

## ГУМУСОВЫЕ ВЕЩЕСТВА РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВ КАК ФАКТОР РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ТОМАТОВ

А. Д. Сумина

Исследованиями как отечественных, так и зарубежных ученых установлено, что гумусовые вещества почв и каустобиолитов положительно влияют на растения и микроорганизмы [1, 2, 3, 4, 5]. Л. А. Христева [6] считает, что, хотя растения и сами синтезируют необходимые им физиологически активные вещества, но дополнительное введение их в среду способствует улучшению роста растений, усилению физиолого-биохимических процессов в клетках и повышению продуктивности выращиваемых культур.

А. Н. Касильниковым [7] показано, что в почвах содержится большое количество активаторов роста. Они поступают в нее из живых грибов и бактерий, при разложении отмерших микробных клеток, а также с корневыми выделениями растений. Установлено, что почвы, богатые органическим веществом, содержат больше активаторов роста, чем бедные, и оказывают большее стимулирующее влияние на растения.

Однако действие на растения самого органического вещества почвы и тем более органического вещества разных почв и их фракций изучено недостаточно. В литературе по этому вопросу имеются немногочисленные данные. Так, исследования В. А. Бибера и К. М. Магазинера [2] показали, что растворы гуминовых кислот чернозема оказывают более сильное стимулирующее действие на дыхание корней, чем растворы гуминовых кислот из торфа. По мнению В. Рипачека [13], фульвокислоты снижают вязкость плазмы, делая ее подвижнее, а гуминовая и гиматомелановые кислоты замедляют отдачу воды клеткой и таким образом удерживают соответствующую степень гидратации плазматических коллоидов. З. Сладки [14] установил, что гуминовые кислоты удлиняют и суживают клетки корневой системы растений, фульвокислоты же удлиняют и расширяют клетки более равномерно. В. Тихы [15] отмечал, что биологическая активность фракций повышается в ряду: гуминовые кислоты, гиматомелановые, фульвокислоты. Нашими работами [8] установлено, что гуминовые кислоты чернозема и каштановой почвы оказывают большее стимулирующее действие на длину корневой системы ячменя и массу проростков

томатов, нежели гуминовые кислоты, выделенные из дерново-подзолистой почвы.

Все эти исследования относились лишь к начальной стадии роста и развития растений. Целью настоящих исследований было выявить влияние органического вещества разных почв и их фракций на растения томатов в онтогенезе.

Для решения поставленной задачи были выделены препараты гумусовых веществ — гуминовые и фульвокислоты [9] из чернозема обыкновенного малогумусного (Днепропетровская область), каштановой солонцеватой почвы (Херсонская область) и дерново-подзолистой супесчаной (Киевская область). Препараты анализировались, а затем определялось их действие на растительный организм.

### Характеристика препаратов гумусовых кислот почв

Элементный состав гумусовых веществ по мере перехода от чернозема к дерново-подзолистой почве меняется. Это связано прежде всего с групповым составом гумуса. Повышение количества гуминовых кислот в составе гумусовых веществ влечет за собой увеличение содержания углерода в самих препаратах. В исследуемых почвах наибольшее количество углерода содержится в препаратах гуминовых кислот чернозема, наименьшее — в препаратах дерново-подзолистой почвы (табл. 1).

Таблица 1

Элементный состав гумусовых кислот почв  
(в % на абсолютно сухое беззольное вещество)

Объекты исследования	С	Н	О	N	С:N	С:Н	Зола
ГК чернозема	62,34	2,90	31,31	3,45	18,07	21,24	5,70
Фк чернозема	43,25	4,38	48,89	3,48	12,43	9,87	6,73
ГК кашт. почвы	61,24	3,40	31,50	3,87	19,86	18,00	5,94
Фк кашт. почвы	44,85	4,21	46,99	3,95	11,35	10,65	7,31
ГК дерн.-подз. почвы	57,91	3,80	33,49	4,80	11,19	15,20	7,10
Фк дерн.-подз. почвы	48,32	5,81	41,55	4,82	10,26	12,10	4,50

Элементный состав фульвокислот всех типов почв довольно близок. Однако здесь наблюдается некоторая закономерность. Наибольшее количество углерода отмечено в препаратах из дерново-подзолистой почвы, наименьшее — в препаратах из чернозема. Степень ароматизации фульвокислот (С:Н) снижается в ряду: дерново-подзолистая почва—каштановая-черноземная.

Молекулы фульвокислот дерново-подзолистой почвы наиболее обуглерожены, ароматизированы, наименее окислены и больше приближаются к гуминовым кислотам, чем фульвокислоты чернозема. Отношение С : Н в гуминовых кислотах шире, чем в фульвокислотах, что свидетельствует об уменьшении степени ароматизации молекул фульвокислот по сравнению с гуминовыми.

Дерново-подзолистая почва формируется в условиях пониженной биологической активности, поэтому процесс расчленения гумусовых веществ на гуминовые и фульвокислоты в них не получил яркого выражения. Фульвокислоты здесь больше обогащены углеродом и ароматизированы.

Чернозем формируется в условиях повышенной биологической активности, фульвокислоты здесь окислены, менее обуглерожены и ароматизированы. Они являются более «молодыми» по сравнению с фульвокислотами дерново-подзолистой почвы.

Наличие функциональных групп в гумусовых кислотах определяет их свойства; склонность к окислительно-восстановительным реакциям, комплексообразующую способность, а также участие в реакциях ионного обмена, причем реакционная способность карбоксильных групп и фенольных гидроксильных неодинаковая. Более активными, по мнению М. Д. Рыдалевской и В. В. Тищенко [13], являются карбоксильные группы, так как они имеют большую константу диссоциации.

Определение общего количества функциональных групп проводилось нами по методу А. Ф. Драгуновой [14]. Емкость поглощения гуминовых кислот определяли по методу Т. А. Кухаренко [15] путем настаивания в течение четырех суток навесок препаратов гуминовых кислот с 0,5n раствором ацетата кальция (рН 6,7—7,0).

Результаты исследования показали, что препараты гумусовых кислот различных почвенных типов содержат неодинаковое количество функциональных групп. Большим содержанием функциональных групп отличаются препараты гуминовых кислот (550—832 мг/экв) и меньшим — фульвокислот (345—498 мг/экв) на 100 г абсолютно сухого беззольного препарата. Количество функциональных групп в гуминовых кислотах увеличивается от дерново-подзолистой почвы к черноземной. Такой же закономерности подчиняется и содержание в них карбоксильных групп и фенольных гидроксильных.

В фульвокислотах, наоборот, количество функциональных групп увеличивается от черноземной почвы к дерново-подзолистой.

С элементарным составом гумусовых кислот коррелирует оптическая плотность, которая определялась нами в растворах гуматов натрия, уравненных по органическому веществу (10 мг на 1000 мл), при реакции, близкой к нейтральной. Спектры поглощения снимались на СФ-16 при длине волны 445 мμ и толщине поглощающего слоя 1 см. При этом по оптической плотности обнаруживаются те же особенности, что и по другим признакам.

Сопоставление свойств гумусовых веществ позволило обнаружить прямую зависимость между оптической плотностью и содержанием углерода. Оба эти признака считаются обычно показателями степени конденсированности гумусовых веществ.

Исследования показали, что фульвокислоты всех изучаемых почв имеют более низкую (0,026—0,016) оптическую плотность, пониженное содержание углерода и довольно четко отличаются от гуминовых кислот. Значение оптической плотности для гумусовых кислот различных типов почв неодинаковое. С ростом обуглероженности препаратов оптическая плотность увеличивается. Наибольшая оптическая плотность свойственна гуминовой кислоте черноземной почвы (0,089), наименьшая — дерново-подзолистой (0,053). Гуминовая кислота каштановой почвы занимает промежуточное положение. Для фульвокислот наблюдается обратная закономерность, т. е. большее значение оптической плотности приходится на долю фульвокислот из дерново-подзолистой почвы и меньшее — из чернозема.

Таким образом, исследование состава и свойств гумусовых кислот свидетельствуют о том, что гумусовые кислоты, выделенные из различных почвенных типов, отличаются между собой, отсюда и действие их на растение не может быть совершенно одинаковым.

### Методика и материалы исследования

Действие гумусовых веществ на растение изучалось в течение трех лет путем постановки вегетационных опытов в песчаной культуре на смеси Прянишникова в сосудах емкостью 12 кг в четырехкратной повторности. Томаты сорта Киевский 139 выращивались в сетчатом павильоне под крышей из полиэтиленовой пленки. Полив растений проводили ежедневно из расчета 60, а затем 70% от полной влагоемкости песка. Действие гумусовых веществ на растения изучалось в двух сериях опытов: а) путем внесения их в среду корневого питания в растворенном состоянии из расчета 150 мг абсолютно сухого беззольного органического вещества на 1 кг песка; б) путем про-

ращивания семян на 0,005 %-ном растворе гумусовых веществ (контрольные семена проращивались на воде).

В обеих сериях опытов в сосуд высевалось 20 семян. После всходов проростки прорывали и оставляли сначала по два растения на сосуд, а в фазе двух пар настоящих листочков — по одному. Прорванные растения использовали для определения массы.

В опытах учитывалась всхожесть, проводились измерения высоты растений в динамике, фенологические наблюдения, определялась масса растений в фазе двух пар настоящих листочков, учитывался урожай томатов. Урожайные данные подвергались математической обработке дисперсионным методом.

### Результаты исследования

Данные, полученные в вегетационных опытах, показывают, что в обеих сериях опыта гумусовые вещества оказывают положительное действие на растительный организм. Они улучшают всхожесть, которая становится более дружной; влияют на рост и развитие растений, у проростков наблюдается более раннее появление первой пары настоящих листочков; опытные растения на протяжении всего вегетационного периода отличаются более мощным листовым аппаратом, темно-зеленой окраской, утолщенным стеблем. Особенно хорошо заметна эта разница в сравнении с контрольными растениями на вариантах, где применялись гумусовые вещества каштановой почвы и менее четко она выражена на вариантах с гумусовыми веществами из дерново-подзолистой почвы. Высота же растений на всех опытных вариантах была почти одинаковой, если не считать, что в фазе бутонизации, в первой серии опытов, фульвокислоты ускорили рост растений, в результате чего на этих вариантах к концу вегетации растения были несколько выше, чем на вариантах с внесением гуминовых кислот соответствующих почв. Во второй серии опытов такой закономерности не наблюдалось (табл. 2, 3).

Следует отметить, что при внесении гумусовых веществ в среду корневого питания разница между опытными и контрольными растениями прослеживалась четче.

Интересно отметить, что на вариантах с внесением фульвокислот в фазе двух пар настоящих листочков масса растений была меньше, чем с гуминовыми кислотами соответствующих почв, хотя разница эта не везде математически достоверна (табл. 4).

Таблица 2

Влияние гумусовых веществ различных почв, внесенных в среду корневого питания, на рост растений томатов

Варианты опыта	1976 г.		1977 г.		1978 г.	
	Высота растений, см					
	через месяц после посева	перед началом уборки	через месяц после посева	перед началом уборки	через месяц после посева	перед началом уборки
Контроль—смесь						
Прянишниковая (фон)	14	76	12	76	13	76
Фон+гуминовая кислота чернозема	16	81	14	80	14	84
Фон+фульвокислота чернозема	15	82	12	83	16	86
Фон+гуминовая кислота каштановой почвы	16	85	12	87	14	78
Фон+фульвокислота каштановой почвы	16	89	12	86	15	80
Фон+гуминовая кислота дерново-подзолистой почвы	15	80	13	84	15	81
Фон+фульвокислота дерново-подзолистой почвы	15	82	12	87	15	85

Что касается влияния изучаемых препаратов на развитие растений, то в обеих сериях опытов фазы развития наступали раньше. Так, цветение и созревание плодов на этих вариантах было на 5—7 дней раньше, чем на контрольных, причем среди них предпочтение следует отдать гумусовым веществам каштановой почвы. Следует отметить, что во второй серии опытов, т. е. когда семена проращивались на растворах гумусовых веществ, растения развивались быстрее и плоды созревали на 3—4 дня раньше по сравнению с вариантами, где гумусовые вещества вносились в среду корневого питания.

Все вышеизложенное не могло не отразиться на урожае плодов. Данные, приведенные в табл. 5, 6, свидетельствуют о том, что органическое вещество изучаемых почв при различных способах их применения оказывает положительное действие на урожай томатов причем относительный эффект более четко выражен в первой серии опытов, т. е. где гумусовые вещества вносились в среду корневого питания. Здесь отчетливо наблюдается разница в урожае между вариантами с гуминовыми и фульвокислотами в сторону последних на всех почвах и во все годы закладки опытов. Следует отметить также, что в

этой серии опытов большую абсолютную величину урожая плодов обеспечили гумусовые вещества каштановой почвы.

Таблица 3

**Влияние гумусовых веществ различных почв на рост растений томатов при проращивании семян**

Варианты опыта	1976 г.		1977 г.		1978 г.	
	Высота растений, см					
	через месяц после посева	перед началом уборки	через месяц после посева	перед началом уборки	через месяц после посева	перед началом уборки
Контроль—вода	16	74	14	76	14	80
0,005%-ный раствор гуминовой кислоты чернозема	18	84	19	79	18	85
0,005%-ный раствор фульвокислоты чернозема	18	82	17	81	18	82
0,005%-ный раствор гуминовой кислоты кашт. почвы	19	81	18	81	18	81
0,005%-ный раствор фульвокислоты кашт. почвы	18	82	18	81	19	81
0,005%-ный раствор гуминовой кислоты дерн.-подз. почвы	18	81	16	79	18	82
0,005%-ный раствор фульвокислоты дерн.-подз. почвы	18	81	16	80	18	82

Таблица 4

**Влияние гумусовых веществ различных почв на массу надземной части проростков томатов (вегетационные опыты 1976 года)**

Варианты опыта	Гумусовые вещества вносились в среду корневого питания		Семена проращивались на 0,005%-ных растворах гумусовых веществ	
	масса одного проростка			
	г	% к контр.	г	% к контр.
1	2	3	4	5
Контроль—смесь Прянишникова (фон)	4,1	100	4,5	100
Фон+гуминовая кислота чернозема	5,8	141	6,3	140
Фон+фульвокислота чернозема	4,9	120	5,4	120
Фон+гуминовая кислота каштановой почвы	6,2	151	6,6	147

1	2	3	4	5
Фон+фульвокислота каштановой почвы	5,8	141	6,2	138
Фон+гуминовая кислота дерново-подзолистой почвы	5,1	125	5,4	120
Фон+фульвокислота дерново-подзолистой почвы	4,9	120	5,1	113
НСР 05, г/сосуд	0,4		0,3	
P, %	3,2		2,8	

Таблица 5

Влияние гумусовых веществ различных почв на урожай томатов сорта Киевский-139 при внесении их в фреду корневого питания

Варианты опыта	1976 г.		1977 г.		1978 г.		Среднее за 3 года	
	г/сосуд	% к контр.	г/сосуд	% к контр.	г/сосуд	% к контр.	г/сосуд	% к контр.
	Контроль—смесь Прянишникова (фон)	259	100	281	100	269	100	270
Фон+гуминовая кислота чернозема	385	148	371	132	380	141	379	140
Фон+фульвокислота чернозема	421	163	408	145	438	163	422	156
Фон+гуминовая кислота каштановой почвы	393	152	382	136	433	161	402	149
Фон+фульвокислота каштановой почвы	446	172	426	152	455	169	442	164
Фон+гуминовая кислота дерново-подзолистой почвы	367	142	331	118	338	126	345	128
Фон+фульвокислота дерново-подзолистой почвы	403	156	377	134	387	144	369	137
НСР 05, г/сосуд	33,5		29,2		23,5			
P опыта, %	3,6		3,6		2,0			

Что касается второй серии опытов, то здесь такой четкой закономерности не наблюдалось; в 1976 и 1977 годах урожай плодов на вариантах с фульвокислотами был выше, чем с гуминовыми, а в 1978 г. он был практически одинаковым на всех опытных вариантах. Следует отметить, что разница в урожае



между опытными и контрольными вариантами в этой серии опытов была меньше, чем в предыдущей.

Таблица 6  
Влияние гумусовых веществ различных почв на урожай томатов сорта Киевский-139 при проращивании семян

	1976 г.		1977 г.		1978 г.		Среднее за 3 года	
	г/сосуд	контр. % к	г/сосуд	% к контр.	г/сосуд	% к контр.	г/сосуд	% к контр.
Контроль — вода	294	100	304	100	345	100	314	100
0,005%-ный раствор гуминовой кислоты чернозема	375	128	388	128	408	118	390	124
0,005%-ный раствор фульвокислоты чернозема	411	140	425	140	421	122	416	133
0,005%-ный раствор гуминовой кислоты кашт. почвы	394	135	436	143	432	125	418	133
0,005%-ный раствор фульвокислоты кашт. почвы	429	146	464	153	431	125	441	140
0,005%-ный раствор гуминовой кислоты дерн.-подз. почвы	355	121	420	138	420	122	398	127
0,005%-ный раствор фульвокислоты дерн.-подз. почвы	416	142	438	144	431	125	421	134
НСР 05, г/сосуд	31,2		22,2		33,3			
R опыта, %	2,6		1,1		2,7			

### ВЫВОДЫ

1. На основании данных анализа элементного состава, оптической плотности и содержания кислых функциональных групп установлено, что гумусовые кислоты чернозема, каштановой почвы и дерново-подзолистой, обладая общими чертами сходства, которые определяются специфической природой гумусовых веществ, обнаруживают разнокачественность, обусловленную различными биоклиматическими условиями гумусообразования.

Среди гуминовых кислот наиболее ароматизированы и обуглерожены гуминовые кислоты черноземной почвы, а из фульвокислот — дерново-подзолистой, которые приближаются по своему составу к гуминовым кислотам. В такой же последова-

тельности увеличивается и оптическая плотность гумусовых кислот.

Наибольшим количеством функциональных групп отличаются гуминовые кислоты чернозема, а среди фульвокислот — дерново-подзолистой почвы.

2. Результаты трехлетних вегетационных опытов показывают, что препараты гумусовых веществ, выделенных из различных почв как при внесении их в среду корневого питания в растворенном состоянии, так и при проращивании семян на растворах этих веществ оказывают положительное действие на рост, развитие и урожай томатов, причем среди почв на первое место следует поставить каштановую.

В обеих сериях опытов фульвокислоты оказывают больший положительный эффект на урожай томатов, немели гуминовые кислоты соответствующих почв.

3. Гумусовые вещества изучаемых почв ускоряют созревание плодов, причем на первое место в этом отношении следует поставить гуминовую кислоту каштановой почвы.

4. Действие гумусовых веществ на растительный организм связано с их физико-химическими свойствами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Власюк П. А. Значение органического вещества почвы и удобрений для питания растений. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, т. II, Киев, Госсельхозиздат, 1962.

2. Бибер В. А., Магазиер К. М. О влиянии гуминовых и фульвокислот на изолированные растительные ткани. Доклады АН СССР. Новая серия XXIV, № 4, М., 1951.

3. Кудрина Е. С. Влияние гуминовой кислоты на некоторые группы почвенных микроорганизмов и ее значение для этих организмов как источника питательных веществ. Труды Почвенного Института им. В. В. Докучаева, т. XXXVIII, М., 1951.

4. Ронсаль Г. А., Жменько В. А. Физиологическая активность гуминовых веществ перегной. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, т. III, Киев, «Урожай», 1968.

5. Христева Л. А. Роль гуминовой кислоты в питании растений. Труды Почвенного Института им. В. В. Докучаева, т. XXXVIII, изд. АН СССР, М., 1951.

6. Христева Л. А. О природе действия физиологически активных форм гуминовых кислот и других стимуляторов роста растений. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения, т. III, Киев, «Урожай», 1968.

7. Красильников Н. А. Усвоение корнями растений продуктов жизнедеятельности микробов. Доклады АН СССР. Новая серия. Изд. АН СССР, М., 1951.

8. Сумина А. Д. Свойство гуминовых кислот различных почв Украины и их физиологическая активность. — В сб.: Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. Киев, «Урожай», 1968.

9. **Кононова М. М.** Органическое вещество почвы. Изд. АН СССР, М., 1963.
10. **Рыдалевская М. Д., Тещенко В. В.** О катионном обмене гуминовых кислот различных почвенных типов. «Почвоведение», 1944, № 10.
11. **Драгунова А. Ф.** Ускоренные методы определения функциональных групп гуминовых кислот. Научные труды Московск. инж.-эконом. ин-та им. С. Орджоникидзе, серия «Химия и химическое производство»; вып. 10, М., «Советская наука», 1958.
12. **Кухаренко Т. А.** Реакции гуминовых кислот с нейтральными солями. Сообщение 1 — Химия твердого топлива, 1937, т. 8, вып. 9.
13. **Рыпачек В.** Влияние изолированных фракций гумуса на некоторые физиологически проявления растительной клетки. Studies about Humus. Symposion Humus. and Plant. Praha and Brno. 28.IX.—6.X.1961, P. 1962.
14. **Сладкы З.** Влияние гумусовых веществ на анатомическое строение растений. Studies about Humus. Symposion Humus and Plant. Praha and Brno. 28.IX.—6.X.1961, P. 1962.
15. **Тихы В.** Биологическое действие целлюлоз, находящихся в разной степени разложения и гумификации. Studies about humus. Symposion Humus and Plant. Praha and Brno. 23.IX.—6.X.1961, P. 1962.