

Проект НИР по использованию осмотической селекции в гидропонике и аэропонике (ИХФ РАН – ИБХФ РАН, 2018)

Градов О.В.

Предлагается новый подход к определению свойств биоматериала после его биофизической обработки, предназначенный для выбора оптимальных форм для селекции – одновременно по нескольким физиологическим признакам, в общей форме, сводимым к различным проявлениям осмоса и проницаемости клеточных мембран, реактивно изменяющимся под действием того или иного физического или химического воздействия. Новый подход базируется на следующих принципиальных фактах:

1. Осмотическая резистентность определяет устойчивость формы клетки, что позволяет прогнозировать морфогенетическую стабильность таких клеток и соответствующих растений, а также, отчасти, их биомеханику.
2. Осмохимия, по определению, лежит в основе хемиосмотической теории Митчелла и, в целом, мембранной биоэнергетики, поэтому рационально использовать осмотические характеристики для определения некоторых важных для биоэнергетического обеспечения клетки факторов.
3. Апоптоз и автолиз клеток сопровождается ухудшением тургесцентных и осмотических свойств, что может быть являться критерием клеточной патологии, требующей элиминации носителей соответствующих клеток или соответствующих им растений из селекционного фонда. Также этот принцип может быть использован как средство индикации потребности в карантине растений – поскольку многие проявления фитопатологий (в том числе – вирусные) специфично соотносятся с этим критерием.

4. Способность к восстановлению формы после плазмолиза (обратимость плазмолиза), определяемая по плазмометрическим и осмометрическим критериям, является одним из индикаторов солеустойчивости клеток и тканей растений, а тургесцентность – индикатором засухоустойчивости и ряда других биоклиматических качеств растений (криоксерофитные и криомезоксерофитные растения можно разделить по криоосмометрии, а для психрофитов возможна количественная оценка водопотребления: от психроксеромезофитов до криорезистентных гидрофитов).
5. Способность к биоаккумуляции солей металлов и усвоению удобрений, в том числе – в ультрадисперсной / аэрозольной форме, контролируется осмометрическими методами и хорошо коррелирует со спектроскопией импеданса, определяющей ионную проницаемость клеточных мембран и стенок (можно оптимизировать закладку микроэлементов).
6. Транспирационный коэффициент (то есть удельное количество воды на единицу массы растения) для растений, выращиваемых в гидропонике и аэропонике, хорошо коррелирует с дескрипторами аномального осмоса, например, при диффузии воды через мембраны клеток растений. В силу этого, использование осмометрии как метода оценки эффективности тех или иных биофизических факторов на качество вегетации в аэропонике и гидропонике представляется целесообразным.
7. Коллигативные свойства растворов, определяемые не химизмом состава раствора, а числом кинетических единиц, крайне важны для аэропоники и гидропоники. К данным свойствам, в частности, относятся упругость пара, связанная с точкой росы / конденсацией и преодолением дефицита насыщения (влияющего на активность ряда систем растений), депрессия температуры кристаллизации (индикатор холодостойкости, измеряемый

методами криоосмометрии) и, собственно, осмотическое давление. Этот интегральный физический принцип, следующий из законов Рауля, даёт основания для заявлений о необходимости использования нескольких (а не одного) принципов осмометрии, акцентированных на исследованиях отклика клеток на среду и на измерении собственных свойств среды как раствора или гидрозоля с оптимизируемыми целевыми коллигативными свойствами. Таким образом, может быть внедрён принцип селекции, где осмотические свойства среды и отклика линии, являющейся предметом селекции, могут быть согласованы между собой (адаптивность отбора).

8. В основе вариаций корневого давления лежит осмотическая активность, циркадианно осциллирующая в зависимости от параметров среды. Если рассматривать программируемые режимы в фитотронах как регуляцию / контроль данных параметров среды, то необходимость контроля осмоса и подбора линий с оптимумом осмотических свойств становится вполне очевидной (в т.ч. – в фенологической и фотобиологической динамике).
9. Преодоление феноспектральных ритмов, а часто – и ультра- или инфраничных ритмов растения влечёт за собой изменение осморегуляции. В качестве перспективных линий можно рассматривать те, которые в этих условиях стабильно выдерживают показатели осморегуляции. Пример – увядание, связанное с осмосом, водно-солевым составом среды (стебли, выросшие в соляных растворах, не меняют длины и упругости – как это известно с классических опытов Палладина – тогда как не резистентные интактные растения теряют упругость и клеточную тургесцентность).
10. Пренебрежение наличием и транспортом высокомолекулярных веществ в элементарных осмотических моделях растительных клеток повлекло в итоге несходимость экспериментальных и теоретических данных, давая простор необоснованным спекуляциям о природе и энергетике трафика,

влияющего на ключевые свойства биомассы. В противовес этому нужно учитывать не только осмотическое, но и онкотическое давление, то есть не только вклад низкомолекулярных компонент, но и вклад коллоидно-осмотического давления (что позволяет высчитать молекулярную массу осмотического агента – согласно уравнению Вант-Гоффа). Применение стимуляторов роста, гербицидов и фунгицидов, являющихся сложными органическими веществами и композициями, делает это принципиально необходимым.

11. Изменение механических свойств клеточных мембран при воздействиях химическими и физическими агентами влечёт за собой сдвиг в кинетике и эффективности индуцированного цитолиза; в связи с этим, для оценки эффекта (особо – по критерию механической резистентности мембран) необходимо использование техники цитолозиметрии. Её совместимость с осмометрией, в том числе – в одной ячейке, не представляет сомнений и может быть реализована во внешних полях (ультразвук, КВЧ и т.д.).

Таким образом, предлагаются следующие возможные компоненты протокола осмометрически-опосредованной селекционной квалиметрии:

- Оценка осмометрических свойств среды / жидкости – пререквизит оценки её потребления в аэропонике или гидропонике.
- Оценка осмотической резистентности клеток – имеет смысл сравнивать отдельно протопласты и отдельно – тургесцентные с клеточными стенками.
- Оценка реактивности клеток к внешним воздействиям по изменению их осмотических характеристик.

Для реализации описанного подхода предлагается использование имеющейся на базе исполнителей техники и легко осваиваемых методов измерений:

- I. Осмометрия цитологических структур по Пфедферу (протопластов как своеобразных мембранных осмометров) и плазмометрическая техника с применением прогрессивных техник микроскопии и микрофотометрии.
- II. Совмещение осмометрии и цитометрии на проточном устройстве, в том числе – *in situ*, а также комбинирование их со счётом на Picoscale PS4 на другом принципе измерений.
- III. Использование криоскопического осмометра и парового осмометра для определения коллигативных свойств сред, используемых в аэропоники.
- IV. Внедрение методов коллоидной осмометрии / онкометрии в технологии поточного оценивания эффективности фунгицидов, стимуляторов роста и т.п. более высокомолекулярных, чем неорганические соли, веществ.
- V. Проведение предварительных поисковых работ по УЗ-цитоллизометрии, совмещённой с осмометрией и плазмометрией, согласно п. I этого списка, а также при контроле на принципах, отличных от спектротурбидиметрии или турбидиметрии вообще – согласно п. II.
- VI. Проведение измерений структурной анизотропии, в зависимости от типа / механизма плазмолиза.
- VII. Составление компаративных таблиц отклика осмотических дескрипторов в зависимости от: состава среды; нормального либо цитопатологического состояния протопласта; периодических и вариативных ритмов растения /

изолированной системы; ввода высокомолекулярных компонентов (таких как биоциды, стимуляторы роста / фитогормоны и т.д.); биофизической и иной обработки (в том числе – в режиме «фитотераностики», *in situ*).

VIII. Сопоставление данных импедансной спектроскопии и микроэлектродных методов локальной фиксации цитозлектрофизиологических параметров, в том числе – в средах заданной удельной электропроводности, с данными компаративной осмометрии различных линий, описанной выше. Данный пункт требует сборки установки, поэтому является вариативной опцией.



Наброски к теме по биофизической селекции

Писем: 3

O.V.GRADOV <o.v.gradov@gmail.com>

Кому: Юрий Мартиросян <yumart@yandex.ru>

Глубокоуважаемый Юрий Цатурович!

Высылаю обещанный материал. Там, я думаю, несколько больше, чем следует, но можете взять то, что посчитаете наиболее актуальным.

Только что завершил - прошу прощения за задержку.

С глубоким уважением,

Олег Градов

Приложений: 2



Осмотическая селекция.doc

48K



Осмотическая селекция.pdf

77K

Martirosyan Yuri <yumart@yandex.ru>

Кому: "O.V.GRADOV" <o.v.gradov@gmail.com>

Олег, большое спасибо за оперативность!