланс доступного для растений азота. Поэтому этот субстрат требует постоянной подкормки азотом и почти непрерывно освежения питательного раствора, ибо дефицит азота влияет на урожай. Степень фиксирования азота зависит от вида древесных волокон.

Таким образом, многие субстраты содержат в себе элементы питания. Торф богат органическим веществом и при разложении его элементы становятся доступными для растений. Кристаллическая решетка цеолитов построена из четырех-, пяти-, шестичленных и еще более сложных колец, образованных кремнекислородными тетраэдрами. В результате такого строения во внутрикристаллическом пространстве цеолитов образуется система соединенных между собой и с окружающей средой пор, в которой располагаются обменные катионы кальция и натрия, реже калия, магния и молекулы «цеолитной» воды, в связи с чем они способны улавливать и удерживать при внесении в почвы воду, различные элементы. Однако субстраты, не имеющие никаких элементов (минеральная вата, перлит),

легки в применении, т.к. они инертные (корнеобитаемая зона относительно воды и питательных веществ управляемая). Нельзя сказать с уверенностью, что традиционные субстраты теряют свое значение с появлением новых материалов. Если управление поливом осуществляется качественно (исходя из физико-химических свойств субстрата), то на каждом субстрате можно получить хороший и качественный урожай.

При большом наличии разнообразных субстратов, применяемых в защищенном грунте, в каждом конкретном случае необходимо выбрать те, которые могли бы удовлетворять не только потребности растений, но и потребности овощевода (минимальные затраты на покупку, транспортировку и утилизацию).

Литература

1. Минеральная вата // Мир теплиц. 1997. №4. С. 38 – 42.
2. Перлит // Мир теплиц. 1997. №4. С. 42 – 43.
3. Тепличные субстраты // Мир теплиц. 2000. №7. С. 39 – 44.

УДК 633.2/3

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ЧИСТЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ ОДНОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ ТРАВ

М.А. Бударов, кандидат с.-х. наук, Ульяновская ГСХА

Наряду с поедаемостью и переваримостью зеленой массы животными важным показателем кормового достоинства однолетних трав является их химический состав. Общее содержание питательных веществ в урожае различных растений значительно отличается, поэтому выход питательных веществ с единицы площади имеет большое практическое значение. Знание химического состава кормовых культур – необходимое условие для разработки мероприятий по созданию полноценной кормовой базы, наиболее эффективного использования кормов. Но химический состав любого кормового растения не остается постоянным и зависит от условий произрастания и возделывания. Большое влияние на него оказывают условия увлажнения, воздействие света, температура воздуха, химический состав почвы и агротехника. Влияние условий увлажнения на химический состав растений обусловлено тем, что вода служит важнейшим реагентом превращения минеральных и органических веществ в растительном организме. Степень обеспеченности влагой влияет на все физиолого-биохимические процессы в растениях и тем самым в значительной мере определяет их химический состав. Свет, температура воздуха и химический состав почвы создают необходимые условия для фотосинтеза [1-4, 6].

В связи с этим в 2002-2004 гг. проводились исследования чистых посевов суданской травы и сорго и их смесей с бобовыми компонентами и кукурузой, продуктивность и химический состав растений в зависимости от климатических условий. В качестве контроля высевали суданскую траву и сорго в одновидовых посевах и традиционную для области однолетнюю смесь – вико-овес. Данные по продуктивности чистых посевов суданской травы и сорго и их смесей были опубликованы в 2005 году [3].

Опыты закладывались на опытном поле в учебно-опытном хозяйстве Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. Почва участка чернозем выщелоченный среднemosный средне-суглинистого механического состава, содержание гумуса в пахотном слое 6,0%, подвижного фосфора (по Чирикову) – 9,0 мг, обменного калия (по Масловой) – 10,5 мг на 100 г почвы, рН – 6,0, степень насыщенности основаниями – 95,8%.

Объектом исследований были сорта, включенные в государственный реестр по области: суданской травы – Кинельская 100; вики яровой – Льговская 31/292; гороха – Труженик; овса – Скакун; сои – УСХИ 6 и сорт кукурузы – Донская высокорослая. Норма посева семян каждого компонента равна 50% от полной нормы их посева в одновидовых