

Дефицит фосфора? Нет, магния!

Татьяна Червонная,
химик-аналитик лаборатории
«Агротест»

Известно, что для получения высоких урожаев необходимо оптимальное сочетание всех факторов, влияющих на рост и развитие культуры. Определяющими факторами являются: вода, оптимальные температурный и воздушный режимы, количество солнечной энергии, баланс элементов питания в почве. Также известно, что одним из главных факторов, определяющих урожайность кукурузы, при всех остальных благоприятных условиях, является сбалансированное минеральное питание. В своей практике мы периодически встречаемся с аграриями, которые главную ставку в минеральном питании кукурузы делают исключительно на азот, не уделяя должного внимания фосфору и калию и тем более другим немаловажным микро- и мезоэлементам. Именно недостаток микроэлементов, на фоне полной обеспеченности NPK, может послужить причиной, по которой растения не смогут использовать их в полном объеме для своего

В последнее время кукуруза лидирует среди сельскохозяйственных культур по уровню рентабельности, что является следствием высокого спроса в мире на зерно кукурузы, как основы для производства биотоплива, комбикормов, продуктов питания и спирта. В 2012 году в Украине посевные площади под кукурузой составили 4,6 млн га (ИАА «Эксперт Агро»). Традиционные территории ее выращивания в Украине – север и центр степной зоны. Значительные площади занимает кукуруза на юге Лесостепи, хотя в настоящее время ее возделывают практически во всех регионах Украины. Соответственно многих интересует вопрос: «Как добиться того, чтобы в разных почвенно-климатических зонах продуктивность культуры была на высоком уровне?»



развития. С дисбалансом элементов питания в почве на полях кукурузы, в большей или меньшей степени, сталкивается каждый, кто занимается ее выращиванием. С проблемой угнетения растений кукурузы на ранних стадиях развития в аналитическую лабораторию «Агротест» в течение прошлого сезона неоднократно обращались аграрии из раз-

ных регионов Украины, что послужило причиной появления данной публикации. Мы попытались разобраться в этой ситуации, найти причину и способы выхода из нее. Чаще всего указанная выше проблема возникала в хозяйствах, расположенных в зоне украинского Полесья. Это зона дерново-подзолистых почв, для которых характер-

но низкое содержание органического вещества и основных элементов питания, пониженная кислотность почвенного раствора, низкая емкость катионного обмена и как следствие – недостаток кальция и магния. Причины этого – особенности почвообразования, нестойкая структура почвы и промывной водный режим. Следует помнить о том, что

Таблица 1. Технологическая карта полей

	Поле №1	Поле №2	Поле №3
Предшественник	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Пар
Дата посева	3.05.2012 г.	18.04.2012 г.	29.04.2012 г.
Удобрение	Аммиачная селитра	Аммиачная селитра	Аммиачная селитра
При посеве	0	150 кг/га	0
До всходов	200 кг/га (7.05.2012 г.)	–	200 кг/га (31.04.2012 г.)
После всходов в фазе 1-2 листа	275 кг/га (18.05.2012 г.)	325 кг/га (10.05.2012 г.)	275 кг/га (17.05.2012 г.)
До всходов гербициды	5.05.2012 г.	25.04.2012 г.	1.05.2012 г.
Гербициды	22.05.2012 г.	19.05.2012 г.	21.05.2012 г.

кукуруза более требовательна к технологии возделывания, чем к типу почв, то есть при высокой культуре земледелия можно рассчитывать на получение хороших урожаев в данном регионе. Давайте рассмотрим ситуацию более детально. Начнем с технологической карты исследуемых полей. Назовем их – Поле №1, Поле №2 и Поле №3. Предшественники: пар и озимая пшеница (табл. 1). Посев кукурузы проводили 18, 29 апреля и 3 мая. Из удобрений была внесена аммиачная селитра и проведена обработка гербицидами. В конце мая на растениях кукурузы в фазе 4-6 листа было замечено равномерное изменение окраски, начиная с нижнего яруса листьев, и оставание в развитии по всей площади полей (см. фото). В общем объеме преобладала фиолетовая окраска листьев. На краях и между жилками зеленая окраска изменялась от желтой до фиолетовой. При этом крупные жилки и

прилегающие к ним участки листа остались зелеными. На первый взгляд, наблюдались явные внешние признаки дефицита фосфора. Для того чтобы выяснить причину, были отобраны образцы почвы и растений и доставлены в лабораторию. Необходимо было понять причину изменения окраски листьев на растениях кукурузы. Для этого мы провели комплексный агрохимический анализ проб с полей. Результаты анализа проб по большинству показателей были ожидаемы для нас (табл. 2). Значение pH водной вытяжки меняется от сильнокислой (pH 5) на Поле 3 до кислой (pH 5,6) на Полях 1 и 2. Кукуруза хорошо растет на любых типах почв при уровне кислотности почвы от pH 5,7 и до pH 8,3 (R. Ward, WARD Guide, 2001 г.). Она не переносит сильнокислых почв (pH < 5,4) и без их известкования, даже при внесении высоких норм органических и минеральных удобрений,



Сучасна лабораторія
Найкращі експерти
Достовірний результат



Комплексний
аналіз ґрунту
Рекомендації
по внесенню добрив

Україна, Київ
Столичне шосе, 100

+380 44 494-23-80
www.agrotest.com

нельзя рассчитывать на получение хорошего урожая кукурузы. При снижении кислотности ниже 5 потери урожайности могут достигать 30% (Д. Шпаар, 2009 г.). Следующий важный показатель агрохимического анализа почвы – содержание органического вещества (ОВ). Органическое вещество является основой плодородия почв, оно служит своеобразным резервом необходимых растениям

питательных веществ, оказывает существенное влияние на структуру почвы. Поэтому кислотность почвы, органическое вещество и механический состав почвы находятся в тесной взаимосвязи. Как и предполагалось, в образцах дерново-подзолистых почв было обнаружено низкое содержание органического вещества: 0,4-1%. Нет ничего удивительного в том, что почва с кислой реакцией и низким

Таблица 2. Результаты агрохимического анализа почвы

Поле	pH вод.	pH буф.	ОВ, %	NO ₃ -N, мг/кг	P _(в) , мг/кг	NH ₄ OAc				ЕКО, мг/100 г	Насыщенность основаниями					SO ₄ -S, мг/кг	DTPA Zn, мг/кг
						Ca, мг/кг	Mg, мг/кг	K, мг/кг	Na, мг/кг		H, %	Ca, %	Mg, %	K, %	Na, %		
№1	5,6	6,67	0,4	13,4	54	447	32	47	15	6,0	55,1	37,4	4,4	2,0	1,1	6,3	0,51
№2	5,6	6,7	0,5	11,4	33	480	28	39	16	5,8	51,7	41,4	4,0	1,7	1,2	6,9	0,23
№3	5,0	6,52	1,0	14,1	49	446	35	60	15	7,5	63,6	29,6	3,9	2,0	0,9	8,9	0,39

Примечание:
P_(в) – Bray I (0,025 N HCl + 0,03N NH₄F)
NH₄OAc – 1N CH₃COONH₄
DTPA – хелатирующий агент (дитилентриаминопентаацетатная кислота)



содержанием ОВ обладает легким механическим составом, содержание песка в ней 65-77%, а глины всего 7-8% (табл. 3).

На ранних стадиях развития кукуруза весьма требовательна к обеспечению почвы элементами питания.

Современные гибриды характеризуются высокой урожайностью – 9-12 т/га и соответственно большим выносом минеральных веществ. Для формирования 1 т зерна кукуруза использует 11-13 кг азота, 3-6 кг фосфора, 4-11 кг калия, 3-6 кг кальция, 0,5-2 кг магния, 0,4-1,6 кг серы и около 0,02 кг цинка (1 – R. Ward, WARD Guide, 2001 г.; 2 – OMAFRA, Ontario, 1998 г.). Норма минеральных удобрений рассчитывается исходя из запланированной урожайности, и корректируется в зависимости от типа почвы и предшественника.

Как упоминалось выше, дерново-подзолистые почвы характеризуются низким содержанием нитратного азота и обменного калия, что обусловлено водным режимом почв и легким механическим составом. Во всех трех образцах было обнаружено повышенное содержание нитратного азота, в пределах 11-14 ppm (ppm – part per million; дословно – «частей на миллион»), либо «одна миллионная»; то же самое, что мг/кг). Такие значения вполне объяснимы внесением аммиачной селитры при посеве и до всходов (поэтому мы не рекомендуем проводить



Здесь явные признаки дефицита фосфора. Но на темпы его поступления в растения повлияла нехватка магния

отбор проб с полей, где уже были внесены удобрения, так как невозможно объективно определить количество элементов питания в почве!). Исходя из результатов анализа, на полях необходимо дополнительное внесение азота с минеральными удобрениями (табл. 4). Калий является одним из основных элементов минерального питания наряду с азотом и фосфором. Калий повышает устойчивость кукурузы к поражению болезнями. Во всех образцах наблюдается существенный дефицит калия, рекомендованные дозы калийных удобрений составили порядка 90-120 кг/га. В первый месяц после всходов кукуруза имеет большую потребность в легко-

растворимых соединениях фосфора, недостаток которого отрицательно может сказаться на развитии культуры. Исходя из внешних признаков, именно недостаток фосфора визуально проявился на кукурузе. Но по данным анализа, содержание фосфора в почве на уровне 33-54 ppm, что вполне достаточно для получения запланированной урожайности. Возникло предположение, что мы столкнулись с дефицитом элемента питания, признаки которого очень схожи с внешними проявлениями дефицита фосфора. Вполне вероятно, что таким образом проявилось негативное влияние недостатка одного элемента на темпы поступления в растения другого. Анализируя полученные данные, мы попробовали найти тесную взаимосвязь между содержанием различных элементов питания в почве и поступлением их в растения.

Для кукурузы не менее важным показателем является обеспеченность такими

микроэлементами как сера, цинк, марганец и бор. Здесь можно отметить следующее: во всех трех образцах почвы наблюдается явный дефицит цинка в количестве 0,23-0,51 ppm (низкое содержание во всех образцах) и серы 6,3-8,9 ppm (среднее содержание).

Мы часто сталкиваемся с ситуацией, когда в украинских хозяйствах в первую очередь обращают внимание на недостаток так называемых основных элементов питания (NPK), хотя на практике это оказывается ошибочным мнением, и вопрос погашения дефицита микро- и мезоэлементов (кальций, магний, сера) не менее актуален, так как именно они выполняют функцию биокатализаторов процесса фотосинтеза, играют важную роль в углеводном обмене, синтезе белков, жиров и витаминов. Проанализировав результаты, первое, что привлекло наше внимание – это количество кальция и магния в исследуемых образцах.

Во всех образцах содержание данных элементов очень низкое, в пределах 450 ppm для кальция и 30 ppm для магния, при границе дефицита 1000 ppm и 50 ppm для кальция и магния соответственно (J. Benton Jones, Jr., 2003 г.). Для полного обеспечения кукурузы магнием необходимо дополнительное внесение магниесодержащих удобрений в количестве 26-34 кг/га MgO (табл. 4). Содержание кальция в разных типах почв может сильно варьироваться – от 250 до 5000 ppm, без очевидных признаков его избытка или недостатка в растениях. Потребность в кальции и магнии определяется не только уровнем их содержания в почве, но и в зависимости от значения pH. Однако все это обусловлено типом почвы. Кукуруза хорошо отзывается на известкование, которое может решить проблему дефицита кальция и магния, а также повысить кислотность почвы до оптимального значения pH 6,5. Известкование необходимо проводить в рамках севооборота, дозы извести будут зависеть от исходной и желаемой кислотности. В данном случае они составят 3-4 т/га, но вносить можно не более 1,5-2 т/га в год.

Кроме прямых показателей качества почвы (содержание элементов питания) существуют и непрямые показатели, к которым относятся емкость катионного обмена (ЕКО), кислотность, насыщенность почв основаниями. Одним из ключевых химических свойств почвы является емкость катионного обмена. По величине ЕКО можно судить о количестве обменных катионов почвы, доступных для растений. ЕКО разных почв силь-

но отличается, может составлять 2,5-50 мг*эквивалент/100 г почвы и выше. По результатам анализа, величина ЕКО на исследуемых полях низкая и составляет порядка 5,8-7,5 мг*экв./100 г. Это говорит о том, что в поглощенном, а значит доступном для растений состоянии содержится небольшое количество катионов кальция, магния и калия, необходимых для развития и роста растений. Исходя из величины ЕКО, мы определяем насыщенность почв основаниями. Для данных образцов насыщенность ионами водорода составляет более 50%. Под действием воды ион водорода не только замещает обменные катионы, но и разрушает сам поглощающий комплекс, то есть он вытесняет из ППК элементы питания. Насыщенность почвы магнием оставляет 3,9-4,4% от ЕКО. Считается оптимальным, если насыщенность магнием поддерживается на уровне 10% (A&L Laboratories, Agronomy Handbook, 2001 г.). Существует тесная взаимосвязь между ЕКО, механическим составом почвы и содержанием органического вещества. Глинистые минералы почвы несут на себе отрицательный заряд, и соответственно законам физики, притягивают и удерживают катионы, такие как H^+ , K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} и другие. ЕКО и состав поглощенных катионов играют огромную роль в питании растений. Ориентируясь на этот показатель, можно верно выбрать вид, дозу и форму удобрений, а также сроки и способы внесения. В нашем случае, при низком значении ЕКО, возникает острая необходимость в дробном внесении удобрений и мелиорантов.

Детально изучив ситуацию, попробуем определить, что послужило причиной изменения окраски листьев кукурузы на ранней стадии развития. По внешним признакам мы можем предположить, что наблюдается дефицит фосфора, однако результаты анализов говорят о достаточном количестве доступного фосфора в почве. Для выяснения причины мы обратились к литературным данным, где отдельная роль отводится магнию, который принимает участие в усвоении и транспорте фосфатов в растениях (1 – R. L. Westerman, 1990 г., 2 – Malcolm E. Sumner, 1999 г.). При повышении степени обеспеченности магнием в растениях возрастает содержание органических и неорганических форм фосфорных соединений. Этот эффект связан с ролью магния в активации ферментов, участвующих в метаболизме фосфора. Недостаток магния приводит к уменьшению содержания фосфора в растениях, даже если фосфаты находятся в достаточном количестве в питательном субстрате. Поэтому дефицит магния будет тормозить образование фосфорорганических соединений и соответственно распределение фосфора в растительном организме. Этот факт позволил нам предположить, что изначально на исследуемых полях явный дефицит магния привел к блокированию поступления фосфора в молодые растения и проявлению именно внешних признаков недостатка фосфора на ранних стадиях развития. Магний – это элемент, участвующий в образовании хлорофилла в клетках растений. Эта функция магния уникальна, так как ни один другой элемент не может

заменить его в хлорофилле. Он участвует в синтезе белка, является активатором многих ферментов и катализатором процесса фосфорилирования. Среднее содержание магния в сельскохозяйственных культурах составляет 0,02-1% сухого вещества. Особенно много магния в растениях короткого дня – кукурузе, просе, а также в картофеле и бобовых. Большое количество магния накапливается в молодых клетках и растущих тканях. Накоплению магния в молодых тканях способствует его сравнительно высокая подвижность в растениях, что обуславливает его вторичное использование (реутилизацию) из стареющих тканей. Если магния недостаточно, то в первую очередь страдает корневая система растений. Непосредственно в поле недостаток магния длительное время может оставаться незамеченным. Если магния слишком мало, то усвоение питательных элементов из почвенного раствора может уменьшаться. На кукурузе первые признаки недостатка магния появляются на нижних листьях. Наблюдается характерная форма хлороза: по краям листа и между жилками зеленая окраска изменяется на желтую, красную, фиолетовую. В дальнейшем между жилками появляются пятна различного цвета вследствие отмирания тканей. При этом крупные жилки и прилегающие к ним участки листа остаются зелеными. На кислых почвах бледно-зеленая окраска хлорозных листьев может переходить в красно-фиолетовую. Содержание магния в почве зависит от состава почвообразующей породы. Магний присутствует в первичных и глинистых минералах почвы, входит в состав

Таблица 3. Классификация почвы по гранулометрическому составу

Поле	Песок, %	Ил, %	Глина, %	Тип почвы
№1	77,4	15,90	6,70	Глинисто-песчаный
№2	69,4	23,70	6,90	Песчано-супесчаный
№3	65,45	25,75	8,80	Песчано-супесчаный



неорганических солей. Около 5-10% магния находится в поглощенном (обменном) состоянии. Обменный магний адсорбируется на поверхности почвенных коллоидов, а растворимые формы магния максимально переходят в раствор при значении кислотности 5,4-7. Если значение pH низкое, магний гораздо легче (чем обменные калий и кальций) вытесняется ионами водорода. Поглощение магния растениями из почвы зависит от количества других ионов в почвенном растворе. Дефицит магния может быть вызван высокой концентрацией в почвенном растворе ионов NH_4^+ , K^+ или Ca^{2+} . Катион магния является самым слабым конкурентом среди данных ионов. Вот почему так важно соблюдать и не нарушать природный баланс элементов питания в почве, используя удобрения и мелиоранты. При выращивании энергетических культур (кукуруза, соя, рапс) необходимо обеспечить доступность магния в основные фазы роста растений. Так, потребность кукурузы в магнии только за четыре недели составляет почти две трети от ее общей потребности в этом элементе за сезон. На сегодня не существует точных экспресс-методов анализа почвы и зеленой массы растений на содержание магния, поэтому на начальном этапе его дефицит заметить трудно. Комплексный агрохимический анализ почвы позволяет получить данные по текущему содержанию магния и определить потребность во внесении удобрений. Для кукурузы, планируемая урожайность которой заведомо выше других культур, требование к обеспеченности магнием также возрастает.

Таблица 4. Рекомендации по внесению удобрений, кг/га (действующего вещества)

Дата	Поле	Культура	Урожай (прогноз), т/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Известь	MgO	Zn	S
1.06.2012 г.	№1	Кукуруза	8	119	—	107	3	30	6	11
1.06.2012 г.	№2	Кукуруза	8	123	16	120	3	34	9	10
1.06.2012 г.	№3	Кукуруза	8 т/га	114	—	90	4	26	7	3

В дополнение к этому соотношение в почве калия и магния должно соответствовать пропорции 2:1 или 3:1 (A&L Laboratories, Agronomy Handbook, 2001 г.). Вследствие высокой активности одновалентного катиона K^+ , наблюдается сильный взаимный антагонизм между K^+ и Mg^{2+} , что усугубляет процесс усвоения магния растениями. Легкорастворимый обменный магний интенсивно вымывается, и если его запасы не пополняются, то происходит сильное обеднение почвы магнием. Легкие песчаные почвы представляют собой типичные почвы с недостатком магния. Каким же образом можно решить проблему недостатка магния и нарушения поступления в растения фосфора? Существует несколько путей обеспечения растений магнием:

- известкование почв магниесодержащими известковыми удобрениями;
- применение магниевых и магниесодержащих минеральных удобрений, с учетом потребности культуры;
- использование органических удобрений с содержанием магния 0,01-0,09%. В качестве удобрений магния используются:
- доломитовая мука $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ (20% MgO);
- карбонат магния MgCO_3 (45% MgO);
- сульфат магния $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (17% MgO);
- калимагнезия $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$ (8-10% MgO).

Известкование почв магниесодержащими известковыми удобрениями позволяет создать долгосрочный запас магния в почве. Доломитовая мука ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) содержит около 20% MgO и 30% CaO, содержание карбонатов кальция и магния не менее 85%. При ее использовании почва обогащается магнием в количестве, достаточном для питания растений в течение одной-двух ротаций севооборота. Повышение значения pH происходит за счет реакции с участием карбонатов и с последующим вытеснением углекислоты. На скорость изменения pH почвы будет оказывать влияние размер частиц известкового материала, то есть использование тонкоизмельченного доломита ускорит процесс нормализации кислотности почвы. Внесение магния с известкованием почвы целесообразно при проведении интенсивных систем земледелия и требует дополнительного внесения удобрений магния во время вегетации. При проявлении внешних признаков голодания проводят внекорневую подкормку кукурузы 2% раствором сульфата магния $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (17% MgO и 13% S) или нитрата магния $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ (16% MgO и 11% N). Количество подкормок и нормы внесения уточняются по результатам агрохимического анализа почвы и требований выращиваемой культуры.

В завершение необходимо сказать следующее: когда аграрии сталкиваются с проблемой, которая может повлечь за собой потерю урожая, возникает вопрос: «Что сделано не так?». Дело в том, что основываясь только на значениях содержания в почве NPK и кислотности, нельзя полностью обеспечить культуру всеми необходимыми элементами питания. Данные показатели – только верхушка айсберга, а его основная часть – в таких параметрах как ЕКО, текстура почвы, содержание в почве других элементов питания. Следовательно, только при использовании всех этих показателей будет верно прописаны рекомендации по внесению удобрений. Необходимы комплексный и индивидуальный подходы в каждом отдельном случае. Достаточность и сбалансированность основных элементов питания в почве – залог реализации растением (гибридом) своей максимальной продуктивности. Достичь высоких урожаев возможно практически на любых типах почвы, главное соблюдать верную технологическую цепочку. Хочется пожелать вам, уважаемый читатель, всегда контролировать ситуацию на своих полях, правильно разрабатывать план и стратегию работы. Все нужно делать согласно потребностям культур и нельзя делить элементы питания на основные и второстепенные, ведь в природе нет ничего лишнего! ☐

Від 10 до 30 гривень прибутку на кожну затрачену гривню!

АНТИСТРЕСАНТИ

ГУМІФІЛД та ГУМІФІЛД ВР-18



83% солей гуминовых і фульвових кислот

Комплексно впливає на рослину як антистресант та стимулятор росту. Підвищує свою ефективність в умовах посухи і критичних температур.

1. Підвищують посухостійкість
2. Підвищують ефективність фотосинтезу
3. Зменшують температурні стреси
4. Зменшують пестицидні стреси
5. Відновлюють пошкоджені рослини
6. Підвищують ефективність живлення з ґрунту і добрив

При затратах 10-20 грн/га - прибавка врожаю 12-17% і більше на зернових і технічних!

СТИМУЛЯТОР РОСТУ ТА МІКРОДОБРИВО

Фульвітал плюс



750 г/кг Фульвових кислот + 220 г/кг мікроелементів

Для стимуляції росту і розвитку рослин, корекції дефіциту мікроелементів, підсилення імунітету рослин та підвищення урожайності.

1. Оптимізує живлення рослин
2. Посилює стійкість до хвороб
3. «Зелений ефект» на посівах
4. Швидкий розвиток продуктивних органів
5. Подовжує період наливу зерна
6. Підвищує врожайність рослин

Від 33 грн/га

Містить 750 г/кг високоактивних низькомолекулярних фульвокислот, 40 г/кг Fe, 25 г/кг Zn, 25 г/кг Mn, 10 г/кг Cu, 60-70 г/кг Mg у водорозчинній хелатній формі та 50-60 г/кг органічно зв'язаної сірки (S).



За консультаціями по застосуванню препаратів "Гуміфілд" та "Фульвітал Плюс" звертайтеся до ТОВ "Агротехносоюз". тел: (044) 501-31-15; (050) 448-61-88

