ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПЕРЦА СЛАДКОГО ПРИ ОРОШЕНИИ В ПОДЗОНЕ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

КАЛМЫКОВА Елена Владимировна, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия

Приведены результаты исследований научно обоснованного применения микроэлементов в посевах перца сладкого как важного фактора повышения урожайности овощной культуры и улучшения качества продукции. Целью исследований являлось обоснование влияния применения микроэлементов в технологии возделывания перца сладкого на рост и развитие растений, продуктивность и качество продукции этой культуры. Экспериментальная часть работы проводилась в 2014–2019 гг. в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области. Опыты по изучению микроэлементов проводили путем предпосевной обработки семян и внекорневой подкормки растений. В качестве микроэлементов использовали химически чистые соединения сернокислого марганца, сернокислого цинка, медного купороса, молибденовокислого аммония, борной кислоты. Применение микроэлементов в условиях сухостепной зоны Нижнего Поволжья является важным агротехническим приемом, способствующим ускорению роста, развития, увеличению урожайности и улучшению качества плодов перца. Рекомендуется проводить предпосевную обработку семян растворами борной кислоты (0,29 г д.в./л воды), медного купороса (0,20 г д.в./л воды) и сернокислого марганца (0,16 г д.в./л воды) (отношение веса семян к раствору 1:2, как способа повышения жизнеспособности семян, ускорения выхода и улучшения качества рассады. С целью повышения урожайности и улучшения качества в период бутонизации перцев необходимо проводить внекорневую подкормку в первую очередь растворами борной кислоты (0,29 г д.в./л воды), молибденовокислого аммония (0,10 г д.в./л воды), расход воды – 1 л на 10 м². Благодаря высокой эффективности, простоте и доступности предпосевная обработка семян и внекорневая подкормка растений микроэлементами найдет широкое применение в овощеводстве.

Введение. Исследованиями, проведенными в Российской Федерации и за рубежом, было установлено, что микроэлементы являются важным фактором повышения урожайности сельскохозяйственных культур и улучшения качества продукции [1, 5, 8, 13–16]. Участвуя в физиолого-биохимических процессах растений, микроэлементы существенно влияют на рост, развитие, урожай и качество продукции.

Недостаток микроэлементов особенно остро проявляется при интенсивном производстве культур в растениеводстве. Использование микроэлементов в земледелии, как правило, сопряжено со следующими технологическими операциями: применение микроэлементов в составе макроудобрений и микроэлементов одновременно с протравливанием семян при предпосевной обработке; использование микроэлементов в виде некорневой подкормки растений совместно с пестицидами и другими агрохимикатами [2, 3].

Бор активизирует рост и ветвление, повышает жизнеспособность молодых растений. Марганец усиливает устойчивость к пятнистому некрозу, процессы цветения и завязываемости плодов. Недостаток цинка приводит к появлению мелких листьев вблизи верхушечной почки, резкому снижению образования цветочных кистей, небольших полосок желтого цвета и длинных желтых полос на листьях овощных культур, красных ожогов на желтых листьях с зелеными жилками. Недостаток меди способствует угнетенному росту побегов, слабо развитой корневой системе, окраске листьев в сине-зеленый цвет, заворачива-

нию края листа сверху, развитию хлороза, отсутствию цветения, снижению прочности ткани стебля и листьев. При недостатке молибдена азотный обмен в растении нарушается и прекращается образование хлорофилла в клетках зеленых растений, на листьях между жилками возникают мозаичные пятна, края листьев закручиваются вверх, листочки выглядят скрученными в трубочку, нарушается цветение и плодоношение [3, 13].

Вопросы повышения жизнеспособности семян давно привлекают внимание исследователей. В этом направлении было сделано много предложений, которые нашли свое применение в агрономии, однако всхожесть семян различных сельскохозяйственных культур остается на довольно низком уровне [2, 8, 10, 12].

Для усиления жизнеспособности семян многие исследователи предлагали разные способы предпосевного обогащения семян различными питательными, рстактивирующими веществами. Одним из способов повышения жизнеспособности семян и повышения продуктивности перца сладкого являются предпосевная обработка растений микроэлементами и их внекорневая подкормка [1, 2, 6, 7, 10, 12, 13, 15, 16].

Цель исследований – обосновать влияние применения микроэлементов в технологии возделывания перца сладкого на рост и развитие растений, продуктивность и качество продукции этой культуры.

Методика исследований. Экспериментальная часть работы проводилась в 2014–2019 гг. в хозяйстве ИП Зайцев В.А. (Городищенский район, Волгог-

радская область). Повторность опыта – трехкратная. Объект исследования – гибрид сладкого перца Помпео F₁. Почвы опытного участка светло-каштановые среднесуглинистые типичные для региона исследований. Наименьшая влагоемкость пахотного горизонта находилась в пределах 24,1–25,2 % от массы сухой почвы. При порозности почвы в пахотном слое 21,9–23,9 % плотность сложения не превышала 1,17–1,25 т/м³. Содержание гумуса в почве в слое 0,25 м – 1,6–1,7 %. Реакция почвенной среды в слое до 0,3 м слабокислая (рН – 6,2–6,6), в слое 0,3–0,5 м – нейтральная (рН – 6,9–7,1). Содержание в пахотном слое легкогидролизуемого азота – 29–33 мг/кг сухой почвы, обменного калия – 312–343 мг/кг сухой почвы, подвижного фосфора – 29–38 мг/кг сухой почвы. Содержание подвижного марганца в среднем составляло 18,4 мг/кг, цинка – 0,63, меди – 0,25, молибдена – 0,12, бора – 1,84 мг/кг.

По гидротермическому коэффициенту 2014 г. характеризовался как сухой (ГТК – 0,29), 2015 г. – очень засушливый (ГТК – 0,50), 2016 и 2017 г. – слабозасушливые (ГТК – 1,19 и 1,04), 2018 и 2019 г. – очень засушливые (ГТК – 0,47 и 0,64).

В работе использовалась агротехника, общепринятая в данных подзонах. Для обработки образцов и опытных полевых участков опирались на методику полевого опыта Б.А. Доспехова [4], методику полевого опыта в овощеводстве С.С. Литвинова [9]. Определение содержания сухого вещества в плодах проводили высушиванием их в сушильном шкафу при температуре 100–105 °С до постоянной массы. Биохимические анализы на определение витаминов С проводили по Мурри с использованием реактива Тильманса, содержания сахара – по Бертрану [11]. При определении нитратов в плодах перца сладкого руководствовались методикой согласно ГОСТ 34570-2019 «Фрукты, овощи и продукты их переработки. Потенциометрический метод определения нитратов».

Опыты по изучению микроэлементов проводили по нижепредставленной схеме.

Предпосевная обработка семян: 1 – контроль (посев сухими семенами), 2 – контроль (посев семенами, замоченными в дистиллированной воде); замачивание в растворах: 3 – сернокислого марганца (0,16 г д.в./л воды), 4 – сернокислого цинка (0,20 г д.в./л воды), 5 – медного купороса (0,20 г д.в./л воды), 6 – молибденовокислого аммония (0,10 г д.в./л воды), 7 – борной кислоты (0,29 г д.в./л воды), (семена помещали в марлевые мешочки и погружали в раствор на 24 ч (отношение веса семян к раствору 1:2), через каждые 3,0–4,0 ч семена вынимали из раствора на 1,0–1,5 ч, затем подсушивались до сыпучести). Для изучения влияния предпосевной обработки семян микроэлементами на энергию прорастания и всхожесть, их замачивали в растворах изучаемых элементов на 24 ч, затем проращивали в чашках Петри при температуре 25 °С.

Внекорневую подкормку растений проводили в фазу бутонизации растворами в вечернее время (сернокислого марганца (0,16 г д.в./л воды), сернокислого цинка (0,20 г д.в./л воды), медного купороса (0,20 г д.в./л воды), молибденовокислого аммония (0,10 г д.в./л воды), борной кислоты (0,29 г д.в./л воды); расход раствора – 1 л на 10 м², контрольные растения опрыскивали водопроводной водой. Схема

посева семян перца сладкого 0,50+0,90 м с укладкой увлажнителей в центре ленты вдоль рядков, равноудаленных друг от друга на расстоянии 0,50 м. Учетная площадь делянок – 12 м². Средняя поливная норма по годам исследований при поддержании предполивной влажности почвы не ниже 70–80–75 % НВ находилась на уровне 4150 м³/га, при проведении 33 поливов за вегетацию в среднем по годам исследований.

Результаты исследований. Как известно, семена перца прорастают медленно. Обычно в парниках при оптимальных условиях всходы появляются на 15–17 сут., а иногда и позднее.

В условиях лаборатории нами было установлено, что предпосевное замачивание семян перца сладкого в растворах микроэлементов повышало энергию их прорастания (рис. 1).

Анализ данных показал, что уже на 7-е сутки проращивания четко проявлялось и в дальнейшем сохранялось положительное действие микроэлементов (за исключением цинка). Наиболее эффективное действие на энергию прорастания оказывали медь, марганец, молибден и бор, превышая контрольный показатель на 40,0; 23,3; 23,3 и 18,4 % соответственно по элементам.

Повышение энергии прорастания семян перца сладкого было вызвано активированием действия ферментов и усилением интенсивности дыхания поступающими в семена микроэлементами.

Отмечено, что данные микроэлементы, усиливая жизненные процессы семян, повышали их всхожесть. Высевая замоченные в растворах микроэлементов семена перца, получали дружные всходы на 4–5 сут. раньше, чем при посеве сухими семенами. Следует отметить, что высевая сухие семена, всходы появляются и растут неравномерно. Одни растения, развивающиеся быстрее, создают неблагоприятные условия для отстающих в росте.

Всё это отрицательно сказывалось на получении стандартных растений и снижении выхода их с единицы площади (рис. 2).

Согласно полученным данным, лучшее действие на первичные ростовые процессы оказывали марганец, медь и бор, которые определялись в среднем на тридцатисуточных растениях из 20 экземпляров.

Существенное влияние на ростовые процессы растений перца оказывало замачивание семян перед посевом в воде. Так, растения были выше контроля при посеве сухими семенами на 20 мм, вес одного растения увеличился на 0,81 г, а площадь листьев на 5 см². При этом также увеличивалась всхожесть и улучшалось качество рассады по сравнению с сухим контролем.

Отрицательное действие на энергию прорастания и другие ростовые процессы оказывал цинк. Оно объясняется высокой концентрацией используемого для замачивания семян сернокислого цинка. Данную концентрацию сернокислого цинка брали, исходя из имеющихся в литературе научных рекомендаций для предпосевного замачивания семян овощных культур, поэтому ее следует снизить.

Эффективность микроэлементов на рост и развитие рассады перцев была вызвана положительным влиянием микроэлементов на внутренние биохимические процессы и повышение энергии прорастания семян.

Рис. 1. Влияние микроэлементов на энергию прорастания семян сладкого перца, % (среднее за 2014–2019 гг.)

Повышение жизнеспособности семян положительно сказывалось на первичных ростовых процессах и проявлялось в течение всего онтогенеза растений перца.

Изучая влияние микроэлементов на урожайность и качество плодов перца, мы установили, что обработка семян и внекорневая подкормка растений являлась продуктивным способом применения микроэлементов в подзоне светло-каштановых почв Нижнего Поволжья (табл. 1).

Выявлено, что растения, лучше развившие вегетативную массу, в период образования репродуктивных органов расходовали большее количество пластических веществ на этот процесс, в то время как растения, отставшие в развитии, расходовали эти вещества на рост вегетативных органов. Этим объясняется увеличение репродуктивных органов перца сладкого под действием микроэлементов.

Повышению урожайности способствовала предпосевная обработка семян перца сладкого микроэлементами. Наиболее эффективное действие на урожайность сладкого перца оказывали бор, медь и марганец. Эти элементы давали достоверные прибавки урожайности в среднем за годы исследований на 15,48; 15,18 и 9,23 % по сравнению с контролем соответственно.

При внекорневой подкормке наиболее эффективное действие на продуктивность сладкого перца оказывали молибден и бор, которые давали прибавку в среднем за три года на 49,36 и 48,08 % по сравнению с контролем соответственно.

Отрицательное действие на урожайность перца при предпосевной обработке оказывал цинк, а при внекорневой обработке этот элемент способствовал наименьшей прибавке урожайности – на 34,94 % от-

Рис. 2. Влияние микроэлементов на ростовые процессы растений сладкого перца, % (среднее за 2014–2019 гг.)

**Влияние способов применения микроэлементов на продуктивность сладкого перца
(среднее за 2014–2019 гг.)**

Вариант опыта	Предпосевная обработка						Внекорневая подкормка					
	количество репродуктивных органов, с 1 растения			урожайность, т/га	прибавка		количество репродуктивных органов, с 1 растения			урожайность, т/га	прибавка	
	цветков	бутонов	завязей		т/га	%	цветков	бутонов	завязей		т/га	%
Контроль	6/11*	24/52	4/17	33,6			2/10*	16/44	1/12	31,2		
Марганец	6/14	33/62	7/26	36,7	3,1	9,23	3/12	22/48	3/17	43,3	12,1	38,78
Цинк	2/12	18/47	1/9	31,3	-2,3	-6,85	2/13	21/50	2/15	42,1	10,9	34,94
Медь	9/20	37/69	10/31	38,7	5,1	15,18	4/12	20/52	1/16	43,0	11,8	37,82
Молибден	7/13	31/57	6/19	35,7	2,1	6,25	5/20	30/56	4/20	46,6	15,4	49,36
Бор	7/18	35/78	9/28	38,8	5,2	15,48	7/17	27/59	4/22	46,2	15,0	48,08
НСП ₀₅				1,86						5,6		

*срок проведения учета: 5–25 июля.

носителем контроля. Действие этого элемента связано было с токсичностью применяемой нами концентрации раствора и биологическими особенностями растений изучаемой культуры.

Микроэлементы оказывали также положительное влияние на качество плодов перца сладкого. Как видно из данных, приведенных в табл. 2, наиболее эффективное действие на содержание сухого вещества и сахаров при предпосевной обработке оказывали медь, бор и марганец (прибавка 11,38; 9,86; 6,19 %). Наибольшее содержание витамина С во все годы исследований наблюдалось в вариантах с обработкой бором, медью, марганцем и молибденом (прибавка 33,88; 31,05; 24,98 и 24,13 %).

При внекорневой подкормке все микроэлементы также увеличивали качественные показатели плодов перца сладкого. Наиболее эффективными микроэлементами при обработке семян являлись бор, медь и марганец; при внекорневой подкормке – молибден и бор.

Следует отметить положительное влияние цинка при внекорневой подкормке на содержание сухого вещества, прибавка при этом составила 11,43 %.

Учитывая прямое и побочное негативное воздействие нитратов на организм человека, во многих

странах мира, в том числе и в нашей, разработаны предельно допустимые концентрации нитратов в пищевых продуктах и сырье.

Для перца сладкого в условиях открытого грунта этот показатель не должен превышать 200 мг/кг. В наших исследованиях этот показатель находился в пределах при предпосевной обработке семян с 64,1 до 57,2 мг/кг, при внекорневой обработке – с 72,8 до 65,5 мг/кг, тем самым не достигая предельного уровня ПДК. Предпосевное замачивание семян перца сладкого в растворах микроэлементов (бора, молибдена, меди, цинка, железа) способствовало лучшей усвояемости нитратов и тем самым тормозило их накопление в растениях. Таким образом, внекорневая подкормка микроэлементами также снижала накопление азота в перце сладком.

Поэтому применение микроэлементов является экологически безопасным приемом повышения урожайности и качества продукции.

Закключение. Применение в овощеводстве микроэлементов в условиях сухостепной зоны Нижнего Поволжья является важным агротехническим приемом, способствующим ускорению роста, развития, увеличению урожайности и улучшению качества плодов перца.

Таблица 2

**Влияние способов применения микроэлементов на качество плодов сладкого перца,
на сырое вещество (среднее за 2014–2019 гг.)**

Вариант опыта	Сухое вещество		Сумма сахаров		Витамин С		Нитраты	
	%	в % к контролю	%	в % к контролю	мг %	в % к контролю	мг/кг	в % к контролю
Предпосевная обработка семян								
Контроль	7,91		4,86		151,70		64,1	
Марганец	8,40	6,19	5,22	7,41	189,60	24,98	58,3	-9,0
Цинк	7,92	0,13	4,58	-5,76	174,40	14,96	59,9	-6,6
Медь	8,81	11,38	5,77	18,72	198,80	31,05	58,7	-8,4
Молибден	8,11	2,53	4,97	2,26	188,30	24,13	57,5	-10,3
Бор	8,69	9,86	5,60	15,23	203,10	33,88	57,2	-10,8
Внекорневая подкормка								
Контроль	6,91		4,61		151,40		72,8	
Марганец	7,55	9,26	4,90	6,29	168,60	11,36	66,8	-8,2
Цинк	7,70	11,43	4,93	6,94	155,70	2,84	71,2	-2,2
Медь	7,41	7,24	5,14	11,50	153,30	1,25	69,6	-4,4
Молибден	7,35	6,37	5,07	9,98	176,40	16,51	65,5	-10,0
Бор	7,33	6,08	5,31	15,18	169,30	11,82	66,2	-9,1

Рекомендуется проводить предпосевную обработку семян растворами борной кислоты (0,29 г д.в./л воды), медного купороса (0,20 г д.в./л воды) и сернокислого марганца (0,16 г д.в./л воды) (отношение веса семян к раствору 1:2) как способа повышения жизнеспособности семян, ускорения выхода и улучшения качества рассады. С целью повышения урожайности и улучшения качества в период бутонизации перцев необходимо проводить внекорневую подкормку в первую очередь растворами борной кислоты (0,29 г д.в./л воды), молибденовокислого аммония (0,10 г д.в./л воды), расход воды 1 л на 10 м². Несомненно, что благодаря высокой эффективности, простоте и доступности предпосевная обработка семян и внекорневая подкормка растений микроэлементами найдет широкое применение в овощеводстве Нижнего Поволжья для получения экологически безопасной продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмедов А.Д., Богомолов Д.Ю., Васильева В.И. Влияние регулируемых факторов на продуктивность и качество плодов сладкого перца при капельном орошении в условиях Волгоградского Заволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 4(28). – С. 16–20.
2. Байрамбеков Ш.Б., Киселева Н.Н. Технология получения раннего урожая перца сладкого в условиях орошения // Орошаемое земледелие. – 2016. – № 4. – С. 23–24.
3. Булыгин С.Ю. Микроэлементы в сельском хозяйстве. – Днепропетровск, 2007. – 102 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Калмыкова Е.В., Петров Н.Ю. Комплексные водорастворимые удобрения в технологии возделывания овощных культур в условиях Нижнего Поволжья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – № 2. – 2017. – С. 29–31.
6. Калмыкова Е.В., Петров Н.Ю., Нарушев В.Б., Мягкова Е.Г. Агротехнология возделывания перца сладкого в зоне светло-каштановых почв Прикаспия при орошении // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 6. – С. 15–19.
7. Калмыкова Е.В., Петров Н.Ю., Калмыкова О.В. Адаптивная технология возделывания перца сладкого на светло-каштановых почвах Волгоградской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 9(155). – С. 9–14.

8. Калмыкова Е.В., Петров Н.Ю., Калмыкова О.В. Повышение продуктивности перца сладкого при обработке регуляторами роста в условиях Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 3. – С. 56–64.

9. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. – М., 2011. – 648 с.

10. Меньщикова Я.В., Лушников Т.А. Влияние внекорневой обработки растворами циркона и сульфата калия на рост и урожайность перцев и томатов // Вестник Курганского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2017. – № 4(47). – С. 37–41.

11. Ступаков С.Т. Методы оценки качества и химического состава плодов и овощей. – М., 2007. – 64 с.

12. Юдаев И.В., Азаров Е.В., Белицкая М.Н., Грибуст И.Р. Предпосевная обработка семян: опыт Нижнего Поволжья // Энергетика и автоматика. Научный журнал. До 115-річчя заснування Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2013. – №3. – С. 48–54.

13. Barzegar T., Fateh M., Razavi F. Enhancement of postharvest sensory quality and antioxidant capacity of sweet pepper fruits by foliar applying calcium lactate and ascorbic acid // Scientia Horticulturae, 2018, No 241, P. 293–303.

14. Belyaev A.I., Pleskachev Yu.N., Petrov N.Yu., Zvolisky V.P., Kalmykova E.V., Fomin S.D., Pygacheva A.M., Kalmykova O.V. Microelements application methods influence on physiological-biochemical processes and yellow pepper yields // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 17–18 октября 2019 г. – Воронеж, 2020, P. 012013.

15. Gajc-Wolska J., Mazur K., Niedzińska M., Kowalczyk K., Zolnierczyk P. The influence of foliar fertilizers on the quality and yield of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) // Folia Horticulturae, 2018, No 30(2), P. 183–190.

16. Zhang B., Li R., Yan J. Study on activation and improvement of crop seeds by the application of plasma treating seeds equipment // Archives of Biochemistry and Biophysics, 2018, No 655, P. 37–42.

Калмыкова Елена Владимировна, д-р с.-х. наук, старший научный сотрудник, отдел оросительных мелиораций, лаборатория моделирования технологий орошения, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия. Россия.

400002, г. Волгоград, ул. им. Тимирязева, 9.

Тел.: (8442) 60-24-20;

e-mail: kalmykova.elena-1111@yandex.ru.

Ключевые слова: перец сладкий; всхожесть; энергия прорастания; микроэлементы; предпосевная обработка семян; внекорневая подкормка растений; продуктивность; качество продукции.

EFFICIENCY OF USE OF MICROELEMENTS IN CULTIVATION OF SWEET PEPPER DURING IRRIGATION IN THE SUBZONE OF LIGHT CHESTNUT SOILS OF THE VOLGOGRAD REGION

Kalmykova Elena Vladimirovna, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Russia.

Key words: sweet pepper; germination; germination energy; microelements; pre-sowing seed treatment; foliar feeding of plants; productivity; product quality.

The results of studies of scientifically grounded use of microelements in sweet pepper crops, as an important factor in increasing the yield of vegetable crops and improving the quality of products, are presented. The purpose of our research was to substantiate the influence of the use of trace elements in the technology of sweet pepper cultivation on the growth and development of plants, the productivity and quality of the products of this culture. The experimental part of the work was carried out in 2014–2019 in the subzone of light chestnut soils of the Volgograd region. Experiments on the study of trace elements were carried out by pre-sowing seed treatment and foliar feeding of plants.

Chemically pure compounds of manganese sulfate, zinc sulfate, copper sulfate, ammonium molybdate, boric acid were used as microelements. The use of trace elements in the dry-steppe zone of the Lower Volga region is an important agricultural technique that helps to accelerate growth, development, increase productivity and improve the quality of pepper fruits. It is recommended to carry out pre-sowing treatment of seeds with solutions of boric acid (0.29 g / 1 l of water), copper sulfate (0.20 g / 1 l of water) and manganese sulfate (0.16 g / 1 l of water) (the ratio of the weight of seeds to the solution 1: 2) as a way to increase seed vitality, speed up yield and improve seedling quality. In order to increase the yield and improve the quality during the budding period of peppers, it is necessary to carry out foliar dressing, first of all, with solutions of boric acid (0.29 g / 1 l of water), ammonium molybdenum (0.10 g / 1 l of water), water consumption 1 l / 10 m². Due to its high efficiency, simplicity and availability, pre-sowing seed treatment and foliar feeding of plants with microelements will find wide application in vegetable growing.