

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ**

**РУП «НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ ПО ЗЕМЛЕДЕЛИЮ»**

**РЕСПУБЛИКАНСКОЕ НАУЧНОЕ ДОЧЕРНЕЕ  
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ»**

Д 01.50.01

УДК 633.791:631.81.095.337(043.3)

**РЕГИЛЕВИЧ**

**Андрей Антонович**

**ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО  
ХМЕЛЯ В ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ БЕЛАРУСИ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

по специальности  
***06.01.04 – агрохимия***

Минск, 2009

Работа выполнена в УО «Гродненский государственный аграрный университет»

**Научный руководитель:**

Милоста Генрих Марьянович,  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства УО "Гродненский государственный аграрный университет"

**Официальные оппоненты:**

**Оппонирующая организация:**

Защита состоится « » \_\_\_\_\_ 2009 года в \_\_\_ часов на заседании совета по защите диссертаций Д 01.50.01 при РУП «Институт почвоведения и агрохимии» по адресу: ул. Казинца, 62, г. Минск, 220108, Республика Беларусь, тел.: (017) 278-65-76, факс (017) 212-04-02, e-mail: brissa\_aspirant@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке при РУП «Институт почвоведения и агрохимии»

Автореферат разослан « » \_\_\_\_\_ 2009 г.

Ученый секретарь  
совета по защите диссертаций,  
кандидат сельскохозяйственных наук

Ефимова И.А.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Пивоваренная промышленность Республики Беларусь является одной из отраслей народного хозяйства, продукция которой пользуется стабильно высоким спросом, ее развитие обеспечивается поддержкой государства. Одной из проблем успешного развития отечественной пивоваренной отрасли является низкий уровень обеспеченности качественным хмелем.

Значение хмеля обусловлено тем, что шишки этого растения являются обязательным и незаменимым сырьем для пивоваренной промышленности. Горькие вещества, наиболее полезные и характерные составные части шишек хмеля, которые в подобной форме не встречаются у других растений. Если ячмень может быть частично заменен пшеницей, кукурузой, рисом, соей и другими культурами, то шишки хмеля – незаменимое сырье.

Актуальность вопроса создания собственного производства хмеля в республике, его роль и место в решении проблемы импортозамещения в Республике Беларусь, удовлетворении на необходимом уровне потребности в хмеле национальной пивоваренной, хлебопекарной и фармацевтической промышленности обусловили необходимость проведения исследований по развитию хмелеводства в Республике Беларусь.

Одним из важнейших факторов повышения продуктивности хмеля является оптимизация его минерального питания. Важной проблемой в системе удобрения хмеля, как и других культур, является определение оптимальных доз элементов минерального питания и, в частности, оптимальных доз микроэлементов.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Связь работы с крупными научными программами.**

Диссертационная работа связана с Программой развития пивоваренной отрасли Республики Беларусь на 2006–2010 годы (Постановление Советов Министров Республики Беларусь от 2 февраля 2006 г. № 131). Исследования по профилю работы проводились по заданиям поисковых и внедренческих тем с областными комитетами по сельскому хозяйству: Гродненским – с 01.03.2004 по 31.12.2005 гг. («Агротехнические основы увеличения урожайности и улучшения качества продукции хмеля в Беларуси», номер госрегистрации № 20041564); с 03.04.2006 по 20.12.2008 гг. («Разработать и внедрить новые энергосберегающие элементы интенсивных технологий возделывания полевых, кормовых и плодовых культур, обеспечивающих увеличение урожайности на 15-20 % при одновременном улучшении качества продукции», госрегистрации № 20065763); Брестским – с 09.04.2007 по 31.12. 2008 гг. («Совершенствование

технологии возделывания хмеля в условиях Брестской области», госрегистрации № 20071646).

### **Цель и задачи исследования.**

Целью исследований являлось установить оптимизацию питания микроэлементами (B, Cu, Zn) и приемов их внесения на урожайность и качество шишек хмеля. При этом предусматривалось решение следующих задач:

1. Установить влияние борных, медных, цинковых микроудобрений и способов их внесения на урожайность шишек хмеля.
2. Определить характер влияния микроудобрений на качество шишек хмеля.
3. Изучить влияние микроудобрений на физико-химические и органолептические показатели готового пива.
4. Дать оценку экономической эффективности изучаемых микроудобрений.

*Объект исследования* – растения хмеля обыкновенного, сорта Hallertauer Magnum.

*Предмет исследований* – борные, медные и цинковые микроудобрения, урожайность и качество шишек хмеля.

### **Положения, выносимые на защиту.**

По результатам полевых опытов и лабораторных анализов на защиту выносятся следующие положения:

- Некорневое внесение борных и цинковых микроудобрений ( $B_{(0.1+0.1+0.1)}Zn_{(0.1+0.1+0.1)}$ ) на фоне (30 т/га навоза +  $N_{180}P_{120-160}K_{160-240}$ ) в условиях западной Беларуси обеспечивает получение максимальной урожайности шишек хмеля 20,7-21,9 ц/га (при уровне прибавки – 3,7 ц/га) на дерново-подзолистой связносупесчаной почве западного региона Беларуси.
- Высокое содержание альфа-кислот в шишках хмеля на уровне 13,9-14,3% получено при внесении медных микроудобрений в максимальных дозах некорневым способом (Фон +  $Cu_{(0.15+0.15+0.15)}$ ) и максимальный сбор альфа-кислот с единицы площади 2,76-3,0 ц/га обеспечивается при совместном внесении бора и цинка (Фон +  $B_{(0.1+0.1+0.1)}Zn_{(0.1+0.1+0.1)}$ ).
- Физико-химические и органолептические показатели готовых образцов пива соответствуют нормативным показателям, предъявляемым к качеству пива. Максимальное количество изогумулона в молодом и готовом пиве (18,2 мг/дм<sup>3</sup>) образовывается в сусле из образца хмеля, с варианта, где применялось совместное внесение борных и цинковых микроудобрений (Фон +  $B_{(0.1+0.1+0.1)}Zn_{(0.1+0.1+0.1)}$ ).
- Численность *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* и *Candida albicans*, вносимых в настой шишек хмеля, была в 2-2,5 раза меньше по сравне-

нию с водными извлечениями. Максимальными антимикробными свойствами по отношению ко всем исследуемым тест-культурам обладал настой из образцов хмеля с некорневой подкормкой медными микроудобрениями (Фон +  $\text{Cu}_{(0,15+0,15+0,15)}$ ).

- Совместное некорневое внесение бора с цинком (Фон +  $\text{B}_{(0,1+0,1+0,1)}\text{Zn}_{(0,1+0,1+0,1)}$ ) имеет высокую экономическую эффективность, обеспечивая получение дополнительного чистого дохода – 5375,3-5620,3 тыс. руб./га при максимальном уровне рентабельности – 161,9-182,8%.

#### **Личный вклад соискателя.**

В течение 2005-2007 гг. автор самостоятельно провел полевые эксперименты с сортом хмеля Hallertauer Magnum, выполнил в аналитических лабораториях анализы по определению содержания основных элементов минерального питания в почвенных методике и растительных образцах, содержанию альфа-кислот в шишках хмеля, а так же установлению влияние микроудобрений на качество пива. Проведена математическая обработка полученных результатов, рассчитана экономическая эффективность применения микроудобрений под хмель, сделаны рекомендации производству. Проведено внедрение результатов исследования в производство.

#### **Апробация результатов диссертации.**

Основные положения диссертационной работы докладывались на IX Международной научно-практической конференции «Сельское хозяйство – проблемы и перспективы» УО «Гродненский государственный аграрный университет», (Гродно 17-19 апреля 2006 г.); X Международной научно-практической конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства» УО «Гродненский государственный аграрный университет» (Гродно, 1-2 марта 2007); XI Международной научно-практической конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства» УО «Гродненский государственный аграрный университет» (Гродно, 10-11 апреля 2008 г.).

#### **Опубликованность результатов диссертации.**

По теме диссертационной работы опубликовано 13 печатных работ, в том числе статей в научных журналах и сборниках научных трудов, включенных в перечень ВАК Республики Беларусь – 8, в материалах конференций – 5. Общее количество страниц опубликованного материала – 5 авторских листов.

### **Структура и объем диссертации.**

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, шести глав, заключения, библиографического списка и приложений. Материал изложен на 21 странице машинописного текста, содержит 15 таблиц, 3 рисунка, 14 приложений. Список использованных источников включает 160 наименований, из них 42 на иностранных языках.

## **ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

Шишки хмель является незаменимым сырьем для производства пива, придающим ему характерный привкус хмелевой горечи. На сегодня он остается единственным источником хмелевых горьких веществ в природе.

Хмель относится к культурам, требующим достаточно высоких норм минеральных удобрений. Большую роль в повышении продуктивности хмелеводства Беларуси играет оптимизация минерального питания хмеля и, в частности, применение микроудобрений. Внесение микроудобрений обеспечивает значительное повышение эффективности удобрений, содержащих основные элементы питания растений. Совместное применение макро- и микроудобрений это наиболее рациональный способ их эффективного использования. Дефицит микроэлементов является барьером, препятствующим получению наибольшего эффекта от применения основных минеральных удобрений. Однако исследований, в отношении поиска оптимальных условий минерального питания микроэлементами на фоне оптимальных доз макроэлементов для данной культуры в республике до настоящего времени не проводилось.

## **ОБЪЕКТ, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Исследования по теме диссертационной работы проводились в 2005-2007 годах с сортом Hallertauer Magnum (Германия), относящимся к группе горьких сортов. Полевые опыты были заложены в условиях двух хозяйств западного региона Беларуси:

1) УО СПК «Путришки» Гродненского района, дерново-подзолистая супесчаная почва, подстилаемая моренным суглинком с глубины 40 см. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы по годам исследований имела следующую характеристику: реакцией среды близкой к нейтральной (рН в КСІ – 6,0-6,1), средним содержанием гумуса (1,9-2,0 %); повышенным содержанием подвижного фосфора ( $P_2O_5$  – 170-184 мг/кг почвы) и калия ( $K_2O$  – 200-202 мг/кг почвы); по содержанию подвижных форм бора (0,63-

0,70 мг/кг почвы), меди (2,8-2,9 мг/кг почвы) и цинка (4,6-4,8 мг/кг почвы) почва относится к II (средней) группе обеспеченности микроэлементами (опыт I).

2) фермерское хозяйство «Магнум-Хмель» Пружанского района, дерново-подзолистая супесчаная почва, подстилаемой моренным суглинком с глубины 60 см, с реакцией среды близкой к нейтральной (рН в КСІ – 5,8-5,9), средним содержанием гумуса (1,9 %); повышенным содержанием подвижного фосфора ( $P_2O_5$  – 170-171 мг/кг почвы) и средним содержанием подвижного калия ( $K_2O$  – 165-169 мг/кг почвы); по содержанию подвижных форм бора (0,50-0,52 мг/кг почвы), меди (1,7-1,9 мг/кг почвы) и цинка (3,1-3,2 мг/кг почвы) почва относится к II (средней) группе обеспеченности микроэлементами (опыт II).

В годы проведения исследований (2005-2007 гг.) температура в этот вегетационный период хмеля (июль – август) была благоприятной для его роста и развития. Однако обеспеченность влагой по годам исследований заметно отличалась. Более благоприятные условия по обеспеченности влагой сложились в 2005 и 2007 годах, когда был сформирован достаточно высокий уровень урожайности хмеля, хотя в июле отмечался некоторый дефицит влаги в почве и относительный кратковременный ее избыток в начале августа. В 2006 году урожай был ниже по сравнению с 2005 и 2007 годами, что связано с дефицитом влаги в почве в июле и избыточным количеством осадков в период формирования шишек в течение августа, что сочеталось с повышенными температурами воздуха. Это явилось основной причиной более высокой степени развития грибных болезней и формирования более низкой урожайности.

Ежегодно вносилось 30 т/га органических удобрений и оптимальный для данных почв фон азотно-фосфорно-калийного питания в опыте I (УО СПК «Путришки») –  $N_{180}P_{120}K_{160}$  и в опыте II (ФХ «Магнум-Хмель») –  $N_{180}P_{160}K_{240}$ . Азотные удобрения вносились вручную в три приема: 1 – после заводки хмеля на поддержки (35 кг/д.в.), 2 – в начале образования боковых побегов (110 кг/д.в.) и 3 – в начале цветения хмеля (35 кг/д.в.). Органические, фосфорные и калийные удобрения вносились осенью, механизировано.

Микроэлементы вносились путем некорневой подкормки и непосредственно в почву, вручную ранцевым опрыскивателем. Почвенное внесение проводилось однократно, после заводки хмеля на поддержки, в фазу интенсивного роста хмеля. Некорневое внесение проводилось в три приема: 1 – во второй декаде мая в начале интенсивного роста хмеля при высоте растений 1,5-2,0 метра с расходом – 500 г/л; 2 – во второй декаде июня в начале образования и роста боковых побегов при высоте растений 4,5–5,0 метра с расходом – 1000 г/л; 3 – в конце июля – начале августа в начале цветения хмеля с расходом – 1500 г/л. В качестве микроудобрений применялись: борная кислота, медный купорос и сернокислый цинк.

Уборка хмеля проводилась вручную, поделаячно в сентябре месяце в зависимости от сроков наступления технической спелости. Процесс сушки хмеля происходил в начале активным вентилированием, а затем при температуре 55-65 °С до стандартной влажности 8-9%.

## ВЛИЯНИЕ БОРНЫХ, МЕДНЫХ, ЦИНКОВЫХ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ШИШЕК И СТРУКТУРУ УРОЖАЯ ХМЕЛЯ

Учет структуры урожая и показателей выноса элементов питания позволит более обосновано планировать производство шишек хмеля с наименьшими затратами и более высокой окупаемостью минеральных удобрений, прогнозировать потребность в удобрениях и изменение обеспеченности почв элементами питания, регулировать плодородие почв, охрану окружающей среды. Результаты исследований структуры урожая являются основой для определения содержания элементов питания в основной и побочной продукции урожая и, в конечном итоге, для определения поступления элементов питания из почвы.

Масса 100 шишек в контроле (без удобрений) составила в среднем – 10,5 г. (опыт I) и – 11,2 г. (опыт II). На фоне внесения 30 т/га + N<sub>180</sub>P<sub>120-160</sub>K<sub>160-240</sub> масса 100 шишек возросла и составила соответственно – 14,0 г. и 15,0 г. При почвенном внесении более крупные шишки в опыте I получены в варианте 5 с внесением цинка – 15,7 г. и комплекса всех изучаемых микроудобрений – 15,6 г. (вариант 6), в опыте II (16,5 г.), получена при внесении в почву цинка и комплекса микроэлементов. Комплексное внесение микроудобрений в различных сочетаниях оказало существенное влияние на увеличение массы 100 шишек и максимальная масса 100 шишек получена в варианте 17 (B<sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>Zn<sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>) – 17,8 г. (опыт I) и 18,4 г. (опыт II) (таблица 1).

Таблица 1 – Структура урожая хмеля (среднее за 2005-2007г.г.)

Варианты	Опыт I			Опыт II		
	масса 100 шишек, г	количество шишек, шт	соотношение шишки/листья	масса 100 шишек, г	количество шишек, шт	соотношение шишки/листья
1. Контроль (без удобрений)	10,5	5036	1,0	11,2	4616	1,03
2. Фон – 30 т/га + N <sub>180</sub> P <sub>120-160</sub> K <sub>160-240</sub>	14,0	5446	1,02	15,0	5475	1,08
3. Фон + B <sub>1,5</sub>	14,6	5574	1,02	15,5	5548	1,09
4. Фон + Cu <sub>3,0</sub>	14,2	5597	0,99	15,2	5587	1,07
5. Фон + Zn <sub>3,0</sub>	15,7	5301	1,04	16,5	5286	1,10
6. Фон + B <sub>1,5</sub> Cu <sub>3,0</sub> Zn <sub>3,0</sub>	15,6	5323	1,03	16,5	5351	1,08

7. Фон+B <sub>(0,05+0,05+0,05)</sub>	15,2	5411	1,01	16,2	5394	1,06
8. Фон+B <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	15,9	5449	1,02	16,8	5462	1,06
9. Фон+B <sub>(0,15+0,15+0,15)</sub>	15,9	5471	1,02	17,1	5535	1,09
10. Фон+Cu <sub>(0,05+0,05+0,05)</sub>	14,6	5436	1,0	15,5	5502	1,06
11. Фон +Cu <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	15,1	5477	0,98	16,2	5560	1,06
12. Фон+Cu <sub>(0,15+0,15+0,15)</sub>	15,6	5490	0,98	16,6	5565	1,04
13. Фон+Zn <sub>(0,05+0,05+0,05)</sub>	16,3	5072	1,02	17,6	5064	1,08
14. Фон+Zn <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	17,4	5174	1,05	18,4	5149	1,10
15. Фон+Zn <sub>(0,15+0,15+0,15)</sub>	17,6	5219	1,07	19,0	5137	1,10
16. Фон + B <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub> Cu <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	15,6	5511	1,02	16,5	5536	1,06
17. Фон + B <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub> Zn <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	17,8	5229	1,05	18,4	5332	1,11
18. Фон + Cu <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub> Zn <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	16,0	5341	1,01	17,0	5242	1,07
19. Фон + B <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub> Cu <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub> Zn <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	16,6	5357	1,03	17,3	5393	1,06

Таким образом микроэлементы по эффективности их влияния на показатель массы 100 шишек можно расположить следующим образом: Zn > B > Cu. Следует отметить, что при совместном внесении борных и цинковых микроудобрений отмечается синергитическое их взаимодействие по влиянию на увеличение массы 100 шишек. Причем более крупные шишки и большее их количество формируется в опыте II.

Как видно из данных таблицы 1 в условиях двух хозяйств микроудобрения не оказали существенного влияния на показатель количества шишек на одно растение. Наибольшее количество шишек получено в варианте 12 (Cu<sub>(0,15+0,15+0,15)</sub>) – 5490 (опыт I) и 5565 шт. (опыт II) и варианте 16 (B<sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>Cu<sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>) – 5511 и 5536 шт. соответственно.

Расчетным путем нами были установлены особенности формирования соотношения массы шишек к листовой массе в зависимости применяемых микроудобрений. Внесение микроэлементов оказывает определенное влияние на весовое соотношение шишек и листьев. Соотношение весовой массы шишек к листовой массе в контрольном варианте и на фоне органических и минеральных удобрений составило в УО СПК «Путришки» соответственно 1,00 и 1,02, а в ФХ «Магnum-Хмель» – 1,03 и 1,08. Максимальная доля шишек относительно листовой массы получена в варианте 17 (B<sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>Zn<sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>) – 1,11, а так же при внесении цинка в средних и максимальных дозах – 1,10. Наименьшая доля шишек – 1,04 отмечена в варианте 12 (Cu<sub>(0,15+0,15+0,15)</sub>) (опыт II).

При внесении микроудобрений некорневым способом влияние микроэлементов на процессы роста и развития хмеля были более существенные в сравнении с их почвенным внесением.

Наши исследования свидетельствуют о том, что на урожайность шишек оказывают влияние не только органические и минеральные (макро- и микро-

удобрения), но и погодные условия. Обеспеченность почвы влагой и температурные условия являются важным фактором продуктивности хмеля в условиях нашей республики. 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 их влиянию на увеличение урожайности шишек хмеля и массу 100 шишек можно расположить в следующем порядке: Zn > B > Cu (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние микроудобрений на урожайность шишек хмеля (среднее за 2005-2007г.г.)

Варианты	Опыт I			Опыт II		
	урожайность, ц/га	прибавка к фону		урожайность, ц/га	прибавка к фону	
		ц/га	%		ц/га	%
1.Контроль (без удобрений)	11,8	-	-	11,5	-	-
2.Фон – 30 т/га +N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> -160K <sub>160-240</sub>	17,0	-	-	18,2	-	-
3.Фон+B <sub>1,5</sub>	18,1	1,1	6,4	19,1	0,9	4,9
4.Фон+Cu <sub>3,0</sub>	17,7	0,7	4,1	18,9	0,7	3,8
5.Фон+Zn <sub>3,0</sub>	18,4	1,4	8,2	19,5	1,3	7,1
6.Фон+B <sub>1,5</sub> Cu <sub>3,0</sub> Zn <sub>3,0</sub>	18,4	1,4	8,2	19,6	1,4	7,7
7.Фон+B <sub>(0,05+0,05+0,05)</sub>	18,4	1,4	8,2	19,5	1,3	7,1
8.Фон+B <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	19,3	2,3	13,5	20,4	2,2	12,1
9.Фон+B <sub>(0,15+0,15+0,15)</sub>	19,3	2,3	13,5	21,2	3,0	16,5
10.Фон+Cu <sub>(0,05+0,05+0,05)</sub>	17,7	0,7	4,1	19,0	0,8	4,4
11.Фон +Cu <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	18,4	1,4	8,2	19,6	1,4	7,7
12.Фон+Cu <sub>(0,15+0,15+0,15)</sub>	19,1	2,1	12,4	20,4	2,2	12,1
13.Фон+Zn <sub>(0,05+0,05+0,05)</sub>	18,5	1,5	8,8	19,5	1,3	7,1
14.Фон+Zn <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	20,0	3,0	17,6	21,0	2,8	15,4
15.Фон+Zn <sub>(0,15+0,15+0,15)</sub>	20,6	3,6	21,2	21,4	3,2	17,6
16.Фон + B <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub> Cu <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	19,2	2,2	12,9	20,1	1,9	10,4
17.Фон + B <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub> Zn <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	20,7	3,7	21,8	21,9	3,7	20,3
18.Фон + Cu <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub> Zn <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	19,0	2,0	11,8	19,9	1,7	9,3
19.Фон + B <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub> Cu <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub> Zn <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	19,8	2,8	16,5	20,8	2,6	14,3

От внесения цинка возрастает урожайность, как шишек, так и листовой массы, но цинк влияет 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 благоприятное влияние на увеличение доли шишек, а цинк с медью – наоборот, способствует ее снижению

Нашими исследованиями установлено, что наиболее оптимальным сочетанием микроэлементов по их влиянию на урожайность является совместное применение бора и цинка ( $B_{(0,1+0,1+0,1)}Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$ ), что обеспечило прибавку 3,7 ц/га (20,3-21,8%) при средней урожайности 20,7-21,9 ц/га. При этом можно отметить синергитическое взаимодействие этих элементов, когда комплексное их внесение дает более высокую прибавку, чем среднее арифметическое прибавок от их раздельного внесения, т.е. наблюдается усиление эффекта от их совместного применения.

## **ВЛИЯНИЕ ИЗУЧАЕМЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ХМЕЛЯ И ГОТОВОГО ПИВА**

Содержание альфа-кислот в шишках также зависит от типа хмеля. Ароматические сорта отличаются меньшим их содержанием по сравнению с горькими сортами. Между горькими и ароматическими имеются сорта промежуточного типа с различным соотношением показателей качества. Уровень содержания альфа-кислот считается генетическим признаком сорта, однако, он зависит так же от погодных условий, продолжительности вегетационного периода, степени повреждения вредителями и болезнями, технологии возделывания и, в частности, применение микроудобрений.

Результатами наших исследований установлено, что микроудобрения оказали значительное влияние на содержание альфа-кислот в шишках хмеля. Комплексным показателем, выражающим эффективность от применения микроудобрений, является сбор альфа-кислот с единицы площади, величина которого зависит от урожайности шишек и содержания в них альфа-кислот.

Некорневое внесение микроэлементов оказало более существенное влияние на содержание альфа-кислот в шишках хмеля, по сравнению с почвенным внесением. Максимальное содержание альфа-кислот получено в опыте I – 14,3 % и опыте II – 13,9 %, при внесении максимальных доз меди (Фон +  $Cu_{(0,15+0,15+0,15)}$ ).

Максимальный сбор альфа-кислот с единицы площади в опыте I – 2,76 и в опыте II – 3,0 ц/га обеспечивается в результате совместного внесения бора и цинка (Фон +  $B_{(0,1+0,1+0,1)}Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$ ), что связано в первую очередь с существенным увеличением урожайности и в меньшей степени с содержанием альфа-кислот.

Таблица 3 – Продуктивность хмеля в зависимости от применяемых микроудобрений(среднее за 2005-2007г.г.)

Варианты	Опыт I		Опыт II	
	содержание альфа-кислот, %	сбор альфа-кислот, ц/га	содержание альфа-кислот, %	сбор альфа-кислот, ц/га
1.Контроль (без удобрений)	10,4	1,23	10,3	1,19
2.Фон – 30 т/га +N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> - <sub>160</sub> K <sub>160</sub> -240	11,2	1,91	11,3	2,07
3.Фон+B <sub>1,5</sub>	11,4	2,07	12,3	2,35
4.Фон+Cu <sub>3,0</sub>	12,2	2,17	12,3	2,32
5.Фон+Zn <sub>3,0</sub>	12,0	2,27	11,7	2,30
6.Фон+B <sub>1,5</sub> Cu <sub>3,0</sub> Zn <sub>3,0</sub>	12,0	2,23	12,1	2,39
7.Фон+B <sub>(0,05+0,05+0,05)</sub>	11,5	2,13	11,7	2,28
8.Фон+B <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	11,8	2,28	12,2	2,48
9.Фон+B <sub>(0,15+0,15+0,15)</sub>	11,8	2,30	12,4	2,63
10.Фон+Cu <sub>(0,05+0,05+0,05)</sub>	13,5	2,40	12,7	2,41
11.Фон +Cu <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	13,8	2,55	13,5	2,67
12.Фон+Cu <sub>(0,15+0,15+0,15)</sub>	14,3	2,74	13,9	2,86
13.Фон+Zn <sub>(0,05+0,05+0,05)</sub>	12,5	2,32	12,3	2,40
14.Фон+Zn <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	13,0	2,63	13,0	2,75
15.Фон+Zn <sub>(0,15+0,15+0,15)</sub>	13,2	2,73	13,0	2,79
16.Фон + B <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub> Cu <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	12,7	2,45	13,6	2,74
17.Фон + B <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub> Zn <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	13,2	2,76	13,7	3,00
18.Фон + Cu <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub> Zn <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	13,6	2,60	12,9	2,57
19.Фон + B <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub> Cu <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub> Zn <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	13,3	2,65	13,3	2,78

Наиболее высокий сбор альфа-кислот с единицы площади получен в вариантах с внесением меди (вариант 12), с внесением цинка (вариант 15) и совместным внесением бора и цинка (вариант 17). Следует отметить, что комплексное внесение меди с цинком не имеет преимуществ по сравнению с раздельным внесением этих элементов, что, по-видимому, связано с их антагонистическим взаимодействием, когда при парном внесении этих элементов отмечается взаимное угнетение действия этих элементов на изучаемый показатель, когда совместное их внесение дает меньшую прибавку, чем среднее арифметическое прибавок от их раздельного внесения.

Наибольший сбор альфа-кислот с единицы площади под влиянием меди в условиях обоих хозяйств, связан, в первую очередь, с существенным увеличением содержания альфа-кислот в шишках. Максимальный сбор альфа-кислот

под влиянием совместного внесения бора и цинка связана, в первую очередь, с существенным увеличением урожайности шишек и в меньшей мере зависит от содержания в них альфа-кислот.

На первом этапе работы нами изучались органолептические и физико-химические показатели шишкового хмеля. В настоящее время на хмель, предназначенный для пищевой промышленности, распространяется Государственный стандарт «Хмель прессованный. Технические условия» ГОСТ 21947-76. Техническими требованиями этого стандарта определены наиболее ценные показатели хмеля.

Органолептический и физико-химический анализ показал, что все исследуемые образцы хмеля характеризовались нормативными качественными показателями и высоким содержанием альфа-кислот, что позволяет отнести их к группе сортов хмеля с высоким содержанием альфа-кислот.

Поскольку специфическая горечь большинства хмелевых веществ в пиве является следствием процессов их изомеризации, окисления и трансформации, происходящих при кипячении сусла с хмелем, необходимо было провести исследования по определению физико-химических процессов при получении сусла и его сбраживании в зависимости от использования исследуемых образцов шишкового хмеля. Различие в содержании изогумулоновой фракции сусла обусловлено прежде всего кинетикой изомеризационных процессов исходных альфа-кислот, содержащихся в шишковом хмеле, происходящих при кипячении сусла

При брожении происходило снижение количества горьких веществ. Как правило, изогумулон при брожении терялся с декой и дрожжами. Потери горьких веществ составили: контроль – 52,8 %; бор – 45,0 %; медь – 44,3 %; цинк – 50,1 %; бор и цинк – 50,9 %. Максимальное содержание изогумуллона отмечалось при совместном внесении бора и цинка, минимальное – при применении медных микроудобрений. Таким образом, можно сделать вывод, что общее содержание альфа-кислот в исходном хмеле не всегда является определяющим фактором при формировании нормативной горечи готового продукта. Более значимым информационным фактором является фракционный состав гумулоновой фракции используемого хмеля и исследование процесса их изменения при кипячении сусла.

После стадии главного брожения образцы молодого пива подвергались выдержке при температуре 2 °С в течение 21 суток. Анализ физико-химических показателей готового пива представлен в таблице 4, в результате выдержки также произошли потери изогумуллона во всех образцах, однако минимальные потери и максимальное содержание изогумуллона отмечалось в образце хмеля, взятого с вариантов, где применялось совместное внесение борных и цинковых

микроудобрений. Также данный образец выделяется и по другим технологическим показателям.

Таблица 4 – Физико-химические показатели готового пива, в среднем за 2006-2007 г.г.

Исследуемые показатели	Вариант				
	контроль	бор	медь	цинк	бор и цинк
Действительный экстракт, %	3,3	3,0	3,5	3,2	3,2
Титруемая кислотность, см <sup>3</sup> 1 моль/дм <sup>3</sup> р-ра NaOH на 100 см <sup>3</sup> сусла	1,70	1,76	1,73	1,72	1,98
Содержание изогуμουлона, мг/дм <sup>3</sup>	9,5	9,9	10,7	11,1	18,2
Цветность, цв. ед	0,8	1,0	0,7	0,7	1,2
Содержание спирта, % масс	2,8	2,8	3,4	2,8	3,6

Примечание: \* – контроль (без удобрений); бор – Фон +  $V_{(0,15+0,15+0,15)}$ ; медь – Фон +  $Cu_{(0,15+0,15+0,15)}$ ; цинк – Фон +  $Zn_{(0,15+0,15+0,15)}$ ; бор и цинк – Фон +  $V_{(0,1+0,1+0,1)}Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$ . Микроудобрения вносились некорневым способом.

Физико-химические и органолептические показатели готовых образцов пива соответствуют нормативным показателям, предъявляемым к качеству пива. Установлено, что при кипячении сусла с хмелем при внесении его в два приема происходят изомеризационные процессы, сопровождающиеся различной динамикой образования изомерных форм альфа-кислот. Максимальное количество изогуμουлона в молодом и готовом пиве образовывалось в сусле из образца хмеля, взятого с варианта, где применялось совместное внесение борных и цинковых микроудобрений (Фон +  $V_{(0,1+0,1+0,1)}Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$ )

Анализ органолептических показателей готового пива представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Органолептические показатели готового пива

Исследуемые показатели	Вариант			
	контроль	бор	медь	цинк
Аромат	чистый	чистый	чистый	чистый
Вкус	сбалансированный	сбалансированный	сбалансированный	сбалансированный
Хмелевая горечь	мягкая	мягкая	грубоватая	мягкая

Как свидетельствуют полученные результаты, все исследуемые образцы готового пива, полученного с использованием различных образцов хмеля, соответствуют нормативным показателям, предъявляемым к качеству готового продукта. Однако следует отметить, что в образце хмеля, взятого с варианта с применением медных микроудобрений, была получена грубоватая хмелевая горечь.

В процессе поведения эксперимента нами изучалась антимикробная активность образцов шишек хмеля по отношению к бактериям *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* и *Candida albicans*. В результате наших исследований выявлена зависимость бактерицидных свойств хмеля от изучаемых факторов. Установлено, что в первую очередь антимикробная активность шишек хмеля зависела от содержания в них альфа-кислот (таблица 6).

Таблица 6 – Количество бактериальных клеток *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* в настое в зависимости от применяемых удобрений

Вариант опыта	Содержание альфа-кислот, %	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Candida albicans</i>
1. Контроль I (вода)	-	$4,05 \pm 0,08 \times 10^7$	$6,06 \pm 0,13 \times 10^6$	$9,81 \pm 0,21 \times 10^5$
2. Контроль II (без удобрений)	10,4	$1,87 \pm 0,06 \times 10^7$	$3,37 \pm 0,19 \times 10^6$	$5,52 \pm 0,01 \times 10^5$
3. Фон - 30 т/га + N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>160</sub>	10,9	$1,89 \pm 0,04 \times 10^7$	$3,30 \pm 0,20 \times 10^6$	$5,55 \pm 0,04 \times 10^5$
4. Фон + В <sub>1,5</sub>	11,2	$1,31 \pm 0,07 \times 10^7$	$2,82 \pm 0,04 \times 10^6$	$4,74 \pm 0,01 \times 10^5$
5. Фон + Cu <sub>3,0</sub>	11,8	$1,06 \pm 0,04 \times 10^7$	$2,67 \pm 0,08 \times 10^6$	$4,70 \pm 0,04 \times 10^5$
6. Фон + Zn <sub>3,0</sub>	11,6	$1,12 \pm 0,08 \times 10^7$	$2,70 \pm 0,10 \times 10^6$	$4,71 \pm 0,04 \times 10^5$
7. Фон + В <sub>(0,15+0,15+0,15)</sub>	11,6	$7,15 \pm 0,65 \times 10^6$	$2,65 \pm 0,05 \times 10^6$	$4,44 \pm 0,08 \times 10^5$
8. Фон + Cu <sub>(0,15+0,15+0,15)</sub>	14,0	$4,27 \pm 0,37 \times 10^6$	$1,46 \pm 0,1 \times 10^6$	$3,52 \pm 0,02 \times 10^5$
9. Фон + Zn <sub>(0,15+0,15+0,15)</sub>	12,8	$5,40 \pm 0,22 \times 10^6$	$1,56 \pm 0,07 \times 10^6$	$3,98 \pm 0,1 \times 10^5$
10. Фон + В <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub> Cu <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub> Zn <sub>(0,1+0,1+0,1)</sub>	13,0	$4,90 \pm 0,22 \times 10^6$	$1,69 \pm 0,01 \times 10^6$	$4,34 \pm 0,08 \times 10^5$

Проведенные нами исследования показали, что настои шишек хмеля проявляют различную бактерицидную активность по отношению к испытуемым тест-культурам. Наиболее чувствительными микроорганизмами являются *Escherichia coli*. *Staphylococcus aureus* является менее чувствительной тест-культурой к действию настоев хмеля, чем *Escherichia coli*. Из всех испытуемых тест-микроорганизмов *Candida albicans* менее всего подвергалась микоцидному действию водных извлечений шишек хмеля.

Анализ полученных результатов исследований показал, что численность изучаемых микроорганизмов, вносимых в настои шишек хмеля, особенно в вариантах с применением микроудобрений была в 2-2,5 раза меньше по сравнению с контрольным вариантом I. Максимальное количество всех исследуемых микроорганизмов отмечалось в контрольном варианте с внесением воды. Более высокая антимикробная активность хмеля отмечалась в вариантах с некорневой подкормкой микроудобрениями по сравнению с почвенным внесением. Макси-

мальными антимикробными свойствами по отношению ко всем исследуемым тест-культурам обладал настой из образцов шишек хмеля с вариантов с применением некорневой подкормки медными микроудобрениями.

Максимальными антимикробными свойствами по отношению ко всем исследуемым тест-культурам обладал настой из образцов хмеля с некорневой подкормкой медными микроудобрениями (Фон +  $\text{Cu}_{(0,15+0,15+0,15)}$ ) на фоне органических и минеральных микроудобрений. Наиболее сильное бактерицидное действие шишек хмеля отмечалось на микроорганизмы *Escherichia coli*.

## **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ В ХМЕЛЕВОДСТВЕ**

Произведенные нами расчеты показателей экономической эффективности применяемых микроудобрений показывают, что экономически выгоднее некорневая подкормка по сравнению с почвенным внесением.

Внесение в почву (опыт I) комплекса применяемых борных, медных и цинковых микроудобрений (Фон +  $\text{B}_{(0,1+0,1+0,1)}\text{Cu}_{(0,1+0,1+0,1)}\text{Zn}_{(0,1+0,1+0,1)}$ ) не имело преимуществ по сравнению с отдельным внесением. При этом максимальный чистый доход получен в вариантах с внесением цинка (Фон +  $\text{Zn}_{3,0}$ ) – 1949,0 тыс. руб/га и бора (Фон +  $\text{B}_{1,5}$ ) – 1575,6 тыс. руб/га. Однако внесение бора обеспечило более высокий уровень рентабельности – 156,1% по сравнению с внесением цинка – 145,3%. В опыте II комплексное почвенное внесение микроудобрений обеспечило максимальный дополнительный чистый доход 1953,5 тыс. руб/га, при уровне рентабельности 146,2%, однако максимальный уровень рентабельности получен при внесении бора – 175,3%.

Наиболее экономически эффективным является совместное некорневое внесение бора и цинка (Фон +  $\text{B}_{(0,1+0,1+0,1)}\text{Zn}_{(0,1+0,1+0,1)}$ ), которое обеспечивает получение наибольшего дополнительного чистого дохода – 5375,3-5620,3 тыс. руб./га при максимальном уровне рентабельности – 161,9-182,8%.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

## Основные научные результаты диссертации

1. Применение борных, медных и цинковых микроудобрений оказало существенное влияние на структуру урожая хмеля и площадь листовой поверхности. Максимальный сбор листовой массы (19,6 ц/га) хмеля обыкновенного в западном регионе Беларуси обеспечивается при формировании площади листовой поверхности в фазу технической спелости 53-55 тыс. м<sup>2</sup>/га, которая обеспечивается при совместном внесении борных и цинковых микроудобрений  $B_{(0,1+0,1+0,1)}Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$  на фоне 30 т/га органических удобрений +  $N_{180}P_{120-160}K_{160-240}$  [2, 9, 11].

2. При возделывании хмеля обыкновенного на дерново-подзолистой связносупесчаной почве в условиях западной Беларуси максимальная урожайность шишек 20,7-21,9 ц/га в среднем за три года получена в результате некорневой подкормки борных и цинковых микроудобрений  $B_{(0,1+0,1+0,1)}Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$  на фоне 30 т/га навоза +  $N_{180}P_{120-160}K_{160-240}$ . Синергетическое взаимодействие бора и цинка обеспечило увеличение прибавки урожая шишек хмеля на 3,7 ц/га [5, 6, 7, 10, 12].

3. Более существенное влияние на качество шишек хмеля из всех изучаемых микроудобрений оказали медные микроудобрения. С увеличением доз медных микроудобрений повышалось содержание альфа-кислот в шишках хмеля. Максимальное содержание их 13,9-14,3 % получено при внесении максимальных доз медных микроудобрений некорневым способом Фон +  $Cu_{(0,15+0,15+0,15)}$ . Максимальный сбор альфа-кислот 2,76-3,0 ц/га с единицы площади обеспечивается при совместном внесении бора и цинка Фон +  $B_{(0,1+0,1+0,1)}Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$  [3, 13].

4. Физико-химические и органолептические показатели готовых образцов пива соответствуют нормативным показателям, предъявляемым к качеству пива. Установлено, что при кипячении сусла с хмелем при внесении его в два приема происходят изомеризационные процессы, сопровождающиеся различной динамикой образования изомерных форм альфа-кислот. Максимальное количество изогумулона в молодом (23,67 мг/дм<sup>3</sup>) и готовом (18,2 мг/дм<sup>3</sup>) пиве образовывается в сусле из образца хмеля, с варианта, где применялось совместное внесение борных и цинковых микроудобрений (Фон +  $B_{(0,1+0,1+0,1)}Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$ ) [4].

5. Установлена антимикробная активность хмеля по отношению к *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* и *Candida albicans*. Антимикробная активность хмеля зависит от содержания в шишках альфа-кислот. Наиболее чувствительными микроорганизмами являются *Escherichia coli*. Максимальными ан-

тимикробными свойствами по отношению ко всем исследуемым тест-культурам обладал настой из образцов хмеля с некорневой подкормкой медными микроудобрениями  $\text{Cu}_{(0,15+0,15+0,15)}$  на фоне органических и минеральных микроудобрений [1].

6. По результатам расчетов показателей экономической эффективности применения микроудобрений в хмелеводстве установлен наиболее эффективный вариант, включающий совместное некорневое внесение бора и цинка  $\text{B}_{(0,1+0,1+0,1)}\text{Zn}_{(0,1+0,1+0,1)}$  на фоне – 30 т/га +  $\text{N}_{180}\text{P}_{120-160}\text{K}_{160-240}$ , который обеспечивает получение наибольшего дополнительного чистого дохода – 5375,3-5620,3 тыс. руб./га при максимальном уровне рентабельности – 161,9-182,8 % [8].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

При возделывании хмеля обыкновенного на дерново-подзолистой связно-супесчаной почве в западном регионе Беларуси для формирования урожайности шишек хмеля на уровне 20,7-21,9 ц/га с содержанием альфа-кислот 13,2-13,7 %, при максимальном сборе альфа-кислот 2,76-3,0 ц/га с единицы площади рекомендуется некорневое совместное внесение борных и цинковых микроудобрений  $\text{B}_{(0,1+0,1+0,1)}\text{Zn}_{(0,1+0,1+0,1)}$  на фоне – 30 т/га +  $\text{N}_{180}\text{P}_{120-160}\text{K}_{160-240}$ .

Для повышения содержания альфа-кислот в шишках хмеля рекомендуется некорневая подкормка медными микроудобрениями в максимальных дозах Фон +  $\text{Cu}_{(0,15+0,15+0,15)}$ .

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

### Статьи в рецензируемых изданиях, согласно Перечню ВАК

1. Лапа, В. В. Экономическая эффективность применения микроудобрений при возделывании хмеля / В. В. Лапа Г. М. Милоста, **А. А. Регилевич**, О. С. Ярошинская // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 1. – С.204-212.

2. Милоста, Г. М. Влияние микроудобрений на антимикробную активность хмеля / Г. М. Милоста, **А. А. Регилевич**, И. С. Жебрак // Селекция и земледелие в Беларуси. – 2008. – № 44. – С.256-263

3. Милоста, Г. М. Влияние различных доз и способов внесения микроудобрений на урожайность хмеля / Г. М. Милоста, **А. А. Регилевич** // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. (Серыя аграрных навук). – 2008. – № 1. – С.45-52.

4. Милоста, Г. М. Зависимость качества хмеля от применения микроудобрений / Г. М. Милоста, **А. А. Регилевич** // Овощеводство. – 2008. – № 15. – С.307-316.

5. Милоста, Г. М. Зависимость продуктивности хмеля от применения борных, медных и цинковых микроудобрений / Г. М. Милоста, **А. А. Регилевич** // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов в двух томах / Учреждение образования "Гродненский государственный аграрный университет". – Гродно: УО "ГГАУ", 2007. – Т.1: Агрономия. Экономика. – С.85-94.

6. Милоста, Г. М. Структура урожая хмеля и вынос элементов минерального питания продукцией / Г. М. Милоста, **А. А. Регилевич** // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 1. – С.192-204.

7. Пироговская, Г. В. Влияние комплексных удобрений с добавками микроэлементов на урожайность и качество хмеля / Г. В. Пироговская, Г. М. Милоста, **А. А. Регилевич** // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 1. – с.313-223.

8. **Регилевич А. А.** Качество пива в зависимости от применяемых микроэлементов / **А. А. Регилевич**, Г. М. Милоста, Е. А. Цед // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов в двух томах / Учреждение образования "Гродненский государственный аграрный университет". – Гродно: УО "ГГАУ", 2008. – Т.1: Агрономия. Экономика. – С.170-177.

## Материалы конференций и тезисы докладов

9. Милоста, Г. М. Влияние микроудобрений на урожайность хмеля / Г. М. Милоста, **А. А. Регилевич**, Л. Г. Слепченко // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов в четырех томах / УО "Гродненский государственный аграрный университет". – Гродно: ГГАУ, 2006. – т. 1: Сельскохозяйственные науки (агрономия). – С.203-207.

10. Милоста, Г. М. Влияние микроудобрений на урожайность хмеля / Г. М. Милоста, **А. А. Регилевич** // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения: сборник научных трудов в двух томах /ФГОУ ВПО «Белгородская государственная сельскохозяйственная академия». – Белгород: ФГОУ ВПО «БГСХА», 2006. – т. 1: Сельскохозяйственные науки (агрономия). – С.43.

11. Милоста, Г. М. Способы выращивания посадочного материала хмеля / Г. М. Милоста, **А. А. Регилевич**, О. С. Ярошинская // Актуальные проблемы агрономии и пути их решения: материалы международной науч.-практич. конференции (16-18 января 2005 г.) / УО "Белорусская государственная сельскохозяйственная академия". – Горки: БГСХА, 2005. – Вып.1: Биологические основы адаптивного растениеводства, Ч. 1. – С. 100-103.

12. Милоста, Г. М. Урожайность хмеля в зависимости от доз и способов внесения микроудобрений / Г. М. Милоста, **А. А. Регилевич**, И. В. Исаев // Материалы конференции "Современные технологии сельскохозяйственного производства": X международная научно-практическая конференция / Учреждение образования "Гродненский государственный аграрный университет". – Гродно: УО "ГГАУ", 2007. – С.94-95.

13. **Регилевич, А. А.** Зависимость продуктивности хмеля от применения микроудобрений / А. А. Регилевич, Г. М. Милоста // Материалы конференции "Современные технологии сельскохозяйственного производства": XI Международная научно-практическая конференция / Учреждение образования "Гродненский государственный аграрный университет". – Гродно: УО "ГГАУ", 2008. – С.107-108

## РЕЗЮМЕ

Регилевич Андрей Антонович

### Влияние микроудобрений на урожайность и качество хмеля в западном регионе Беларуси

**Ключевые слова:** микроудобрения, хмель, дерново-подзолистая почва, урожайность, альфа-кислоты, сбор альфа-кислот, качество пива, антимикробная активность.

**Объект исследований:** хмель обыкновенный, сорт Hallertauer Magnum.

**Предмет исследования:** борные, медные и цинковые микроудобрения, урожайность и качество шишек хмеля.

**Цель исследований:** оптимизация минерального питания микроэлемен-  
тами (B, Cu, Zn) хмеля и влияние их на урожайность и качество шишек хмеля.

**Методы проведения исследований:** исследования выполнены путем по-  
становки полевых опытов и лабораторных анализов (агрохимические анализы,  
контрольная варка пива, антимикробная активность, статистическая обработка).

**Результаты исследований и их новизна.** Впервые для почвенно-  
климатических условий Республики Беларусь установлены оптимальные дозы и  
сроки внесения борных, медных и цинковых микроудобрений, а также влияние  
их на урожайность и качество хмеля. Максимальная продуктивность хмеля  
обыкновенного, сорта немецкой селекции Hallertauer Magnum, обеспечивается  
при совместном некорневом внесении борных и цинковых микроудобрений –  
( $B_{(0,1+0,1+0,1)}Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$ ) на оптимальном фоне органических (30 т/га) и мине-  
ральных удобрений ( $N_{180}P_{120-180}K_{160-240}$ ). Определены качественные показатели  
сусла и пива при использовании шишек хмеля возделываемого в западном ре-  
гионе Беларуси, все полученные образцы готового пива соответствуют норма-  
тивным показателям. Установлено, что настои хмеля обладают высокой анти-  
микробной активностью по отношению к бактериям *Escherichia coli*, *Staphylo-  
coccus aureus* и *Candida albicans*, и бактерицидные свойства хмеля зависели в  
первую очередь от содержания альфа-кислот в исследуемых образцах шишках  
хмеля.

Расчитана экономическая эффективность применения микроудобрений  
под хмель, Наиболее экономически эффективной является совместное некорне-  
вое внесение бора и цинка, которое обеспечивает наибольший дополнительный  
чистый доход – 5375,3-5620,3 тыс. руб./га при максимальном уровне рента-  
бельности – 161,9-182,8 %.

**Область применения:** результаты исследований могут быть использова-  
ны сельскохозяйственными предприятиями.