

К ПРИРОДЕ ДЕЙСТВИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ НА РАСТЕНИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Л. А. ХРИСТЕВА

Многочисленные исследования советских и зарубежных ученых показали, что относительная эффективность физиологически активных гумусовых веществ выше, когда внешние условия отклонены от нормы. Это значит, что под влиянием этих веществ повышается сопротивляемость растений к неблагоприятным условиям среды, причем независимо от того, какой фактор действует.

Обобщая вышеизложенное, мы пришли к выводу, что физиологически активные вещества гумусовой природы повышают общую неспецифическую сопротивляемость организма [1] и что под влиянием неблагоприятных факторов среды ингибируются ведущие процессы метаболизма, которые отвечают за важнейшие жизненные функции. К ним нужно отнести прежде всего энергетические процессы и синтез нуклеиновых кислот, ответственных за передачу как генетической информации, так и за информацию при синтезе белка, а также собственно синтез белков ферментов, которые направляют и контролируют весь цикл клеточного метаболизма. Отсюда вытекает, что только при восстановлении этих процессов возможно повышение неспецифической сопротивляемости организмов к ингибирующим факторам среды независимо от их характера и вызываемых ими первичных поражений.

Нужно напомнить, что термин «неспецифическая сопротивляемость» взят из медицины, куда был введен крупнейшим физиологом нашего времени Селье. Он же является автором концепции, наметившей особо перспективные пути обобщений о так называемом стрессе. Не совсем обычный для биологии и медицины термин «стресс» Селье позаимствовал из физики, где под этим названием понимается напряжение, как производное силы и сопротивления.

В биологическом понимании стресс — состояние организма, результирующее взаимодействие повреждения и защиты.

Состояние стресса по Селье характеризуется стереотипом специфических для него симптомов, но оно может возникнуть в организме и в результате самых разнообразных неспецифических воздействий.

Специфический для стресса симптомокомплекс Селье назы-

вает адаптационным синдромом, который рассматривается как защитная реакция организма.

Природу адаптационного синдрома у растений, который возникает, когда они подвергаются действию стрессовых факторов, В. Ф. Альтергот видит в наличии двух видов устойчивости: «пассивной», основанной главным образом на структурных особенностях, определяющихся генотипом данного вида, и «активной», связанной с перестройкой метаболизма клеток и целостного организма. Он подчеркивает, что первый вид устойчивости — структурной — не исчерпывает всех возможностей растений. Во втором случае стрессовые факторы, действуя прерывисто, длительно на разновозрастные органы, создают возможность к адаптации на основе саморегулирования на всех уровнях организации растительного организма. Это достигается путем реутилизации веществ, формированием новых структур и процессов. «Все решает способность к перестройке, к ростовому обращению повреждений» [2, 3].

Итак, решающим фактором повышения неспецифической сопротивляемости растений к экстремальным факторам среды является перестройка метаболизма с последующим использованием продуктов для осуществления роста и развития растений.

Общеизвестно, что в центре метаболизма и всех репарационных процессов на уровне клетки лежит белок-синтезирующая система, которая в соответствии с наследственной программой развития отвечает за образование всей гаммы ферментов, в свою очередь ответственных за метаболизм на разных этапах онтогенеза.

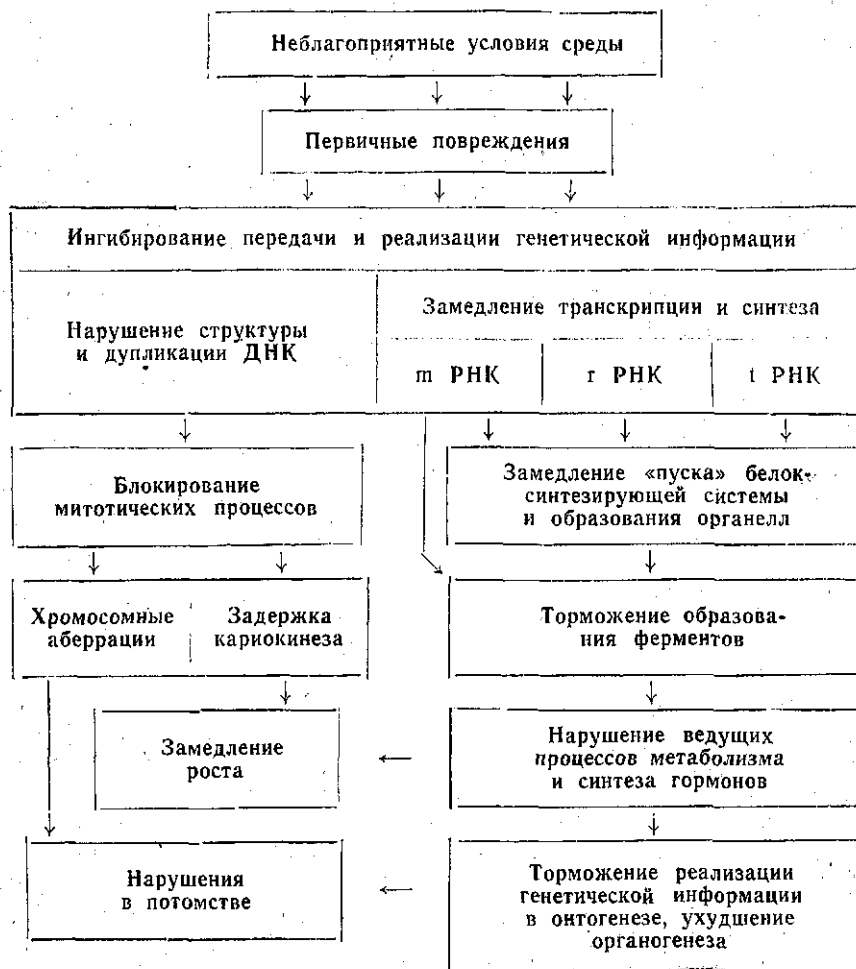
Угнетение роста и развития растений под влиянием стрессовых факторов в значительной степени есть следствие поражения данной системы. На уровне современных представлений о роли белок-синтезирующей системы в клетках и реализации ее функций в общем цикле онтогенеза поражающее действие экстремальных факторов на организм растений может быть представлено в виде схемы-гипотезы 1 (табл. 1).

Рассмотрим теперь возможный путь воздействия физиологически активных веществ на восстановление таких поражений.

Изучая природу действия этих веществ и опираясь на экспериментальный материал [4, 5], мы пришли к выводу, что они оказывают положительное влияние на термодинамическое состояние организма. Кроме того, ионодисперсные формы этих веществ, проникнув в какой-то мере в клетки растений [8, 9], метаболизируются и, благодаря наличию в них хиноидных и полифенольных групп, усиливают окислительно-восстановительные процессы [6, 7]. Сейчас высказывается предположение, что

в силу наличия электронно-донорных свойств у молекул гуминовой кислоты [10, 28, 29] она может быть использована клеткой для усиления электронно-транспортной цепи как при дыхании, так и фотосинтезе. Вследствие этого клетки получают дополнительный источник энергии, который в процессе саморегуляции используется ими прежде всего для усиления синтеза

Таблица 1
Ведущие этапы ингибирующего воздействия неблагоприятных условий среды на растения (схема-гипотеза 1)



нуклеиновых кислот, что в свою очередь обуславливает ускорение образования белков-ферментов и белков-конституентов. В нормальных условиях это приводит к стимуляции роста и развития, а в экстремальных — к ускоренным репарациям белок-синтезирующих систем и снятию блоков, которые вызываются недостаточностью этих систем.

Известно, что синтез всех форм РНК, как и ДНК, осуществляется [13, 30] энзиматически, путем конденсации нуклеозидтрифосфатов с выделением пирофосфата, причем нуклеозидтрифосфаты генерируются из нуклеозидмоно- или дифосфатов путем реакции их с АТФ. Поэтому мы предположили, что физиологически активные вещества, которые в первоначальной фазе взаимодействуют с компонентами клетки, модулируют в них дополнительное количество макроэргов в форме АТФ, ускоряют образование нуклеозидтрифосфатов и тем самым влияют на скорость синтеза этих кислот.

Чтобы проверить это предположение, были проведены эксперименты со специфическими ингибиторами этих реакций и физиологически активными веществами, наблюдения за ростом растений, митотической активностью клеток меристематических тканей, изучением состояния нуклеиновых кислот гистохимическими методами, цитофотометрическим определением количества ДНК и автордиографическим исследованием включения предшественников синтеза ДНК, РНК — тимидина и уридина, меченных по тритию, [14, 15, 16], а также ^{32}P .

Воздействие ингибиторов и физиологически активных веществ осуществлялось путем замачивания семян в водном растворе с последующей пересадкой на другой раствор.

Результаты этих опытов показывают, что, если подавить синтез ДНК или РНК, то скорость ростовых процессов снижается. Установлено, что при воздействии физиологически активных веществ угнетающее действие на ростовые процессы ряда ингибиторов синтеза нуклеиновых кислот — пирофосфата, 8-азогуанина, РНК-нуклеазы и ДНК-нуклеазы, а также хлорамфеникола — в какой-то степени снимается.

Результаты общих цитологических и цитохимических исследований корневой меристемы кукурузы показали, что под влиянием гумата натрия и АТФ значительно увеличивается митотическая активность меристематических клеток и несколько укрупняются размеры их ядер и увеличивается частота встречаемости интерфазных ядер с большим количеством ДНК. Все это свидетельствует об усилении синтеза нуклеиновых кислот под влиянием физиологически активных гумусовых кислот и снятии блоков, вызванных их недостаточностью.

Подтверждением этому служат полученные автографы включения тимидина ^3H в ДНК ядер [17]. Анализ показал, что в проростках кукурузы, выращенных на растворе гумата натрия и АТФ, тимидин ^3H активнее включился в ДНК интерфазных клеток, тогда как в варианте с 2,4-динитрофенолом метка полностью отсутствовала. Наблюдалось снижение интенсивности включений метки в ядерную ДНК под воздействием хлорамфеникола, что говорит об участии в этом процессе белков-ферментов. Исследование синтеза РНК в меристематических клетках показало усиление включения уридина ^3H , особенно в ядерной и ядрышковой зонах. Вторая говорит об усилении синтеза м-РНК, так как структурные гены располагаются в той РНК, как известно, закодирована в локусе ДНК, непосредственно связана с ядрышковой зоной, а первая — об усилении синтеза м-РНК, так как структурные гены располагаются в той части ДНК, которая расположена в ядре клетки. Усиление включения тимидин ^3H в ядро под влиянием изучаемых веществ говорит о влиянии их на синтез ДНК. Опыты по изучению указанного вопроса при помощи ^{32}P (21) в свою очередь показали, что физиологически активные гумусовые вещества положительно влияют на метаболизм и фосфорсодержание нуклеиновых кислот и свободных нуклеотидов.

Уже говорилось, что стресс по Селье результирует поражение и защиту одновременно, причем генерализованный адаптивный синдром неспецифичен и не зависит от характера фактора, вызвавшего стресс. Если считать, что в центре поражающего действия экстремальных факторов лежит ингибирование в клетках белок-синтезирующей системы, то, очевидно, и реализация защитных реакций организма должна начинаться с восстановления этой системы. Нужно сразу оговориться, что белок-синтезирующая система для своего нормального функционирования требует не только постоянного потока информации, но и притока пластических масс и энергии. Вот почему в модификационных эффектах такую большую роль играет питание растений и условия, необходимые для их нормальной жизнедеятельности. И в то же время «пультом управления», «рубильником», который включает и выключает эту систему, является реализация генетической информации, без которой она функционировать не может. Но реализация генетической информации, по современным представлениям, связана прежде всего с процессом репрессии и дерепрессии генов. Здесь нужно напомнить, что дерепрессия генов относится к адаптивным реакциям организма, так как при этом в действие вводятся новые участки генома, которые обеспечивают дополнительное образование белков-фер-

ментов и белков-конституентов, благодаря чему ускоряется образование клеточных структур, без которых невозможна нормальная функция клеток.

Однако в этом случае депрессия дополнительных участков генома касается не только структурных генов, а и генов, ответственных за синтез рибосомальной и транспортной РНК.

Используя метод гибридизации ДНК и РНК в теле, было показано, что высшие организмы — эукариоты — содержат в геноме большое число повторяющихся коротких нуклеотидных последовательностей, благодаря чему число их копий может быть очень большим [19].

Функция многочисленных копий участков ДНК еще точно не известна, но есть предположение, что благодаря им ряд генов, кодирующих необходимые в большом количестве компоненты клетки, например, гистоны, рибосомальную, транспортную РНК, должен быть представлен в большом количестве, благодаря чему будет усилен весь цикл белок-синтезирующих систем. Высказывается мысль, что избыточность р-ДНК, с которой транскрибируется р-РНК и т-РНК, является одним из путей, которым в клетке контролируется образование рибосом [20].

Известно, что информация, закодированная на этих участках генома, может быть реализована, если они будут дерепрессированы. Это осуществляется веществами, получившими название эффикторов-триггеров.

Триггеры, как известно, в жизни клетки играют роль пусковых механизмов. Они дерепрессировывают участки генома, отвечающие за синтез определенных ферментов и за образование рибосомальной и транспортной РНК, благодаря чему и запускается вся белок-синтезирующая система. И нужно думать, что чем большее количество «повторов» на р-ДНК будет дерепрессировано, тем с большей активностью будет синтезировать вся эта система и тем выше будет сопротивляемость организма неблагоприятным условиям среды.

Однако нельзя забывать, что синтез самих триггеров, а в их качестве функционируют, по современным представлениям, гормоны роста — гиббереллиновая кислота, ауксины и другие — в неблагоприятных условиях заторможен. И не случайно В. Ф. Альтергот и его сотрудники относят новообразование физиологически активных веществ в растении к адаптационному синдрому. Они показали, что в неблагоприятных условиях добавление физиологически активных веществ в питательные смеси положительно сказывается на повышении резистентности растений. Отсюда становится важно выяснить, не обладают ли фи-

физиологически активные формы гуминовых кислот триггерными свойствами.

Известно [31], что при прорастании семян роль триггера выполняет гиббереллиновая кислота. Она образуется в зародыше, затем протекает в алейроновый слой и, попадая в ядра его клеток, дерепрессирует указанные участки генома и запускает всю белок-синтезирующую систему.

Очень удобным тестом на триггерные свойства является скорость образования альфа-амилазы в эндосперме ячменя после удаления зародыша [21]. Данные таблицы 2, в которой приводятся усредненные данные семи опытов по влиянию изучаемых веществ на активность альфа-амилазы, показывают, что эти вещества способствуют образованию данного фермента в эндосперме, лишенном зародыша, а следовательно, и естественного источника триггера. Эти данные в значительной степени подтверждают мысль, что физиологически активные вещества гумусовой природы обладают триггерными свойствами.

Таблица 2

Влияние физиологически активных гуматов на активность α -амилазы в семенах ячменя сорта Донецкий 4

Объект исследования	Среда замачивания	Интенсивность окраски крахмального раствора с добавлением вытяжки		Активность α -амилазы по разложению крахмала, усл. ед.
		после кипячения	без кипячения, усл. ед.	
Эндосперм ячменя без зародыша	H ₂ O	0,570	0,563	0,070
	р-р гумата натрия 0,01%	0,571	0,439	0,132
Целые семена ячменя	H ₂ O	0,573	0,441	0,132
	р-р гумата Na 0,01%	0,570	0,257	0,313

Примечание. Опыты проводились П. Г. Прохоровой и Л. Н. Ревой.

Дело в том, что гиббереллиновая кислота дерепрессирует в прорастающем зерне ячменя гены, где закодирована информация о строении α -амилазы, протеазы и рибонуклеазы, то есть ферментов, играющих большую роль в мобилизации запасных веществ эндосперма.

Влияние гумусовых веществ на активность этих ферментов изучалось в работе [22]. В ней показано, что активность кислой протеазы в эндосперме ячменя на третьи сутки составила: при замачивании в воде $20,41 \pm 2,24$ усл. ед. оптической плотности;

в гумате — $37,30 \pm 1,73$. Активность рибонуклеазы соответственно была $209,1 \pm 10,1$ и $239,7 \pm 8,9$, что лежит в пределах достоверности. И поскольку этому должна предшествовать депрессия этих генов, нужно думать, что увеличение активности этих ферментов под влиянием физиологически активных гумусовых веществ объясняется их триггерными свойствами.

В параллельном опыте с 3-дневными проростками ячменя определяли содержание нуклеиновых кислот (табл. 3).

Таблица 3

Влияние замачивания семян ячменя в растворе гумата натрия на содержание нуклеиновых веществ в 3-дневных проростках

Семена замочены	Содержание, мг%		
	свободных нуклеотидов	РНК	ДНК
В воде	7,65	119,6	19,4
В 0,005%-ном р-ре гумата натрия	15,25	202,3	35,8

Примечание. Метод определения по Нетупской, анализы проведены Л. А. Приходько.

Данные показывают, что если под влиянием гуминовых веществ в эндосперме усиливаются гидролитические процессы и образуются продукты распада нуклеиновых кислот, то в растущих органах растения они используются на их синтез. Эти данные вполне согласуются с вышеизложенным и подтверждают мысль, что изучаемые вещества действительно способствуют запуску белок-синтезирующей системы.

Однако данные табл. 3 не позволяют судить о том, на синтез каких форм РНК больше действуют изучаемые физиологически активные вещества. В связи с этим приведем данные другого опыта с проростками подсолнечника, в котором о влиянии гуматов судим по интенсивности включения ^{32}P в разные фракции нуклеиновых веществ, в том числе и в высоко- и низкомолекулярную РНК. Методика этого опыта подробно описана в работе [18].

Из таблицы 4 видно, что среднее увеличение включения метки под влиянием гуминовой кислоты для всех нуклеиновых веществ равно 34,4%. Однако влияние на ДНК меньше средней, а на РНК, особенно в высокомолекулярную — больше.

Известно, что к высокомолекулярной РНК относятся рибосомальная и матричная ее формы. Но поскольку м-РНК составляет всего 2—5% от всей РНК клетки, простой расчет дает

право предположить, что в нашем опыте полученные данные следует объяснить не только ускорением синтеза м-РНК, а главным образом р-РНК.

Таблица 4
Влияние гумата натрия на включение ^{32}P в различные формы нуклеиновых веществ у проростков подсолнечника

Среда выращивания проростков	Форма нуклеиновых веществ	Удельная активность в импульсах на γ фосфора за 100 сек.	Увеличение удельной активности под влиянием гумата Na, %
Вода Гумат Na 0,005%	Свободные нуклеотиды	3194 \pm 146 4295 \pm 172	34,5
Вода Гумат Na 0,005%	ДНК	1647 \pm 41 1985 \pm 268	20,5
Вода Гумат Na 0,005%	РНК высокомолекулярная	541 \pm 52 831 \pm 78	53,6
Вода Гумат Na 0,005%	РНК низкомолекулярная	1861 \pm 187 2633 \pm 94	41,5

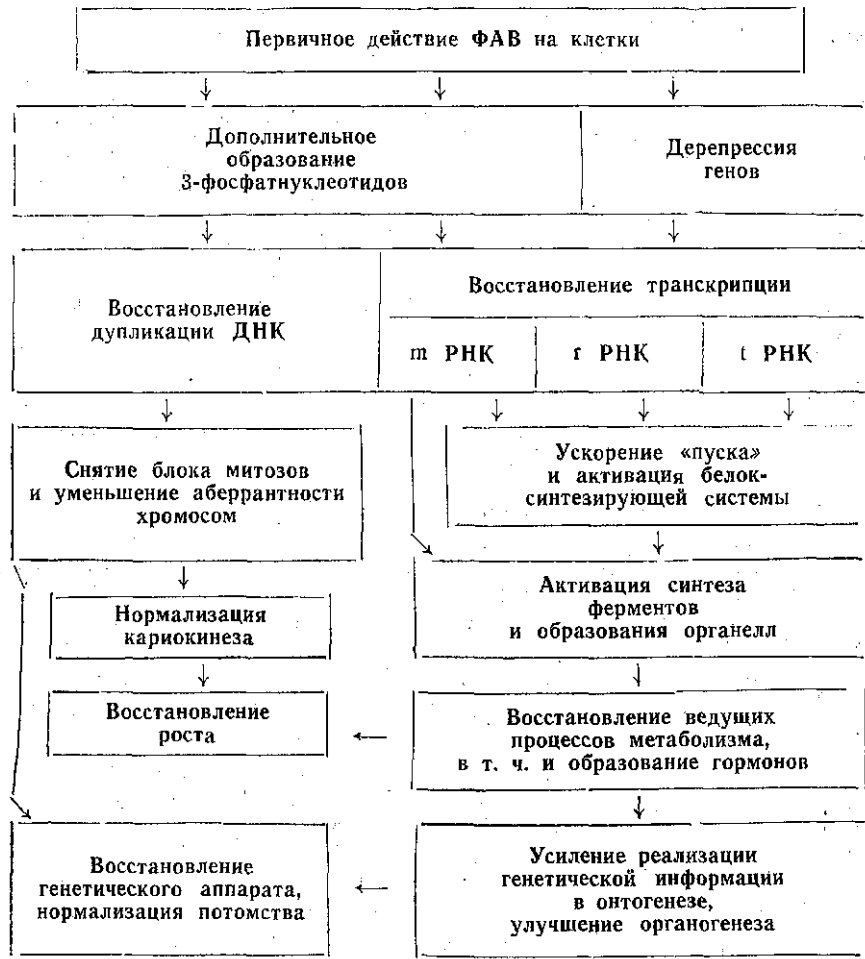
Однако сказать, образована ли она за счет усиления реакции Коренберга-Вейса или благодаря дерепрессии соответствующих участков генома, трудно. И все же при более внимательном ознакомлении с этой таблицей складывается мнение, что оба пути имеют место. Дело в том, что в основе дубликации ДНК, в процессе которой увеличивается ее содержание, лежит другой регулирующий механизм. И опыт действительно показывает, что в этом случае влияние гуминовой кислоты было менее заметно.

Значит, нужно думать, что здесь основным фактором активации синтеза ДНК является улучшение энергетических возможностей. В случае с влиянием на РНК, когда ее содержание увеличилось почти в 2 раза, видимо, действовали оба фактора — увеличение энергетических возможностей и дополнительная дерепрессия генов, в т. ч. и детерментных.

Возвращаясь к опытам с меченым предшественником синтеза РНК — уридином ^3H и учитывая специфическую локализацию метки в клетке над ядерно-ядрышковой зоной, а также увеличение общего количества меченых клеток в популяции меристематических тканей под влиянием гумусовых веществ, мы склонны видеть в этом еще одно доказательство того, что физиологически активные формы гуминовых кислот обладают триггерными свойствами.

Таблица 5

Ведущие этапы влияния физиологически активных гумусовых веществ на сопротивляемость растений к неблагоприятным условиям среды (схема-гипотеза 2)



Все это позволяет сделать вывод, что физиологически активные гумусовые вещества могут участвовать в регулировании реализации генетической информации, будучи триггерами неспецифической природы. Они способствуют запуску всей белок-синтезирующей системы, что имеет особенно большое значение в неблагоприятных условиях среды. Такое действие гуматов, вос-

становившая ведущие процессы метаболизма, вызывает ответные реакции растительных организмов, которые выражаются в нормализации основных физиологических процессов, что и реализуется растением в онтогенезе. Воздействие изучаемых веществ на растения в неблагоприятных условиях среды удобно показать в виде схемы-гипотезы 2 (табл. 5).

Данные, приведенные в статьях [23, 24], в значительной степени подтверждают реальность предлагаемой схемы-гипотезы на разных этапах онтогенеза.

Усложнение в эту схему-гипотезу вносит случай, когда в качестве экстремального фактора действуют вещества, вызывающие токсикозы у растений, например, пестициды. Известно [25, 26], что они не только могут поступать в растения, а даже накапливаться в с.-х. продукции. Растение же в борьбе за гомеостаз должно от них как-то освобождаться. Чаще всего это их разложение в растениях до нетоксических продуктов или даже выделение через корни и при транспирации. Однако эти процессы осуществляются также ферментативно [27]. Следовательно, восстановление белок-синтезирующих систем клетки играет и с этой точки зрения ведущую роль.

Вопросы, поднятые в данной статье, подлежат дальнейшему изучению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Христева Л. А. Действие физиологически активных гуминовых кислот на растения при неблагоприятных внешних условиях. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, т. IV, Днепропетровск, 1973.
2. Альтергот В. Ф., Мордкович С. С. Роль повышенной температуры в комплексном действии засухи на растение. — В сб.: Физиология приспособления растений к почвенным условиям. Новосибирск, «Наука», 1973.
3. Альтергот В. Ф., Джексеналиев К. Д. Транспорт фосфор- и азотосодержащих соединений из поврежденной повышенной температурой верхушки в корнеобразующую зону органа. — В сб.: Физиология приспособления растений к почвенным условиям, Новосибирск, «Наука», 1973.
4. Христева Л. А., Реугов В. А., Старостин А. Н. Влияние гуминовых кислот на биоэлектрический потенциал у растений. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, т. III, Киев, 1968.
5. Старостин А. Н. К вопросу о термодинамических процессах в растениях и влиянии на них некоторых физиологически активных веществ. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, т. III, Киев, 1968.
6. Христева Л. А. Физиологическая функция гуминовой кислоты. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, т. I, Харьков, 1957.
7. Христева Л. А. Еще о функции гуминовых кислот в обмене веществ у высших растений. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, т. II, Киев, 1962.
8. Фокин А. Д. Роль гумусовых соединений в минеральном питании растений. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, т. V, Днепропетровск, 1975.
9. Фокин А. Д., Бобыр Л. Ф., Епишина Л. А., Кравцова Л. В., Христе-

ва Л. А. О проникновении гумусовых веществ в клетки растений. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, т. V, Днепропетровск, 1973.

10. Бобырь Л. Ф., Епишина Л. А. О влиянии различных фракций гумусовых препаратов на восстановление феррицитохрома С. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, т. V, Днепропетровск, 1975.

11. Христева Л. А., Солоха К. И., Горовая А. И. Об общности и различиях в действии гумусовых физиологически активных веществ на растения, в его природе и некоторых агрономических аспектах использования. — В сб.: Теоретические основы действия физиологически активных веществ и эффективность удобрений, их содержащих, Днепропетровск, 1969.

12. Христева Л. А., Солоха К. И., Дынкина Р. Л., Горовая А. И., Коваленко В. Е. Влияние физиологически активных веществ гумуса почвы и удобрений на превращение нуклеиновых кислот, рост растений и последствие их на семенные качества в поколениях. Сб. докладов Международного симпозиума. Прага, 1967.

13. Коренберг А. Биологический синтез дезоксирибонуклеиновой кислоты, «Современные проблемы биохимии». М., ИЛ, 1961.

14. Горовая А. И. Влияние физиологически активных форм гуминовой кислоты на специфическую деятельность меристематических клеток и рост проростков кукурузы. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, т. III, Киев, 1969.

15. Фот Л. В. Влияние гумата натрия и условий азотного питания на белковый метаболизм озимой пшеницы в степной зоне УССР. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, т. IV, Днепропетровск, 1973.

16. Дынкина Р. Л. Сравнительное действие некоторых дифференцированных ингибиторов и физиологически активных веществ на рост проростков маша и кукурузы. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, т. III, Киев, 1968.

17. Горовая А. И. Влияние физиологически активных веществ на митотическую активность меристематических клеток, состояние нуклеиновых кислот и ростовые процессы у растений. Диссертация на соискание канд. степени. Днепропетровск, 1968.

18. Христева Л. А., Реутов В. А., Голикова О. П., Козарь Д. Г., Горовая А. И. Влияние физиологически активных форм гуминовой кислоты на синтез нуклеиновых кислот в растениях. — В сб.: Стимуляторы роста организмов, Вильнюс, 1969.

19. Ленинджер А. Биохимия, М., 1974.

20. Э. де Робертис, В. Новинский, Ф. Саэс. Биология клетки. М., «Мир», 1973.

21. Кузин А. М., Таги-заде З. О механизме радиационного угнетения синтеза α -амилазы в семенах ячменя. «Радиобиология», т. IX, вып. I, 1971.

22. Степченко Л. М., Складар Т. И. Влияние гумата натрия на активность некоторых гидролаз в прорастающем зерне ячменя. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, т. VI, Днепропетровск, 1976.

23. Ткаченко Л. К. Минеральные и гуминовые удобрения как фактор снятия ингибирующего действия гексахлорана. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, т. VI, Днепропетровск, 1976.

24. Филиппова Т. В. Последствие повышенных доз гексахлорана на репродуктивность ячменя. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, т. VI, Днепропетровск, 1976.

25. Берим Н. Г. Биологические основы применения инсектицидов, Л., 1971.

26. Гар К. А. Инсектициды в сельском хозяйстве, М., 1974.
27. Богдарина А. А. Физиологические основы действия инсектицидов на растения. Изд. с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1961.
28. H. Lentz, W. Liechmann, Physical—chemical properties of humic acids. Transactions of the international symposium Humus et planta v, Prague, 1971.
29. Ziechmann, W. The structure of humic substances and their formation by e-donor-acceptor-relations International symposium on soil organic matter studies, Brunswick, 1976.
30. Weis S., Nakamoto T. Prve waf. Al. Sei, 47, 1400, 1961.
31. Paleg Z. G. Physiological effect of gibberelic acid. I On carbohydrate metabolism and amylase activity of barley endosperm.

Проблемная лаборатория по гуминовым удобрениям
Днепропетровского СХИ.

УДК 631.411.4.001.5

ИЗУЧЕНИЕ «БИОКОСНЫХ» ГУМУСОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

С. С. ДРАГУНОВ, Н. Г. КАБЛОВА

Академик В. И. Вернадский [1] указывал, что в биосфере следует различать три типа естественных тел: живые (растения, насекомые и т. д.), косные (горные породы, кварц и т. д.) и биокосные (почва, озерная вода и т. д.). Исходя из этой классификации, торф, сапрпель следует отнести к биокосным телам, а бурый уголь, окисленный каменный уголь, как горные породы — к телам косным, хотя все эти естественные тела по существующей терминологии содержат одни и те же соединения — гуминовые, гيماتомелановые кислоты, фульвокислоты и гумины, являющиеся специфической особенностью почв.

Мы считаем, что гуминовые кислоты, фульвокислоты и т. д., выделенные из почв, торфов, сапрпелей, следует называть веществами биокосными, а выделенные из бурых и окисленных каменных углей — косными. Этим различием в названии подчеркивается необходимость различного подхода к изучению тех и других, к методам их выделения, хотя по ряду химических показателей у них много общего.

В одной из наших работ мы указывали [2], что торфяные гуминовые кислоты обладают неэксплицитными (размытыми) свойствами. То же самое можно сказать относительно всех биокосных и косных гуминовых веществ. Это обстоятельство было причиной того, что гуминовые вещества не явились до настоящего времени предметом исследования как химические соединения и не вошли в учебники органической химии.

В учебнике органической химии Берцелиуса, изданном в 1839 г., специфические гумусовые соединения рассматривались наряду с другими природными органическими соединениями,