

Постановление Мин-ва сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, 10.февр. 2011 г., № 10 (с изм. от 16 февр. 2018 г. № 16, зарегистр. в Нац. Реестре. № 8/32836 от 19.02.2018 г.) // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2012. – 8/25498.

16. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 015/2011 О безопасности зерна; утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 09 декабря 2011 г. № 874.

17. *Ковалевский, А. Л.* Биохимия растений / А. Л. Ковалевский. – Новосибирск: Наука. – 1991. – 294 с.

18. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сборник / Нац. статистический комитет Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2021. – С. 279.

TRACE ELEMENT COMPOSITION OF AGRICULTURAL CROPS GROWING ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

**E. N. Bahatyrova, T. M. Seraya, Y. A. Belyavskaya,
T. M. Kirdun, O. M. Biryukova, M. M. Torchilo**

Summary

As a result of generalization of field experiments and analysis of data obtained during route surveys in the regions of the Republic of Belarus, the average content of trace elements in the main and by-production of agricultural crops in various places of growth was determined, the limits of variation depending on their species composition were established.

Поступила 29.04.2022

УДК 631.812.2:633:631.445.2

[https://doi.org/10.47612/0130-8475-2022-1\(68\)-174-183](https://doi.org/10.47612/0130-8475-2022-1(68)-174-183)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОУДОБРЕНИЙ МИКРОСТИМ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

М. В. Рак, Е. Н. Пукалова

*Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время остаются актуальными разработки по совершенствованию основ рационального, агрохимически и экологически безопасного применения различных видов, перспективных форм и доз микроудобрений, которые обеспечивают получение оптимальной в конкретных почвенно-климатических условиях величины урожая культур с улучшенными показателями биологического

и хозяйственного качества. Применение микроудобрений является неотъемлемой составляющей современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Все большее значение в сельскохозяйственной практике приобретает применение биостимуляторов роста растений. И в свете экологизации всё большее количество производителей сельскохозяйственной продукции интересуется природными, более органическими препаратами, к числу которых относятся и класс препаратов на основе гуминовых кислот. Регуляторы роста растений обладают тройным действием: стимуляция физиологических процессов, повышение устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов и усиление неспецифического иммунитета [1–5].

При возделывании сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям применяются некорневые подкормки микроудобрениями в форме органоминеральных или хелатных соединений микроэлементов, что связано с их высокой эффективностью в любых почвенно-агрохимических условиях и хорошей совместимостью с регуляторами роста и средствами защиты растений. Некорневые обработки вегетирующих растений хелатными микроэlementными препаратами весьма актуальны при дифференцированном применении удобрений с учетом пестроты почвенного плодородия и строго в соответствии со специфическими особенностями каждой культуры в потребности питательных веществах на разных стадиях роста и развития [6–9].

В лаборатории микроэлементов разработаны различные марки жидких микроудобрений с биостимулятором МикроСтим, которые в своем составе наряду с хелатами металлоэлементов содержат регулятор роста стимулирующего действия [10]. Микроудобрения МикроСтим представляют собой водорастворимые концентраты, приготовленные на основе хелатов металлоэлементов цинка, меди, кобальта и марганца, а также бора и молибдена в органоминеральной форме с добавлением регулятора роста – гидрогумина или гидрогумата или иных гуминовых веществ. Применение МикроСтим позволит обеспечивать полную потребность растений в микроэлементах с момента прорастания семян и на протяжении вегетации, а также стимулировать рост и развитие растений, снизить заболеваемость.

Цель исследований – изучение эффективности жидких хелатных микроудобрений с биостимулятором МикроСтим при внесении в некорневые подкормки в период вегетации сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В период с 2006 по 2018 г. изучалась эффективность внесения различных доз микроудобрений МикроСтим в некорневые подкормки сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах. Исследования проводили с учетом свойств почв, содержание в них микроэлементов, биологических особенностей культур и их отзывчивости на вносимые микроэлементы.

В СПК «Щомыслица» Минского района на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве проведены исследования с озимой пшеницей Тонация, яровой пшеницей Мунк, яровым ячменем Атаман и люпином узколистым Прывабны.

Агрохимические показатели пахотного слоя почвы полевых опытов:

– озимая пшеница: pH – 5,68, гумус – 1,98 %, P₂O₅ – 256, K₂O – 256, Mn обм. – 2,3, Cu – 1,93, Zn – 2,74 мг/кг почвы;

– ячмень: pH – 5,85, гумус – 1,99 %, P₂O₅ – 324, K₂O – 227, Mn обм. – 2,3, Cu – 1,93, Zn – 2,74 мг/кг почвы;

– яровая пшеница: pH – 6,08, гумус – 2,25 %, P₂O₅ – 350, K₂O – 240, Mn обм. – 1,8, Cu – 1,21, Zn – 1,40 мг/кг почвы;

В ГП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района на дерново-подзолистой супесчаной почве проведены исследования с кукурузой Дельфин, яровым рапсом Антей, озимым рапсом Добрадей, картофелем Крыница, гречихой Лакнея.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта почвы полевых опытов:

– яровой рапс: pH – 5,01, гумус – 2,24 %, P₂O₅ – 160, K₂O – 180, B – 0,45, Cu – 1,6, S – 5,8, Mn обм. – 4,37 мг/кг почвы;

– озимый рапс: pH – 6,4, гумус – 2,5 %, P₂O₅ – 225, K₂O – 255, B – 0,34 мг/кг почвы;

– гречиха: pH – 5,8, гумус – 2,6 %, P₂O₅ – 200, K₂O – 220, Cu – 1,55, Zn – 2,40, Mn обм. – 2,76 мг/кг почвы.

В СПК «Городея» Несвижского района на дерново-подзолистых почвах изучали эффективность микроудобрений МикроСтим при возделывании картофеля Журавинка, столовой свеклы Бордо, огурца Эколь F1, томата Доходный.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя полевых опытов:

– картофель: почва связно-супесчаная, pH – 5,8, гумус – 1,82 %, P₂O₅ – 250, K₂O – 348, Cu – 0,97, Mn обм. – 2,11, Zn – 2,3 мг/кг почвы;

– столовая свекла: почва связно-супесчаная, pH – 6,2, гумус – 2,01 %, P₂O₅ – 133, K₂O – 116, Cu – 0,7, B – 0,4, Zn – 1,8 мг/кг почвы;

– огурец, томат: почва легкосуглинистая, pH – 6,3, гумус – 2,6 %, P₂O₅ – 217, K₂O – 200, Cu – 2,0, Zn – 4,9, Mn – 0,7 мг/кг почвы.

Исследования по изучению эффективности микроудобрения МикроСтим-Бор, МикроСтим-Бор, Медь при возделывании моркови Цирано проводили в ФХ «Олимп-Агро» Узденского района Минской области на дерново-подзолистой связно-супесчаной почве. Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы полевого опыта: pH – 5,7, гумус – 1,8 %, P₂O₅ – 350, K₂O – 380, B – 1,1, Cu – 2,1, Zn – 2,6 мг/кг почвы.

В ФХ «Зубр» Пружанского района Брестской области на дерново-подзолистой связно-супесчаной почве проведены исследования эффективности некорневых подкормок микроудобрениями земляники садовой Викода. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы полевого опыта: pH – 5,7, гумус – 1,6 %, P₂O₅ – 238, K₂O – 267, Mn обм. – 0,9, Cu – 2,0, Zn – 3,22 мг/кг почвы.

Микроудобрения МикроСтим применяли на фоне внесения минеральных удобрений в некорневые подкормки во время вегетации культур: озимая пшеница: 1-я – в стадию первого узла, 2-я – в фазу выхода флагового листа; яровые зерновые культуры: в фазу выхода в трубку; рапс: в фазу начало бутонизации; гречиха: в фазу ветвления; картофель: в фазу начало бутонизации; столовая свекла, морковь: 1-я – в фазу 4–8 листьев, 2-я – через месяц после первой обработки; огурец: 1-я – в фазу 2–3 настоящих листьев, 2-я – через 7–10 дней после первой обработки, 3-я – через 7–10 дней после второй обработки; томат:

1-я – через 10–15 дней после высадки рассады, 2-я – через 10–15 дней после первой обработки; земляника садовая: 1-я – в начале отрастания листьев, 2-я – через 7–10 дней после первой обработки, 3-я – через 7–10 дней после второй, до цветения.

Химический состав микроудобрений с биостимулятором МикроСтим представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав жидких микроудобрений МикроСтим (г/л)

| Марки микроудобрений | Азот | Медь | Бор | Цинк | Кобальт | Молибден | Марганец | Гуминовые вещества |
|-------------------------|-------|------|-------|------|---------|----------|----------|--------------------|
| МикроСтим-Бор | 50,0 | – | 150,0 | – | – | – | – | 0,6–8,0 |
| МикроСтим-Бор,Медь | 65,0 | 40,0 | 40,0 | – | – | – | – | 0,6–8,0 |
| МикроСтим-Медь,Марганец | 60,0 | 50,0 | – | – | – | – | 50,0 | – |
| МикроСтим-Марганец | 35,0 | – | – | – | – | – | 50,0 | – |
| МикроСтим-Медь Л | 65,0 | 78,0 | – | – | – | – | – | 0,48–6,0 |
| МикроСтим-Цинк | 100,0 | – | – | 50,0 | – | – | – | – |
| МикроСтим-Цинк,Бор | 93,0 | – | 30,0 | 46,0 | – | – | – | 0,48–6,0 |
| МикроСтим-Цинк,Медь | 75,0 | 50,0 | – | 50,0 | – | – | – | – |

Технология возделывания исследуемых культур общепринятая для республики. Во время вегетации культур проводился уход за посевами, применялись средства защиты растений. Исследования проводили в соответствии с методикой полевых опытов, статистическая обработка результатов исследований проведена методом дисперсионного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Некорневые подкормки растений в период вегетации микроудобрениями МикроСтим обеспечивают существенную прибавку урожая сельскохозяйственных культур. Так, при возделывании озимой пшеницы на фоне минеральных удобрений применение в некорневую подкормку микроудобрений МикроСтим-Медь Л и МикроСтим-Марганец в возрастающих дозах способствовало повышению урожайности зерна на 3,4–4,3 и 3,7–5,0 ц/га соответственно (табл. 2). Внесение микроудобрения МикроСтим-Медь Л в некорневые подкормки яровой пшеницы в дозе 0,65 л/га повышало урожайность зерна на 3,7 ц/га. Некорневая подкормка ярового ячменя микроудобрением МикроСтим-Марганец в дозах 1,0 и 1,5 л/га обеспечило прибавку зерна ячменя на 3,2 и 4,7 ц/га (табл. 2).

При возделывании рапса отмечается высокая эффективность применения в некорневую подкормку микроудобрения МикроСтим-Бор. В опыте с яровым рапсом некорневая подкормка исследуемым удобрением в дозе 2,0 л/га обеспечила повышение урожайности семян на 4,8 ц/га, масличности – на 1,1 %. Внесение в некорневую подкормку микроудобрения МикроСтим-Бор,Медь в дозах 1,5 и 2,0 л/га увеличивала урожайность семян на 3,0 и 4,0 ц/га соответственно

(табл. 3). В опыте с озимым рапсом прибавки урожайности семян от применения микроудобрения МикроСтим-Бор в некорневую подкормку в дозах 0,66 и 1,33 л/га составили 11,3 и 9,8 ц/га соответственно. Внесение микроудобрения МикроСтим-Марганец в дозах 1,0 и 1,5 л/га обеспечила прибавку урожайности семян на уровне 3,9 и 5,1 ц/га соответственно. Масличность семян от исследуемых удобрений повышалась на 1,0–1,5%, при наибольшей эффективности удобрения МикроСтим-Марганец.

Таблица 2

**Влияние микроудобрений МикроСтим на урожайность
и качество зерновых культур**

| Варианты | Урожайность, ц/га | Прибавка, ц/га | Белок, % | Сбор белка, ц/га |
|--|-------------------|----------------|----------|------------------|
| Озимая пшеница | | | | |
| 1. N ₁₆₀ P ₃₀ K ₆₀ – фон | 59,7 | – | 13,0 | 6,7 |
| 2. Фон + МикроСтим-Медь Л (0,65 л/га) | 63,1 | 3,4 | 12,4 | 6,7 |
| 3. Фон + МикроСтим-Медь Л (1,0 л/га) | 64,0 | 4,3 | 11,6 | 6,4 |
| 4. Фон + МикроСтим-Марганец (1,0 л/га) | 63,4 | 3,7 | 11,3 | 6,2 |
| 5. Фон + МикроСтим-Марганец (1,5 л/га) | 64,7 | 5,0 | 12,0 | 6,7 |
| HCP ₀₅ | 2,7 | | – | – |
| Яровая пшеница | | | | |
| 1. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ – фон | 77,4 | – | 11,4 | 7,6 |
| 2. Фон + МикроСтим-Медь Л (0,64 л/га) | 81,1 | 3,7 | 11,5 | 8,0 |
| HCP ₀₅ | 3,1 | | – | – |
| Ячмень | | | | |
| 1. N ₉₀ P ₅₄ K ₇₂ – фоновый вариант | 69,9 | – | 10,0 | 6,0 |
| 2. Фон + МикроСтим-Марганец (1,0 л/га) | 73,1 | 3,2 | 10,7 | 6,7 |
| 3. Фон + МикроСтим-Марганец (1,5 л/га) | 74,6 | 4,7 | 10,9 | 7,0 |
| HCP ₀₅ | 2,9 | | – | – |

Таблица 3

**Эффективность некорневой подкормки ярового и озимого рапса
микроудобрениями МикроСтим**

| Варианты | Урожайность, ц/га | Прибавка, ц/га | Масличность, % |
|--|-------------------|----------------|----------------|
| Яровой рапс | | | |
| 1. N ₁₃₀ P ₈₀ K ₁₃₀ – фон | 19,7 | – | 47,1 |
| 2. Фон + МикроСтим-Бор (2,0 л/га) | 24,5 | 4,8 | 48,2 |
| HCP ₀₅ | 2,7 | | – |
| 1. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀ – фон | 23,4 | – | 31,6 |
| 2. Фон + МикроСтим-Бор, Медь (1,5 л/га) | 26,4 | 3,0 | 32,7 |
| 3. Фон + МикроСтим-Бор, Медь (2,0 л/га) | 27,4 | 4,0 | 31,4 |
| HCP ₀₅ | 1,7 | | – |

Окончание табл. 3

| Варианты | Урожайность, ц/га | Прибавка, ц/га | Масличность, % |
|--|-------------------|----------------|----------------|
| Озимый рапс | | | |
| 1. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₄₀ – фон | 44,2 | – | 35,2 |
| 2. Фон + МикроСтим-Бор (0,66 л/га) | 55,5 | 11,3 | 36,2 |
| 3. Фон + МикроСтим-Бор (1,33 л/га) | 54,0 | 9,8 | 34,6 |
| НСР ₀₅ | 3,7 | | |
| 1. N ₂₂₀ P ₅₄ K ₇₂ – фон | 25,0 | – | 48,4 |
| 2. Фон + МикроСтим-Марганец (1,0 л/га) | 28,9 | 3,9 | 49,6 |
| 3. Фон + МикроСтим-Марганец (1,5 л/га) | 30,1 | 5,1 | 49,9 |
| НСР ₀₅ | 3,5 | | – |

При возделывании гречихи применение микроудобрений МикроСтим в некорневую подкормку на фоне минеральных удобрений способствовало повышению урожайности зерна (табл. 4). Некорневая подкормка гречихи в фазу ветвления микроудобрением МикроСтим-Бор, МикроСтим-Бор,Медь, МикроСтим-Цинк,Бор способствовала увеличению урожайности зерна на 3,6, 3,7 и 3,3 ц/га соответственно.

Таблица 4

Влияние микроудобрений МикроСтим на урожайность зерна гречихи

| Варианты | Урожайность, ц/га | Прибавка, ц/га |
|---|-------------------|----------------|
| 1. N ₄₅ P ₅₀ K ₁₂₀ – фон | 22,3 | – |
| 2. Фон + МикроСтим-Бор (0,33 л/га) | 25,9 | 3,6 |
| 3. Фон + МикроСтим-Бор,Медь (1,25 л/га) | 26,0 | 3,7 |
| 4. Фон + МикроСтим-Цинк,Бор (1,7 л/га) | 25,6 | 3,3 |
| НСР ₀₅ | 2,0 | – |

В полевом опыте с картофелем прибавки урожайности клубней от применения в некорневую подкормку микроудобрения МикроСтим-Бор в дозах 0,66 и 1,0 л/га составили 18 и 24 ц/га, МикроСтим-Бор,Медь в дозах 1,0 и 2,0 л/га – 34 и 40 ц/га соответственно (табл. 5). Применение исследуемых микроудобрений не приводило к снижению содержания крахмала в клубнях картофеля. При этом сбор крахмала в вариантах с микроудобрениями МикроСтим был выше на 2,8–4,0 ц/га в сравнении с фоновым вариантом.

Применение микроудобрений МикроСтим в некорневые подкормки овощных культур способствовала повышению урожайности и качества продукции (табл. 6). При урожайности корнеплодов столовой свеклы в фоновом варианте 41,4 т/га, прибавки от некорневой подкормки микроудобрением МикроСтим-Бор в дозах 1,3 и 2,0 л/га составили 2,8 и 3,6 т/га соответственно. Эффективность микроудобрения повышалась с увеличением дозы внесения.

При возделывании моркови некорневая подкормка микроудобрением МикроСтим-Бор в дозах 2,0 и 3,0 л/га повышала урожайность корнеплодов на 5,1 и 6,1 т/га, микроудобрением МикроСтим-Бор,Медь в дозах 2,0 и 3,0 л/га – на 5,8 и 6,5 т/га соответственно при урожайности моркови в фоновом варианте 35,2 т/га.

Таблица 5

Влияние микроудобрений МикроСтим на урожайность и качество картофеля

| Варианты | Урожайность, ц/га | Прибавка, ц/га | Крахмал | |
|--|-------------------|----------------|---------|------|
| | | | % | ц/га |
| 1. N ₁₂₀ P ₇₅ K ₁₅₀ – фон | 400 | – | 16,8 | 67,2 |
| 2. Фон + МикроСтим-Бор (0,66 л/га) | 418 | 18 | 17,0 | 71,1 |
| 3. Фон + МикроСтим-Бор (1,0 л/га) | 424 | 24 | 16,5 | 70,0 |
| 4. Фон + МикроСтим-Бор,Медь (1,0 л/га) | 434 | 34 | 16,4 | 71,2 |
| 5. Фон + МикроСтим-Бор,Медь (2,0 л/га) | 440 | 40 | 16,1 | 70,8 |
| НСР ₀₅ | 16,0 | | – | – |

Таблица 6

Влияние микроудобрения МикроСтим-Бор на урожайность и качество овощных культур

| Варианты | Урожайность, т/га | Прибавка к фону, т/га | Сухое вещество, % |
|---|-------------------|-----------------------|-------------------|
| Столовая свекла | | | |
| 1. N ₉₂ P ₁₀₄ K ₂₁₀ – фон | 41,4 | – | 14,6 |
| 2. Фон + МикроСтим-Бор (1,3 л/га) | 44,2 | 2,8 | 12,9 |
| 3. Фон + МикроСтим-Бор (2,0 л/га) | 45,0 | 3,6 | 13,8 |
| НСР ₀₅ | 2,6 | | – |
| Морковь | | | |
| 1. N ₁₁₀ P ₁₀₅ K ₂₁₂ – фон | 35,2 | – | 14,3 |
| 2. Фон + МикроСтим-Бор (2,0 л/га) | 40,3 | 5,1 | 14,3 |
| 3. Фон + МикроСтим-Бор (3,0 л/га) | 41,3 | 6,1 | 14,6 |
| 4. Фон + МикроСтим-Бор,Медь (2,0 л/га) | 41,0 | 5,8 | 14,4 |
| 5. Фон + МикроСтим-Бор,Медь (3,0 л/га) | 41,7 | 6,5 | 14,4 |
| НСР ₀₅ | 1,8 | | – |
| Огурец | | | |
| 1. N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀ – фон | 25,6 | – | 4,4 |
| 2. Фон + МикроСтим-Бор (0,33 л/га) | 28,6 | 3,0 | 4,2 |
| 3. Фон + МикроСтим-Бор,Медь (1,25 л/га) | 28,1 | 2,5 | 4,5 |
| 4. Фон + МикроСтим-Цинк,Бор (1,6 л/га) | 28,3 | 2,7 | 4,1 |
| 5. Фон + МикроСтим-Медь Л (0,64 л/га) | 28,4 | 2,8 | 4,0 |
| НСР ₀₅ | 1,0 | | – |
| Томат | | | |
| 1. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₅₀ – фон | 41,3 | – | 4,33 |
| 2. Фон+МикроСтим-Медь Л (0,6 л/га) | 42,4 | 1,2 | 5,41 |
| 3. Фон+МикроСтим-Бор,Медь (1,0 л/га) | 42,7 | 1,4 | 4,85 |
| НСР ₀₅ | 1,3 | | – |

Трехкратная некорневая подкормка огурца микроудобрениями МикроСтим-Бор, МикроСтим-Бор,Медь, МикроСтим-Цинк,Бор и МикроСтим-Медь Л обеспечивала практически одинаковые прибавки урожайности, которые составили 3,0, 2,5, 2,7 и 2,8 т/га соответственно. При возделывании томата в открытом грунте двукратная некорневая подкормка различными марками микроудобрения МикроСтим способствовала повышению урожайности плодов томата. Так, некорневая подкормка томата микроудобрением МикроСтим Медь Л повышала урожайность плодов на 1,2 т/га, а микроудобрением МикроСтим-Бор,Медь – на 1,4 т/га в сравнении с фоновым вариантом (табл. 6). Применение микроудобрений МикроСтим в некорневые подкормки овощных культур не оказала существенного влияния на содержания сухого вещества в корнеплодах столовой свеклы и моркови, плодах огурца и томата.

При возделывании земляники садовой некорневая подкормка (в начале отрастания листьев, через 7–10 дней после первой обработки и через 7–10 дней после второй, до цветения) микроудобрениями МикроСтим способствовала повышению урожая ягод (табл. 7). По сравнению с вариантом без удобрений некорневая подкормка микроудобрением МикроСтим-Медь Л увеличивало урожайность ягод на 5,1 ц/га, микроудобрением МикроСтим-Бор – на 5,9 ц/га, микроудобрением МикроСтим-Бор,Медь – на 7,0 ц/га и микроудобрением МикроСтим-Цинк,Бор – на 5,8 ц/га. Содержание нитратов в ягодах составило 29,7–40,1 мг/кг сырой массы, что не превышает установленную предельную допустимую концентрацию (ПДК – 60 мг/кг).

Таблица 7

Влияние микроудобрений МикроСтим на урожайность земляники садовой

| Варианты | Урожайность, ц/га | Прибавка к вар. 1, ц/га | Нитраты, мг/кг сырой массы | Сухое вещество, % |
|----------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------|
| 1. Вариант без удобрений | 11,3 | – | 36,6 | 11,0 |
| 2. МикроСтим-Медь Л (0,6 л/га) | 16,3 | 5,1 | 29,7 | 10,6 |
| 3. МикроСтим-Бор (0,6 л/га) | 17,2 | 5,9 | 35,7 | 11,2 |
| 4. МикроСтим-Бор,Медь (1,0 л/га) | 18,2 | 7,0 | 37,4 | 11,0 |
| 5. МикроСтим-Цинк,Бор (1,0 л/га) | 17,1 | 5,8 | 40,1 | 10,6 |
| НСР ₀₅ | | 1,8 | – | – |

ВЫВОДЫ

На дерново-подзолистых почвах низко- и среднеобеспеченных микроэлементами установлена высокая эффективность и технологичность применения жидких микроудобрений МикроСтим со стимулирующим эффектом при возделывании сельскохозяйственных культур.

Применение микроудобрений МикроСтим-Медь и МикроСтим-Марганец на зерновых культурах повышало урожайность зерна на 3,7 ц/га (яровая пшеница), на 4,7 ц/га (яровой ячмень), на 3,4–5,0 ц/га (озимая пшеница). При возделывании гречихи применение различных марок микроудобрений МикроСтим на фоне минеральных удобрений обеспечило прибавки урожайности зерна 3,3–3,7 ц/га, в наибольших значениях в варианте с применением удобрения МикроСтим-Бор,Медь.

В опыте с рапсом отмечена высокая эффективность применения в некорневую подкормку микроудобрения МикроСтим-Бор, максимальные прибавки урожайности семян составили 4,8 ц/га (яровой рапс) и 11,3 ц/га (озимый рапс). Некорневая подкормка картофеля микроудобрением МикроСтим-Бор и МикроСтим-Бор, Медь на фоне минеральных удобрений способствовала получению прибавки урожайности клубней от 18 до 40 ц/га, с наибольшей эффективностью от удобрения МикроСтим-Бор, Медь в дозе 2,0 л/га.

Применение некорневых подкормок овощных культур и земляники садовой микроудобрениями МикроСтим обеспечивало следующие прибавки урожая: 2,8–3,6 т/га (свекла столовая), 2,5–3,0 т/га (огурец), 1,2–1,4 т/га (томат), 5,1–6,5 т/га (морковь), 5,1–7,0 ц/га (земляника садовая).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интенсификация продукционного процесса растений. Приемы управления / В. Г. Сычев [и др.]. – М.: ВНИИА, 2009. – 520 с.
2. Микроудобрения в современной земледелии / И. А. Гайсин [и др.] // Агрохимический вестник. – 2010. – № 4. – С. 13–14
3. Стимуляторы роста и урожай / Э. М. Мовсумзаде [и др.]. – Уфа: ГИНТЛ-«Реактив», 2000. – 208 с.
4. Будыкина, Н. П. Оценка биопотенциала новых регуляторов роста растений / Н. П. Будыкина, Т. Ф. Алексеева, Н. И. Хильков // Агрохимический вестник. – 2007. – № 6. – С. 24–26.
5. Кадыров, С. В. Стимуляторы роста и хелатные микроудобрения как фактор повышения урожайности гречихи / С. В. Кадыров, А. В. Козлобаев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – № 2. – С. 24–29.
6. Применение микроудобрений и регуляторов роста в интенсивном земледелии: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2015. – 48 с.
7. Система применения микроудобрений под сельскохозяйственные культуры: рекомендации / М. В. Рак [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2006. – 28 с.
8. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии; под ред. акад. В. В. Лапа. – 2-е изд. – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – 260 с.
9. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2013–2016 гг.) / И. М. Богдевич [и др.]; под ред. И. М. Богдевича; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 275 с.
10. Микроудобрения с биостимулятором «МикроСтим»: ТУ BY 100079183.006-2008. – Введ. 06.11.2008. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2008. – 15 с.

THE EFFECTIVENESS OF MICRO-FERTILIZATION OF MICROSTIM IN THE CULTIVATION OF AGRICULTURAL CROPS ON SOD-PODZOLIC SOILS

M. V. Rak, E. N. Pikalova

Summary

In field experiments on sod-podzolic soils low- and medium-provided with trace elements, high efficiency and manufacturability of the use of liquid micro-fertilizers

MicroStim with a stimulating effect in the cultivation of agricultural crops has been established. Significant increases in the yield of grain and vegetable crops, rapeseed, buckwheat, potatoes and strawberries were obtained.

Поступила 14.05.2022

УДК 631.81:633.11:631.445

[https://doi.org/10.47612/0130-8475-2022-1\(68\)-183-192](https://doi.org/10.47612/0130-8475-2022-1(68)-183-192)

ДЕЙСТВИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА НАКОПЛЕНИЕ МЕДИ, МАРГАНЦА И ЦИНКА В РАСТЕНИЯХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ВЫСОКОКУЛЬТУРЕННОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

М. В. Рак, Н. С. Гузова

*РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Поступление микроэлементов в растения происходит через корневую систему и листовую поверхность. По скорости проникновения в растения микроэлементы располагаются следующим образом: $Cd > Pb > Zn > Cu > Mn > Fe$. По органам растений микроэлементы распределяются неравномерно. В большом количестве они накапливаются в корнях, стеблях, листьях и меньше в органах запасаания ассимилятов [1].

Медь обладает меньшей подвижностью в растениях по сравнению с другими элементами, большей частью оставаясь в тканях корней. Максимум ее подвижности достигается при оптимальном содержании в растительном организме [2]. Наиболее интенсивно зерновые культуры усваивают медь в период до фазы выхода в трубку и во время формирования зерна [3].

Среднее содержание марганца в растениях составляет 0,001 %. В различных органах одного и того же растения его содержание неодинаково. Основное его количество сосредоточено в зеленых листьях, зародышах семян и плодах [4, 5].

Цинк очень подвижен в растении. Корневые системы накапливают, как правило, больше цинка, но при оптимальном уровне содержания этот элемент перемещается из корней и накапливается в надземных органах [6].

В исследованиях В. В. Церлинг установлены уровни-параметры содержания микроэлементов в растениях в определенной фазе. Оптимальное содержание элемента в растениях в той или иной фазе соответствует высокому и качественному урожаю, полученному вследствие созданных оптимальных сочетаний факторов питания, при которых растение может нормально развиваться и наиболее полно реализовать все свои возможности в формировании урожая. Для озимой пшеницы уровни-параметры содержания меди установлены в фазе стеблевания и фазе трубкования в надземной части растения, а также в фазе колошения и фазе цветения в верхних листьях; содержания марганца – в фазе весеннего кущения,