

УДК 631.81.095.337:633.791

Г. М. МИЛОСТА, А. А. РЕГИЛЕВИЧ

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ И СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ХМЕЛЯ (*HUMULUS LUPULUS*)

Гродненский государственный аграрный университет

(Поступила в редакцию 10.01.2007)

Введение. Значение хмеля обусловлено тем, что шишки этого растения являются обязательным и незаменимым сырьем для пивоваренной промышленности. Находящиеся в шишках хмеля специфические горькие, смолистые и дубильные вещества, эфирные масла придают пиву характерный хмелевой аромат, особый горький вкус, усиливают брожение, повышают стойкость готового пива против прокисания, способствуют пеностойкости и прозрачности.

Помимо применения в пивоваренной отрасли хмель и продукты его переработки (гранулы, экстракты, эфирные масла) находят широкое применение и в других отраслях – в фармацевтической (при производстве различных успокоительных лекарственных препаратов) и в хлебопекарной промышленности.

В настоящее время большая часть хмеля завозится в Республику Беларусь из-за рубежа. Проведение всех необходимых организационно-экономических и агротехнических мероприятий по организации собственного экономически эффективного хмелеводства способствовало бы решению проблемы обеспечения белорусской пивоваренной отрасли качественным отечественным хмелем, экономии валютных средств, затрачиваемых на импорт этого продукта, и снижению уровня зависимости пивоваренной отрасли республики от мирового рынка. Тем более, что почвенно-климатические условия нашей республики в полной мере соответствуют биологическим особенностям этой культуры, что подтверждается практическим опытом немногочисленных хмелеводческих хозяйств на западе Беларуси.

Основной проблемой является отсутствие технологий возделывания хмеля для условий нашей республики с учетом особенностей ее почвенно-климатических условий. Хмель относится к культурам, требующим достаточно высоких норм минеральных удобрений. Потребность в микроудобрениях растет также в связи с расширением применения высококонцентрированных макроудобрений, которые лучше очищены и почти не содержат примесей микроэлементов. Кроме того, внесение повышенных доз азота, фосфора и калия сдвигает ионное равновесие почвенного раствора часто в сторону, неблагоприятную для поглощения растениями микроэлементов [1]. Внесение микроудобрений обеспечивает также значительное повышение эффективности удобрений, содержащих основные элементы питания растений. Совместное применение макро- и микроудобрений – наиболее рациональный способ их эффективного использования. Изучение значения микроэлементов в обмене веществ растений необходимо для выявления новых возможностей управления их продуктивностью, поскольку микроэлементы могут выступать и как специфические, и как неспецифические регуляторы обмена веществ [4]. Однако исследования в отношении поиска оптимальных условий минерального питания микроэлементами на фоне оптимальных доз макроэлементов для данной культуры в республике до настоящего времени не проводились.

Цель настоящих исследований – установить зависимость урожайности хмеля от применения различных доз микроудобрений (бор, медь и цинк), вносимых в почву и некорневым способом.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты проводили в 2005–2006 гг. в УО СПК «Путришки» Гродненского района на дерново-подзолистых супесчаных почвах, подстилаемых

моренным суглинком. Агрохимическая характеристика исследуемых почв: pH_{KCl} 6,0, содержание гумуса – 2,0%; P_2O_5 – 184 и K_2O – 202 мг/кг почвы; по содержанию подвижных форм бора, меди и цинка почва относится к II (средней) группе обеспеченности. Исследования проводили с сортом *Hallertauer Magnum* (Германия), относящемуся к группе горьких сортов.

Опыты по изучению зависимости продуктивности хмеля от применения борных, медных и цинковых микроудобрений закладывали в 3-кратной повторности в 4 яруса. Микроэлементы вносили в почву и некорневым способом в различных дозах и сочетаниях. Некорневое внесение микроэлементов проводили трехкратно и равномерно в течение вегетации растений. Сроки обработки: 1-я обработка – во II декаде мая (в начале интенсивного роста хмеля при высоте растений 1,5–2,0 м); 2-я обработка – во II декаде июня (в начале образования и роста боковых побегов при высоте растений 4,5–5,0 м); 3-я обработка – в конце июля–начале августа (в начале цветения хмеля). На одной делянке размещали 40 учетных растений, расположенных в четыре ряда, по 10 растений в каждом, по 4–12 растений того же сорта оставляли на концевых защитных полосах. Растения высаживали по схеме 3,0×1,5 м. Учетная площадь делянки составляла 180 м².

В процессе роста и развития растений хмеля проводили фенологические наблюдения. Учет урожая – сплошным методом, поделяночно. Уборка шишек – вручную, с последующей сушкой при температуре 60–70 °С в течение 6–7 ч. Содержание α -кислоты в шишках хмеля определяли кондуктометрическим методом путем измерения силы тока, проходящего через экстракт горьких веществ в процессе титрования его уксусно-кислым свинцом (ГОСТ 21948-76).

Известно, что для формирования высокого и качественного урожая хмель требует в первую очередь оптимальных температур в период цветения (19,0–20,0 °С в июле) и формирования шишек (16,5–19,0 °С в августе), он также требователен к оптимальному обеспечению влагой (с середины июля до середины августа). Лучшие условия развития растений создаются при выпадении 90–100 мм осадков в этот период. В годы проведения исследований температура в этот основной период была благоприятной для роста и развития хмеля (август 2005 г. – 16,9 °С; 2006 г. – 17,7 °С). Однако обеспеченность влагой по годам исследований заметно отличалась. Более благоприятные условия по обеспеченности влагой сложились в 2005 г., когда был сформирован достаточно высокий уровень урожайности хмеля, хотя в июле отмечался некоторый дефицит влаги в почве и относительный кратковременный избыток влаги в почве в начале августа. В 2006 г. урожай был несколько ниже по сравнению с 2005 г., что связано с острым дефицитом влаги в почве в июле и избыточным количеством осадков в период формирования шишек в течение всего августа, что сочеталось с повышенными температурами воздуха. Это явилось основной более высокой степени развития грибных болезней и причиной формирования более низкой урожайности. Как видим, основным фактором погодных условий, оказывающим значительное влияние на количество и качество урожая хмеля, является влагообеспеченность почвы.

Результаты и их обсуждение. Анализ полученных результатов показал, что на урожайность шишек хмеля оказывают влияние не только органические и минеральные (макро- и микроудобрения), но и погодные условия. Обеспеченность почвы влагой и температурные условия являются важным фактором продуктивности хмеля в условиях нашей республики.

Результаты проведенных полевых исследований показали, что в 2005 г. урожайность шишек хмеля была выше, чем в последующем 2006 г. (табл. 1). Так, в 2006 г. урожайность снизилась на 17,6–21,4% по сравнению с предыдущим 2005 г. Снижению урожая в 2006 г. сопутствовало также более интенсивное развитие грибных болезней, что в первую очередь связано с избытком осадков в августе.

В контрольном варианте без удобрений урожайность шишек хмеля была невысокой и составляла в среднем 11,1 ц/га (соответственно по годам исследований – 12,0 и 10,2 ц/га). На фоне органических (30 т/га) и минеральных удобрений ($N_{180}P_{120}K_{160}$) существенно возросла – до 16,0 ц/га (соответственно 17,9 и 14,0 ц/га). При более благоприятных погодных условиях прибавка от внесения органических и минеральных удобрений была значительно выше (в 2005 г. – 5,9, в 2006 г. – всего 3,8 ц/га). Таким образом, эффективность применения органических и минеральных удобрений, вносимых под хмель, тем выше, чем в большей степени погодные условия (температура и влажность) соответствуют биологическим особенностям культуры.

При внесении микроэлементов в почву максимальная и существенная прибавка урожайности шишек хмеля была получена от внесения цинка, которая составила в среднем 1,3 ц/га (соответственно по годам – 1,2 и 1,4 ц/га), что превышает показатели наименьшей существенной разницы. Внесение бора оказало существенное влияние на увеличение урожайности шишек только в 2006 г. (прибавка составила 1,2 ц/га при значениях НСР₀₅ 1,1 ц/га). В 2005 г. при внесении бора проявилась лишь тенденция к увеличению урожайности шишек. При внесении меди в почву достоверного увеличения урожайности шишек хмеля не наблюдалось. Действие меди проявилось лишь в форме тенденции к росту урожайности и не превышало значений наименьшей существенной разницы.

Т а б л и ц а 1. Влияние микроудобрений на урожайность и массу 100 шишек хмеля, опытное поле УО СПК «Путришки» Гродненского района

Вариант опыта	Урожайность шишек, ц/га			Масса 100 шишек хмеля, г		
	2005 г.	2006 г.	среднее	2005 г.	2006 г.	среднее
I. Контроль (без удобрений)	12,0	10,2	11,1	10,5	10,4	10,5
II. Фон – 30 т/га + N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₆₀	17,9	14,0	16,0	14,1	13,4	13,8
III. Фон + B _{1,5} (в почву)	18,7	15,2	17,0	14,5	14,3	14,4
IV. Фон + Cu _{3,0} (в почву)	18,3	15,0	16,7	14,2	13,9	14,1
V. Фон + Zn _{3,0} (в почву)	19,1	15,4	17,3	16,0	15,2	15,6
VI. Фон + B _{1,5} Cu _{3,0} Zn _{3,0} (в почву)	19,9	15,2	17,6	16,2	14,3	15,3
VII. Фон + B _(0,05+0,05+0,05) (н. в.)*	20,1	14,8	17,5	15,7	14,2	15,0
VIII. Фон + B _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	20,9	16,1	18,5	16,1	15,4	15,8
IX. Фон + B _(0,15+0,15+0,15) (н. в.)	21,1	16,0	18,6	16,2	15,3	15,8
X. Фон + Cu _(0,05+0,05+0,05) (н. в.)	18,7	14,8	16,8	14,8	13,9	14,4
XI. Фон + Cu _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	19,6	15,4	17,5	15,3	14,4	14,9
XII. Фон + Cu _(0,15+0,15+0,15) (н. в.)	20,6	15,7	18,2	16,0	14,7	15,4
XIII. Фон + Zn _(0,05+0,05+0,05) (н. в.)	19,7	15,3	17,5	16,6	15,5	16,1
XIV. Фон + Zn _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	21,1	16,8	19,0	17,6	16,3	17,0
XV. Фон + Zn _(0,15+0,15+0,15) (н. в.)	21,5	17,3	19,4	17,8	16,5	17,2
XVI. Фон + B _(0,1+0,1+0,1) Cu _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	20,6	16,2	18,4	15,7	15,2	15,5
XVII. Фон + B _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	21,5	17,7	19,6	17,9	17,1	17,7
XVIII. Фон + Cu _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	20,0	16,0	18,0	15,9	15,5	15,7
XIX. Фон + B _(0,1+0,1+0,1) Cu _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	20,8	16,5	18,7	16,4	15,9	16,2
НСР ₀₅	0,9	1,0				

* Н. в. – некорневое внесение. То же для табл. 2, 3.

Следует отметить, что прибавка урожайности шишек хмеля от внесения микроэлементов в почву была выше в 2006 г., хотя этот год нельзя назвать благоприятным для роста и развития хмеля. Более высокая эффективность применения микроэлементов в 2006 г. связана с более высокой влагообеспеченностью почвы и, как следствие, лучшей доступностью для растений, вносимых микроэлементов.

Таким образом, внесение цинковых микроудобрений в почву обеспечивает получение устойчивой и существенной прибавки урожайности шишек хмеля.

В результате проведенных исследований (табл. 1) установлено, что наибольшая прибавка урожайности шишек (3,4 ц/га) получена при внесении цинка в максимальных дозах (вариант XV). Следует отметить, что существенная прибавка урожайности была получена даже при внесении цинка в минимальной дозе (вариант XIII). С увеличением дозы цинка в 2 раза (вариант XIV) урожайность хмеля существенно возросла относительно предыдущего варианта. В вариантах XIV и XV урожайность шишек находилась практически на одном уровне с учетом данных наименьшей существенной разницы. Это свидетельствует о том, что оптимальная доза цинка не должна превышать его количество, вносимое в варианте XV (Фон + Zn_(0,15+0,15+0,15)).

Вторым по влиянию на урожайность шишек хмеля из изучаемых микроэлементов является бор. Максимальная урожайность шишек (18,5–18,6 ц/га) от внесения бора была получена при внесении его в средних (вариант VIII) и максимальных дозах (вариант IX) некорневым способом. Разница между этими вариантами не превышает значения НСР₀₅. Следовательно, оптимальной дозой бора является его количество, вносимое в варианте VIII (средняя доза), так как при дальнейшем увеличении доз урожайность шишек оставалась на одном уровне.

Наименее значимое влияние на урожайность шишек хмеля в наших исследованиях оказало применение меди. Внесение минимальных доз меди (вариант X) не оказало существенного влияния на урожайность шишек. Максимальная прибавка урожайности от внесения меди получена в вариантах XI и XII, которые по величине урожайности находились на одном уровне с учетом данных НСР₀₅, хотя с увеличением доз меди (вариант XII) отмечается заметная тенденция к росту урожайности шишек.

Таким образом, изучаемые микроэлементы (бор, медь и цинк) по степени их влияния на рост урожайности шишек хмеля можно расположить в следующем порядке: Zn > B > Cu.

Наиболее оптимальным сочетанием микроэлементов по их влиянию на урожайность является совместное применение бора и цинка (вариант XVII), что обеспечило прибавку 3,6 ц/га при средней урожайности 19,6 ц/га. При этом отмечается синергетическое взаимодействие этих элементов, когда их комплексное внесение дает более высокую прибавку, чем среднее арифметическое прибавок от их раздельного внесения, т. е. наблюдается усиление эффекта от их совместного применения.

С другой стороны, взаимодействие некоторых элементов может носить антагонистический характер влияния на урожайность шишек. Примером такого взаимодействия является совместное внесение меди и цинка (вариант XVIII). При парном внесении этих элементов отмечалось взаимное угнетение действия этих элементов на урожайность шишек, когда совместное внесение дает меньшую прибавку, чем среднее арифметическое прибавок от их раздельного внесения. Прибавка урожайности шишек при внесении этих элементов составила 2,0 ц/га при средней урожайности 18,0 ц/га.

Комплексное внесение всех трех микроэлементов (вариант XIX) не имело преимуществ по их влиянию на урожайность шишек хмеля по сравнению с вариантом совместного внесения бора и цинка (вариант XVII).

Таким образом, для получения максимальной урожайности шишек рекомендуется внесение цинка в максимальных дозах ($Zn_{(0,15+0,15+0,15)}$) или совместное внесение бора и цинка некорневым способом на оптимальном фоне органических и минеральных удобрений (Фон + $B_{(0,1+0,1+0,1)}Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$). При этом отмечается синергетическое взаимодействие этих элементов по их влиянию на эти показатели.

В лабораторных опытах рассчитывали массу 100 шишек хмеля, в результате была установлена зависимость этого показателя от вносимых микроэлементов.

Из данных табл. 1 следует, что особенности влияния микроэлементов на массу 100 шишек близки к зависимости урожайности шишек хмеля от действия этих микроэлементов. Во-первых, погодные условия 2005 г. способствовали формированию более крупных по массе шишек, чем в последующем 2006 г. Во-вторых, почвенное внесение микроэлементов не имело преимуществ перед некорневым их применением. В-третьих, микроэлементы по эффективности их влияния на показатель массы 100 шишек независимо от способа их внесения расположились следующим образом: Zn > B > Cu. В-четвертых, при совместном внесении бора и цинка отмечается синергетическое взаимодействие микроэлементов в отношении их влияния на увеличение массы 100 шишек.

При уборке урожая определяли такие важные морфологические показатели, оказывающие косвенное влияние на продуктивность хмеля, как листовая масса и площадь ее поверхности на 1 га.

Из данных табл. 2 видно, что в контрольном варианте без удобрений средняя площадь листовой поверхности составила в среднем 33,4 тыс. м²/га, а на фоне органических и минеральных удобрений возросла до 46,1 тыс. м²/га.

Аналогично, сбор листовой массы хмеля составил в среднем 11,2 и 15,8 ц/га соответственно. Следует отметить, что данные показатели различались по годам исследований. Так, в 2005 г. по-

Т а б л и ц а 2. Влияние микроудобрений на площадь и сбор листовой массы хмеля, опытное поле УО СПК «Путришки» Гродненского района

Вариант опыта	Площадь листа, тыс. м ² /га			Сбор листовой массы, ц/га		
	2005 г.	2006 г.	среднее	2005 г.	2006 г.	среднее
I. Контроль (без удобрений)	33,6	33,1	33,4	11,4	11,0	11,2
II. Фон – 30 т/Га + N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₆₀	47,8	44,4	46,1	16,7	14,9	15,8
III. Фон + B _{1,5} (в почву)	50,5	47,8	49,2	17,5	16,0	16,8
IV. Фон + Cu _{3,0} (в почву)	48,6	47,0	47,8	17,6	16,1	16,9
V. Фон + Zn _{3,0} (в почву)	49,7	47,2	48,5	17,5	15,9	16,7
VI. Фон + B _{1,5} Cu _{3,0} Zn _{3,0} (в почву)	51,5	46,8	49,2	18,4	15,8	17,1
VII. Фон + B _(0,05+0,05+0,05) (н. в.)	53,7	46,9	50,3	19,1	15,9	17,5
VIII. Фон + B _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	55,8	50,6	53,2	19,7	17,1	18,4
IX. Фон + B _(0,15+0,15+0,15) (н. в.)	56,7	50,5	53,6	19,9	17,0	18,5
X. Фон + Cu _(0,05+0,05+0,05) (н. в.)	50,0	46,4	48,2	18,0	15,9	17,0
XI. Фон + Cu _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	51,7	48,9	50,3	19,0	17,1	18,1
XII. Фон + Cu _(0,15+0,15+0,15) (н. в.)	55,1	48,9	52,0	20,4	17,3	18,9
XIII. Фон + Zn _(0,05+0,05+0,05) (н. в.)	51,5	47,0	49,3	18,4	16,1	17,3
XIV. Фон + Zn _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	54,2	47,7	51,0	19,5	16,5	18,0
XV. Фон + Zn _(0,15+0,15+0,15) (н. в.)	54,4	48,1	51,3	19,7	16,7	18,2
XVI. Фон + B _(0,1+0,1+0,1) Cu _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	54,1	50,2	52,2	19,4	17,2	18,3
XVII. Фон + B _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	55,7	52,2	54,0	19,9	17,8	18,9
XVIII. Фон + Cu _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	52,7	49,3	50,8	19,1	17,0	18,1
XIX. Фон + B _(0,1+0,1+0,1) Cu _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	54,1	49,9	52,0	19,4	17,2	18,3

годные условия были более благоприятными не только для образования генеративных органов – шишек, но и для формирования листовой поверхности и развития листовой массы хмеля.

Внесение микроудобрений оказало заметное влияние на увеличение площади листовой поверхности и сбор листовой массы хмеля с единицы площади. Максимальные средние значения площади листьев были получены в варианте с внесением бора как в почву (49,2 тыс. м²/га), так и некорневым способом (53,6 тыс. м²/га). При комплексном внесении микроэлементов наиболее высокие значения этого показателя были установлены также в вариантах с присутствием бора, особенно при совместном внесении бора и цинка (54,0 тыс. м²/га).

Из микроэлементов, оказывающих значительное влияние на сбор листовой массы с единицы площади, в первую очередь следует выделить медь. Существенное влияние меди на этот показатель проявилось как при почвенном, так и при некорневом внесении. Следует отметить, что все изучаемые микроэлементы (бор, медь и цинк) оказали значительное влияние на сбор листовой массы при некорневом внесении, но преимущество имела медь. Тем более, что при почвенном внесении лишь от этого элемента получена достоверная прибавка увеличения листовой массы за два года исследований, в то время как положительное действие от внесения бора проявилось только один год, а от цинка – лишь тенденция к увеличению этого показателя. Следовательно, на второе место по степени влияния на формирование листовой массы можно поставить бор, а все изучаемые микроэлементы можно расположить в следующем порядке: Cu > B > Zn.

При комплексном внесении микроэлементов существенных различий между вариантами не отмечено, хотя при совместном внесении бора и цинка наблюдалась более высокая тенденция накопления листовой массы.

На основании расчетных данных (табл. 3) было установлено, что темпы накопления массы шишек в 2005 г. были более высокими, чем листовой массы. Это подтверждает соотношение весовой массы шишек к листовой массе в контрольном варианте и на фоне органических и минеральных удобрений, которое составило в 2005 г. 1,05 и 1,07 соответственно, а в 2006 г. – всего 0,93 и 0,94. Такая закономерность сохранилась по всем вариантам с внесением микроэлементов.

Т а б л и ц а 3. Влияние микроудобрений на соотношение весовой массы шишек и листьев, площади листьев и сбора листовой массы хмеля, опытное поле УО СПК «Путришки» Гродненского района

Вариант опыта	Шишки/листья			Площадь листа/листовая масса		
	2005 г.	2006 г.	среднее	2005 г.	2006 г.	среднее
I. Контроль (без удобрений)	1,05	0,93	0,99	2,95	3,00	2,98
II. Фон – 30 т/га + N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₆₀	1,07	0,94	1,01	2,86	2,98	2,97
III. Фон + B _{1,5} (в почву)	1,07	0,95	1,01	2,89	2,99	2,94
IV. Фон + Cu _{3,0} (в почву)	1,04	0,93	0,99	2,76	2,92	2,84
V. Фон + Zn _{3,0} (в почву)	1,09	0,97	1,03	2,84	2,97	2,91
VI. Фон + B _{1,5} Cu _{3,0} Zn _{3,0} (в почву)	1,08	0,96	1,02	2,80	2,96	2,88
VII. Фон + B _(0,05+0,05+0,05) (н. в.)	1,05	0,93	0,99	2,81	2,95	2,88
VIII. Фон + B _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	1,06	0,94	1,00	2,83	2,96	2,90
IX. Фон + B _(0,15+0,15+0,15) (н. в.)	1,06	0,94	1,00	2,85	2,97	2,91
X. Фон + Cu _(0,05+0,05+0,05) (н. в.)	1,04	0,93	0,99	2,78	2,92	2,85
XI. Фон + Cu _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	1,03	0,90	0,97	2,72	2,86	2,79
XII. Фон + Cu _(0,15+0,15+0,15) (н. в.)	1,01	0,91	0,96	2,70	2,82	2,76
XIII. Фон + Zn _(0,05+0,05+0,05) (н. в.)	1,07	0,95	1,01	2,80	2,92	2,86
XIV. Фон + Zn _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	1,08	1,00	1,04	2,78	2,89	2,84
XV. Фон + Zn _(0,15+0,15+0,15) (н. в.)	1,09	1,04	1,07	2,76	2,88	2,82
XVI. Фон + B _(0,1+0,1+0,1) Cu _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	1,06	0,94	1,00	2,79	2,92	2,86
XVII. Фон + B _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	1,08	0,99	1,04	2,80	2,93	2,87
XVIII. Фон + Cu _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	1,05	0,94	1,00	2,76	2,90	2,83
XIX. Фон + B _(0,1+0,1+0,1) Cu _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1) (н. в.)	1,07	0,96	1,02	2,79	2,90	2,85

Это связано с тем, что погодные условия в 2005 г. были более благоприятными не только для формирования листовой поверхности и развития листовой массы хмеля, но в первую очередь для образования генеративных органов – шишек.

Из данных табл. 3 следует, что внесение микроэлементов оказало определенное влияние на весовое соотношение шишек и листьев. Максимальная средняя доля шишек относительно листовой массы получена в вариантах с внесением цинка в почву (1,03) и некорневым способом (1,07), минимальная – в вариантах с внесением меди в почву (0,99), особенно при некорневом ее применении (0,96).

При внесении цинка возрастает урожайность как шишек, так и листовой массы, но цинк влияет на ход физиологических процессов так, что накопление массы генеративных органов – шишек – идет быстрее, чем вегетативных – листовой массы. Медь, напротив, способствует опережающему росту вегетативной массы. Таким образом, совместное внесение цинка с бором оказывает благоприятное влияние на увеличение доли шишек, а цинк с медью, наоборот, способствует ее снижению.

В опытах рассчитывали соотношение площади листьев к их массе, которое фактически выражает площадь единицы листовой массы: чем меньше этот показатель, тем толще и массивнее листья хмеля. Из данных табл. 3 видно, что минимальные значения этого показателя получены в вариантах с внесением меди в почву (2,84), при комплексном внесении меди с цинком (2,83) и особенно при внесении меди некорневым способом (2,76). Максимальные значения этого показателя получены в вариантах с внесением бора как в почву (2,94), так и некорневым способом (2,91).

Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что в вариантах с внесением меди накопление листовой массы идет опережающими темпами относительно увеличения площади соответствующей листовой массы. Листья в этих вариантах более толстые, тяжелые и имеют темно-зеленый цвет. При внесении бора, напротив, формирование листовой поверхности идет более высокими темпами относительно накопления листовой массы.

Выводы

1. Микроэлементы оказывают существенное влияние на урожайность шишек хмеля. Почвенное внесение микроэлементов не имело преимуществ перед некорневым их применением. Изучаемые микроэлементы (бор, медь и цинк) по степени их влияния на рост урожайности шишек хмеля и массу 100 шишек можно расположить в следующем порядке: $Zn > B > Cu$.

2. Внесение цинковых микроудобрений в почву или некорневым способом обеспечивает получение устойчивой и существенной прибавки урожайности шишек хмеля. Для получения максимальной урожайности и наиболее крупных по массе шишек рекомендуется внесение цинка ($Zn_{(0,15+0,15+0,15)}$) или совместное внесение бора и цинка некорневым способом на оптимальном фоне органических и минеральных удобрений ($Фон + B_{(0,1+0,1+0,1)}Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$). При этом отмечается синергетическое взаимодействие этих элементов по их влиянию на эти показатели.

3. По степени влияния на формирование листовой массы хмеля все изучаемые микроэлементы можно расположить в следующем порядке: $Cu > B > Zn$.

4. При внесении цинка возрастает урожайность как шишек, так и листовой массы хмеля, но цинк влияет на ход физиологических процессов так, что накопление массы генеративных органов – шишек – идет быстрее, чем вегетативных – листовой массы. Медь, напротив, способствует опережающему росту вегетативной массы. Совместное внесение цинка с бором оказывает положительное влияние на увеличение доли шишек, а цинк с медью, наоборот, способствует ее снижению относительно листовой массы.

5. В вариантах с внесением меди накопление листовой массы хмеля идет опережающими темпами относительно увеличения площади данной листовой массы. Листья в этих вариантах формируются более толстые, тяжелые и имеют темно-зеленый цвет. При внесении бора, напротив, формирование листовой поверхности идет более высокими темпами относительно накопления листовой массы.

Литература

1. А н с п о к П. И. Микроудобрения. 2-е изд., перераб. и доп. Ленинград: Агропромиздат, 1990.
2. Г о д о в а н ы й А. А. Интенсификация хмелеводства и программирование урожая. Киев: Урожай, 1990.
3. Отраслевая программа обеспечения устойчивого производства и развития рынка хмеля в Российской Федерации на 2003–2005 годы и на период до 2010 года (Программа «Хмель») / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. НИИПТИХ. Минсельхоз Чувашии. 2002.
4. М і г д а л J. Nawozenie chmielu. Poradnik plantatora chmielu. Pulawy: IUNG, 1996. P. 133–160.

G. M. MILOSTA, A. A. REGILEVICH

INFLUENCE OF DIFFERENT DOSES AND THE MEANS OF INTRODUCING MICROFERTILIZERS ON THE HOP YIELD (*HUMULUS LUPULUS*)

Summary

In the research carried out in Western Belarus on sod-podzol sabulous soil, which is spread the under drift clay it is established that the maximal yield of hop of late sort (*H. Magnum*) is provided adding zinc ($Zn_{(0,15+0,15+0,15)}$) or simultaneously adding boron and zinc by the foliar method ($B_{(0,1+0,1+0,1)}Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$) against the background of organic and mineral fertilizers (30 tons per one hectare of organic fertilizers + $N_{180}P_{120}K_{160}$).