

МАЛЕНЬКИЕ ХИМИЧЕСКИЕ ХИТРОСТИ, КОТОРЫЕ ПОЛЕЗНО ЗНАТЬ АГРОНОМАМ И ФЕРМЕРАМ

«Избытком удобрений нельзя заменить недостаток знаний»

Д.Н. Прянишников



Последние годы регистрируется огромное количество новых агрохимикатов, информацию о составе которых можно почерпнуть только из рекламных материалов продавцов. Когда агроному хозяйства раскладывает перед собой всю эту литературу, пытаясь сравнить удобрения, и выбрать подходящий продукт, то натывается на ряд усложняющих эту процедуру моментов. А для неспециалистов это часто становится непреодолимым препятствием. Эти маленькие хитрости не являются каким-то противозаконным нарушением правил и вполне допустимы, но они требуют определенного объема знаний агрохимии.

Первый момент, который встречается чаще всего: когда химический состав удобрения представлен в разных единицах. Например, макроэлементы в процентах, а микроэлементы в «ppt» или «ppm», а в жидких агрохимикатах: в грамм на литр и миллиграмм (или даже микрограмм) на литр, соответственно. Зачем это делается? Все просто — в этих единицах состав выглядит более внушительно, т.к. числа большие, но если все это привести к единым процентам, то солидный состав сразу «сдувается» по макроэлементам до единиц, а по микро — до следовых количеств с большим количеством нулей, только после запятой. Напоминаю, что «ppt», как и приставка «мили» — это одна тысячная часть (10^{-3}), а «ppm», как и приставка «микро» — одна миллионная (10^{-6}).

Конечно, состав, представленный в левой части таблицы в таких величинах, выглядит привлекательнее! А что же происходит с ценой на эти агрохимикаты? Стоимость единицы д.в. в жидких продуктах почему-то серьезно возрастает, хотя действующего вещества в них значительно меньше, соответственно норма внесения в 2–3 раза больше, чем сухих. Состав микроэлементов, как правило, не сбалансирован, они добавлены как бы для присутствия. Для более правильного сравнения возьмем несколько комплексов NPK с повышенным содержанием фосфора.

Как видно из таблицы, стоимость единицы действующего вещества в

жидких удобрениях обходится покупателю минимум в два, а максимум в семь раз дороже. Это по сути деньги, которые платятся за обычную воду и процесс растворения в ней!

При стоимости одного мешка 25 кг «АгроМастер 13:40:13» — 4000 руб., что рассчитано примерно на 10 га, жидкого агрохимиката 6:12:6 на 10 га по регламенту потребуется 60 литров, что обойдется в 13 320 руб., а такое же количество формуляции 5:20:5 будет стоить 37 200 руб., соответственно вода и процесс растворения в ней в первом случае обойдется хозяйству в 9 320 руб., а во втором в 33 200 руб. И это лишние затраты только на 10 га!

Второй момент связан с тем, что содержание питательных веществ в удобрении можно показывать как в элементарном виде, так и в виде оксидов. Естественно, процентное содержание оксида будет гораздо выше, чем элемента, хотя это одно и то же вещество. Например, если взять сульфат калия (K_2SO_4), то в элементарном виде состав будет такой: K — 42,3%; S — 18%, а если этот же состав показать в виде оксидов, то проценты выглядят гораздо солиднее: K_2O — 51%; SO_4 — 54%. В борной кислоте (H_3BO_3) содержание бора B — 17%, а того же бора, но в виде оксида B_2O_3 — 55%.

Следует отметить, что далеко не всегда высокий процент содержания действующего вещества в удобрении обеспечивает столь же высокую его эффективность. Простой пример: хелат железа ДТРА с содержанием Fe — 11% прекрасно применяется и эффективно работает в тепличных хозяйствах на инертных субстратах и с контролем уровня pH раствора. Но в открытом грунте на

Состав одного и того же удобрения

Химический состав в рекламе	Тот же химсостав в %
N — 65 г/л; P — 17 г/л; K — 32 г/л	N — 6,5%; P — 1,7%; K — 3,2%
Mg — 300 мг/л; Ca — 1200 мг/л; S — 2500 мг/л	Mg — 0,03%; Ca — 0,12%; S — 0,25%
Cu — 140 мкг/л; Co — 42 мкг/л	Cu — 0,00014%; Co — 0,000042%
Fe — 800 ppt; Mn — 120 ppt; Zn — 70 ppt	Fe — 0,8%; Mn — 0,12%; Zn — 0,07%
B — 3000 ppm; Cu — 650 ppm; Mo — 150 ppm	B — 0,003%; Cu — 0,00065%; Mo — 0,00015%

Сравнение стоимости единицы действующего вещества в сухих и жидких агрохимикатах

Агрохимикат	Содержание грамм д.в. в 1 кг сухих, или в 1 л жидких										Цена, руб 1 кг/л	Цена, руб 1 г д.в.
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo		
Плантафид 10:54:10 (мкп)	100	540	100	–	1,6	1,1	0,8	0,4	0,6	0,2	290	0,39
АгроМастер 13:40:13 (мкп)	130	400	130	–	1,2	0,8	0,5	0,3	0,4	0,1	160	0,24
Агрохимикат ЛН 5:20:5 (ж)	65	258	65	–	–	0,01	0,01	0,01	0,01	–	620	1,60
Агрохимикат АС 6:12:6 (ж)	72	144	72	0,12	0,12	0,12	0,6	0,12	0,12	0,06	222	0,77

слабощелочных карбонатных почвах, на тех же томатах, или на землянике гораздо эффективнее и лучше работает более дорогой хелат железа EDDHA с содержанием Fe — 6%, а затраты на ДТРА будут лишены смысла, т.к. в таких условиях этот хелат будет разрушаться и терять эффективность. Или еще живая история: применял фермер в системе питания овощей открытого грунта через систему капельного полива сульфат калия (K_2O — 51%) стоимостью 70 руб./кг, а потом решил, что это слишком дорого, и стал вносить хлористый калий (K_2O — 60%) стоимостью 40 руб./кг. Растворимость прекрасная и экономия очень большая. Но не учел фермер, что в 1 кг этого удобрения содержится не только 600 г калия, но и 400 г хлора, что допустимо при внесении в почву под основную обработку, а в период вегетации просто губительно для растения.

Как оказалось, определенные затруднения вызывает правильное понимание весового (w/w — вес/вес) и объемного (w/v — вес/объем) процента. И в этом вопросе, похоже, путаница в головах не только у покупателей, но и у продавцов. Понятно, что состав сухого кристаллического или гранулированного продукта, который продается на вес (в граммах или килограммах), будет показан только в весовых процентах, независимо от того, какой объем он занимает. Проблема возникает с жидкими агрохимикатами. Недавно встретилось описание жидкого органического соединения бора: содержание бора — 150 г/л, и далее: B — 11%. Это кого угодно может ввести в ступор, т.к. по всем законам 150 г/л — это 15%! Только знающий человек может разобраться в этой головоломке. Дело в том, что плотность этого органического соединения 1,37 г/см³, соответственно один литр этого продукта содержит 15% (150 г/л) бора и весит 1,37 кг, а вот один килограмм содержит 11% (110 г) бора и занимает объем 730 мл, а продавец, не разобравшись, объединил в рекламе эти цифры без каких-либо пометок.

Часто фермеров сводит с ума реклама о присутствии в новоявленных агрохимикатах элементов с какими-то чудодейственными свойствами, таких как Ba, Li, Cr, Br, W, Ti, V, Sr и т.п., чего нет в других удобрениях. Оказывается, что раньше как-то не так изучали агрохимию, и не разглядели фундаментальную роль этих элементов в жизнедеятельности растительного организма. На самом деле есть достаточно много материалов о том, что тот или иной элемент обнаружили в каких-то органах растения, но ведь оно, как и любой живой организм, может содержать в своих тканях чуть ли не все элементы Периодической системы (в том числе и вредные), но далеко не все из них реально требуются растению для жизнеобеспечения. Для подтверждения можно обратиться в крупные тепличные комплексы, как хозяйства наивысшей степени интенсификации, где применяются все самые новые методы выращивания растений, и где получают самые высокие урожаи. Уж они-то должны знать и применять в системе питания такие чудотворные элементы, как же без них получать урожаи овощей в 600 т/га? Но нет, не применяют тепличники этого!!!

На сегодняшний день в мировой агрохимии существует два четких понятия: необходимые элементы питания и полезные. К необходимым относятся только те, которые одновременно отвечают трем основным условиям:

1. Без этого элемента не может нормально завершиться жизненный цикл любого растительного организма.

2. В физиологических функциях этот элемент не может быть заменен никаким другим элементом.

3. Этот элемент принимает непосредственное (а соответственно, и доказанное) участие в метаболизме растительного организма.

Это основные структурные элементы — углерод (C), водород (H) и кислород (O), которые растения по большей части потребляют из воды и воздуха, а также три группы минеральных элементов (по степени содержания в растительных тканях): макроэлементы — N (азот), P (фосфор), K (калий); мезоэлементы — Ca (кальций), Mg (магний), S (сера), и микроэлементы — Fe (железо), Mn (марганец), Zn (цинк), Cu (медь), B (бор) и Mo (молибден). Это определено еще Либихом, а питательные смеси составлены Кнопом в середине XIX века, а потом дополнены Прянишниковым в начале XX в. В последние годы этот список пополнили Cl (хлор) и Ni (никель). Но хлор присутствует в атмосферном воздухе ($\approx 0,03$ мг/м³), а хлориды — в природной воде ($\approx 0,5$ –500 мг/л) и, так или иначе, с таким его количеством сталкиваются все растительные организмы, но далеко не все любят хлор в удобрениях, особенно растения-хлорофобы. По поводу никеля агрохимии до сих пор спорят, т.к. его содержание в растениях столь ничтожно мало (в среднем около 0,00005% от сухого веса), что сложно определить количественно не токсичную для растений добавку этого ультрамикроэлемента в питательную смесь.

К полезным питательным элементам относятся: Na (натрий), Si (кремний), Co (кобальт), Se (селен) и Al (алюминий), которые могут стимулировать рост и развитие растений, но в полной мере не соответствуют требованиям, предъявляемым к необходимым элементам, т.к. по большей части становятся необходимы лишь в определенных условиях и только для некоторых видов растений (Н.П. Битюцкий. Микроэлементы и растение. Изд. СПбУ, 1999, с. 11–13). И все, других элементов в этом списке не значится!

Большую сложность у фермеров вызывает понимание терминов «хелат» и «хелатное соединение». Учитывая, что за последние 20 лет уже почти все усвоили, что микроэлементы в хелатной форме усваиваются и работают лучше, чем в ионной, на базе этого понятия появился целый ряд спекуляций. Для того чтобы разобраться, надо начинать с самого начала.

1. Микроэлементы могут использоваться в виде соединений с неорганическими кислотами: нитраты, хлориды или сульфаты (например: сульфат цинка — $ZnSO_4$; сульфат меди — $CuSO_4$; сульфат марганца — $MnSO_4$), которые при растворении в воде диссоциируют (расщепляются) на ионы — заряженные частицы (Zn^{2+} и SO_4^{2-}). Одноименно заряженные ионы отталкиваются и в питательном растворе становятся антагонистами. Это больше минус неорганических солей.

2. Микроэлементы существуют в виде соединений с органическими кислотами, например с лимонной кислотой — $Zn_3(C_6H_5O_7)_2 \cdot 2H_2O$ — цитрат цинка, или с уксусной кислотой — $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ — ацетат цинка и т.п., который при растворении в воде также легко диссоциирует (расщепляется) на ионы. Соответственно — это тоже минус.

3. Некоторые органические кислоты образуют достаточно устойчивые комплексы с катионами микроэлементов. Например, анион ЭДТА (этилендиаминтетраацетат) способен образовывать комплексы с широким рядом металлов (с валентностью от II и выше). Специфическая структура комплексов ЭДТА, когда металл в комплексе охватывается со всех сторон, дает очень прочные соединения в строгой пропорции 1:1, которые не расщепляются в растворах на ионы и, соответ-

ственно, не вступают в антагонизм. Эти структуры и называются хелатными соединениями из-за схожести с клешней краба (от лат. *chelate* — клешня), которой удерживается микроэлемент.

В рекламе часто встречается фраза, что в удобрении все микроэлементы в хелатной форме. Но это совсем не так, ибо бор и молибден не хелатируются, т.к. не существуют в природе в виде элементарных катионов, как Fe^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} или Cu^{2+} . Но это не говорит о том, что не существует их органических соединений.

Почему хелатные соединения каталитической группы микроэлементов (Fe, Mn, Zn, Cu) гораздо эффективнее ионных форм и так важны в питании растений? Все дело в том, что растения могут усваивать ионы этих элементов, но активируются и включаются в метаболизм они только тогда, когда вступают в соединение с аминокислотами растения по типу хелатизации. Хорошими хелаторами являются цистеин, глицин, гистидин, лизин и глютаминовая кислота. Аминокислотные комплексы металлов имеют октаэдрическое строение, причем два остатка аминокислоты связаны с центральным атомом металла амино- и карбоксильными группами, и удерживают ион как клешней. Особой устойчивостью отличаются комплексы с аминокислотами, имеющими функциональные боковые цепи, как например, гистидин, азот имидазола в котором образует дополнительную (третью) связь с центральным атомом микроэлемента. По этой причине хелаты микроэлементов практически сразу после подкормки включаются в метаболизм, а ионы должны пройти процесс хелатизации. А вот, к примеру, калий, который относится к группе потенциалобразующих элементов, прекрасно усваивается из



раствора в ионной форме, и содержится в самом растении в ионной форме, поэтому использовать в питании «хелат» калия конечно можно, но затратно и абсолютно бессмысленно, т.к. в силу своей одновалентности он не в состоянии образовывать хелатные соединения, ибо не получается «клешни».

*Ведущий специалист ГК «АгроМастер»,
к. с.-х. н. Хорошкин А.Б.*

