

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ С ДОБАВКАМИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ХМЕЛЯ

Г. М. Милоста, Г. В. Пироговская, А. А. Регилевич

*УО «Гродненский Государственный аграрный университет», г. Гродно,
Беларусь.*

Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси г. Минск, Беларусь

Введение. Хмель и продукты его переработки находят широкое применение в пивоваренной, фармацевтической и хлебопекарной промышленности. К сожалению, большая часть хмеля завозится в Беларусь из-за рубежа. Хотя почвенно-климатические условия нашей республики в полной мере соответствуют биологическим особенностям хмеля, что подтверждается практическим опытом немногочисленных хмелеводческих хозяйств западной Беларуси. Слабым местом является отсутствие технологии возделывания хмеля для условий нашей республики с учетом особенностей ее почвенно-климатических условий. Оптимизация минерального питания хмеля – важнейший фактор роста его продуктивности.

Известно, что хмель – культура длительного периода вегетации, требующая высоких доз минеральных удобрений и, в частности, многократного внесения азота в качестве подкормок [1]. Дефицит азота проявляется в слабом росте растений, в укорочении, а местами и в отсутствии боковых ветвей, а также в бледно-зеленой окраске листьев. Избыток азота в почве отрицательно влияет на растение хмеля. Исследованиями, проведенными в Чехии и Польше, установлено, что для получения высокого урожая хмеля с хорошим качеством продукции, доза по азоту не должна превышать 200-220 кг/га д. в. Хмель требует также внесения высоких доз фосфора и калия. Исследованиями, проведенными в ряде стран, установлено, что при среднем уровне плодородия почвы рекомендуются дозы фосфора 120-240 и калия 140-270 кг/га д.в., хотя при низком уровне плодородия почвы – дозы могут возрастать соответственно до 300 и 360 кг/га д.в. [2,3]. На урожайность хмеля большое влияние, наряду с макроудобрениями, оказывают микроэлементы. Зарубежные исследователи считают необходимыми микроэлементами следующие: В, Сu, Zn, Mo, Fe, Mn [5,6]. Внесение микроэлементов в таком большом количестве не всегда оправдано.

Одним из рациональных путей повышения эффективности минеральных удобрений и уменьшения их негативного воздействия на почву, воды и окружающую среду является применение новых видов и форм комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений пролонгированного действия, то есть

медленнодействующих удобрений. Элементы питания из этих удобрений постепенно освобождаются в течение вегетационного периода при взаимодействии их с почвой, что имеет экологическое, агрономическое и экономическое преимущество по сравнению со стандартными формами минеральных удобрений в системе: почва – вода – воздух.

Однако исследований, в отношении изучения вопросов применения медленнодействующих удобрений с микроэлементами в условиях нашей республики для данной культуры до настоящего времени не проводилось.

Цель настоящих исследований – установить зависимость урожайности и качества хмеля от применения комплексных минеральных удобрений с микроэлементами пролонгирующего действия вносимых в почву.

Материалы и методы исследований. Эффективность заявляемых комплексных удобрений с различными модифицирующими добавками при возделывании хмеля изучалась в 2006-2007 гг. на хмельниках Гродненского и Пружанского районов. Полевые исследования проводились с сортом Hallertauer Magnum (Германия) в УО СПК «Путришки» Гродненского района на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком с глубины 40 см. Агрохимическая характеристика почвы: рН_{KCl} – 6,1, содержание гумуса – 2,0 %; P₂O₅ – 190 и K₂O – 212 мг/кг почвы; по содержанию подвижных форм бора, меди и цинка почва относится к II (средней) группе обеспеченности. Аналогичные варианты были заложены в фермерском хозяйстве «Магнум-Хмель» Пружанского района Брестской области на дерново-подзолистой связно-супесчаной почве, подстилаемая моренным суглинком с глубины 60-70 см. Агрохимическая характеристика почвы: рН_{KCl} – 5,8; содержание гумуса – 1,88 %, P₂O₅ – 171 и K₂O – 169 мг/кг почвы. По содержанию подвижных форм бора, меди и цинка почва относится к II (средней) группе обеспеченности.

Опыты закладывали в 3-х кратной повторности в 4 яруса. Комплексные минеральные удобрения пролонгирующего действия с микроэлементами с соотношением элементов питания 13:12:19 и 13:7:17 вносились в различных дозах ранней весной до начала вегетации хмеля. Подкормка азотом проводилась – во второй декаде июня в начале образования и роста боковых побегов при высоте растений 4,5-5,0 м. За основу расчетов доз удобрений взята доза азота N₁₈₀ на основании результатов предыдущих исследований, когда были установлены оптимальные для хмеля нормы азотно-фосфорно-калийных удобрений – N₁₈₀₍₆₀₊₆₀₊₆₀₎P₁₂₀₋₁₈₀K₁₆₀₋₂₄₀ в зависимости от уровня плодородия почв [4]. 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 высаживались по схеме 3,0x1,5 м. Учетная площадь делянки составила 180 м². В процессе роста и развития растений хмеля проводились фенологические наблюдения. Учет урожая

проводился сплошным методом, поделяночно. Уборка шишек проводилась вручную, которые сушились при температуре 60-70⁰С в течение 6-7 часов. Определение содержания альфа-кислот в шишках хмеля проводилось кондуктометрическим методом путем измерения силы тока, проходящего через экстракт горьких веществ, в процессе титрования его уксуснокислым свинцом (ГОСТ 21948-76).

Известно, что для формирования высокого и качественного урожая хмель требует в первую очередь оптимальных температур в период цветения (19-20⁰С в июле) и формирования шишек (16,5-19⁰С в августе), он также требователен к оптимальному обеспечению себя 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 (2006-2007 гг.) температура в этот основной период была благоприятной для роста и развития хмеля. Однако обеспеченность влагой по годам исследований заметно отличалась. Более благоприятные условия по обеспеченности влагой сложились в 2007 году, 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 году урожай был несколько ниже по сравнению с 2007 годом, 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 исследований. Результаты полевых исследований проведенных в 2006-2007 гг. показали, что применение комплексных минеральных удобрений пролонгирующего действия оказывает положительное влияние на урожайность и качество хмеля сортов Н. Magnum.

Из данных табл. 1 видно, что на дерново-подзолистых супесчаных почвах УО СПК «Путришки» Гродненского района, внесение стандартной смеси азотно-фосфорно-калийных удобрений (карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий) на фоне органических удобрений способствовало формированию урожая шишек хмеля 14,0-17,4 ц/га с содержанием альфа-кислот 10,8-11,3 %, что обеспечило их выход с единицы площади 1,51-1,97 ц/га. Применение, на фоне органических удобрений, комплексных минеральных удобрений (NPK – 13:12:19) с модифицирующими добавками, включающими серу, бор, цинк, марганец и железо, повысило урожайность шишек до 15,8-19,1 ц/га, с содержанием альфа-кислот 10,7-11,4 %. При внесении комплексного

удобрения с добавками серы, бора, цинка, железа, связующих и биологически активных веществ урожайность шишек и содержание в них альфа-кислот составило соответственно – 16,5-20,1 ц/га и 11,0-12,0 %, что обеспечило максимальный их сбор с единицы площади – 1,82-2,41 ц/га

Таблица 1 – Влияние разных форм минеральных удобрений на урожайность и качество хмеля (УО СПК «Путришки» Гродненского р-на)_

Варианты опыта	Урожайность шишек, ц/га		Масса 100 шишек, г		Содержание альфа-кислот, %		Сбор альфа-кислот, ц/га	
	2006г	2007г	2006 г	2007 г	2006 г	2007 г	2006 г	2007 г
1. Фон (30 т/га орг.удобр.) – контроль	11,2	14,4	10,9	12,7	10,3	11,0	1,15	1,58
2. Фон + N ₁₃₀ P ₁₂₀ K ₁₉₀ (смесь стандартных удобрений) в основное внесение + N ₅₀ в подкормку	14,0	17,4	13,4	15,0	10,8	11,3	1,51	1,97
3. Фон + (N ₁₃₀ P ₁₂₀ K ₁₉₀) – комплексное (13 : 12 : 19) с 1-й модифицирующей добавкой + N ₅₀ в подкормку	15,8	19,1	15,0	15,9	10,7	11,4	1,69	2,18
4. Фон + (N ₁₃₀ P ₁₂₀ K ₁₉₀) – комплексное (13 : 12 : 19) со 2-й модифицирующей добавкой + N ₅₀ в подкормку	16,5	20,1	16,0	17,1	11,0	12,0	1,82	2,41
5. Фон + (N ₁₃₀ P ₇₀ K ₁₉₀) – комплексное (13 : 7 : 17-19, бесхлорное) с 3-й модифицирующей добавкой + N ₅₀ в подкормку	14,3	17,0	13,7	14,4	9,9	10,7	1,55	1,82
НСР ₀₅	1,1	1,4	0,9	1,1	0,6	0,7	0,13	0,17

В опытах также изучались комплексные бесхлорные удобрения пролонгирующего действия с соотношением элементов питания 13:7:17 (N₁₃₀P₇₀K₁₉₀), имеющих в своем составе бор, марганец, магний и железо – вариант 5. Этот состав элементов имел преимущество перед вариантом 2 с внесением стандартной смеси азотно-фосфорно-калийных удобрений (карбомид,

суперфосфат и хлористый калий) в норме $N_{180}P_{120}K_{160}$ по экономичности внесения. С другой стороны этот состав (13:7:17) не имел преимуществ перед соотношением NPK – 13:12:19 по показателям продуктивности хмеля. Из данных таблицы 1 видно, что в варианте 5 урожайность шишек составила всего 14,3-17,0 ц/га при содержании альфа-кислот 9,9-10,7 %. По-видимому, это связано, главным образом, с недостаточным содержанием фосфора в составе комплексного удобрения. Применение бесхлорных удобрений обеспечивает получение такого же уровня урожайности и содержания альфа-кислот как и в варианте 2 при внесении смеси стандартных туков, хотя доза фосфора при этом составляет всего 70 кг/га по д.в.

Применение комплексных удобрений (13:12:19) способствовало увеличению массы 100 шишек до 15,0-16,0 г в 2006 году и до 15,9-17,1 г в 2007 году особенно при дополнительном введении в состав этого удобрения связующих (водорастворимые полимеры, полиакриламид и др.) и биологически активных веществ.

Таким образом, максимальная урожайность хмеля сорта Н. Magnum и выход альфа-кислот с единицы площади получены при использовании комплексных удобрений (марка NPK – 13:12:19) с различными модифицирующими добавками в дозе – $N_{130}P_{120}K_{190}$ (или 930 кг/га в физическом весе) с дополнительным внесением в подкормку N_{50} (во второй декаде июня в начале образования и роста боковых побегов при высоте растений 4,5-5,0 м) (табл. 1.).

В опытах также рассчитывались элементы структуры урожая хмеля (табл. 2). Комплексные удобрения оказали заметное влияние на особенности формирования листовой массы и структуры урожая хмеля. Под влиянием комплексных удобрений (13:12:19) формирование листовой массы и ее площадь возрастают более быстрыми темпами, чем от внесения комплексных удобрений с соотношением NPK – 13:7:17. Это, в конечном итоге, сказалось на величине урожая хмеля, так как развитие генеративных органов (шишек) во многом зависит от степени развития и особенностей формирования вегетативной массы. Полученные данные показывают, что применение комплексных удобрений (13:12:19) способствовало увеличению площади листовой поверхности, ее массы и доли шишек в структуре урожая с 0,94 до 0,98 в 2006 году и с 1,09 до 1,11 в 2007 году особенно при дополнительном введении в состав этого удобрения связующих и биологически активных веществ. При внесении данных удобрений физиологические процессы протекают так, что масса шишек растет более быстрыми темпами, чем масса листьев хмеля. Масса листьев хмеля при этом увеличивается быстрее, чем их площадь, о чем говорит изменение их соотношения с 2,98 до 2,95 в 2006 году и с 2,86 до 2,81 в 2007 году. Следует отметить, что опережающий рост листовой массы хмеля относительно ее

площади имеет прямую связь с максимальной массой 100 шишек хмеля и содержанием в них альфа-кислот (табл. 1,2).

Таблица 2 – Влияние разных форм минеральных удобрений на структуру урожая хмеля (УО СПК «Путришки» Гродненского р-на)_

Варианты опыта	Площадь листьев, тыс., м ² /га		Сбор листовой массы, ц/га		Соотношение : шишки/листья		Соотношение : площадь листьев/масса листьев	
	2006 г	2007 г	2006 г	2007 г	2006г	2007г	2006г	2007г
1. Фон (30 т/га орг.удобр.) – контроль	35,9	38,9	12,0	13,5	0,93	1,07	2,99	2,88
2. Фон + N ₁₃₀ P ₁₂₀ K ₁₉₀ (смесь стандартных удобрений) в основное внесение + N ₅₀ в подкормку	44,4	45,8	14,9	16,0	0,94	1,09	2,98	2,86
3. Фон + (N ₁₃₀ P ₁₂₀ K ₁₉₀) – комплексное (13 : 12 : 19) с 1-й модифицирующей добавкой + N ₅₀ в подкормку	49,5	49,4	16,7	17,4	0,95	1,10	2,97	2,84
4. Фон + (N ₁₃₀ P ₁₂₀ K ₁₉₀) – комплексное (13 : 12 : 19) со 2-й модифицирующей добавкой + N ₅₀ в подкормку	49,9	50,9	16,9	18,1	0,98	1,11	2,95	2,81
5. Фон + (N ₁₃₀ P ₇₀ K ₁₉₀) – комплексное (13 : 7 : 17-19, бесхлорное) с 3-й модифицирующей добавкой + N ₅₀ в подкормку	45,5	44,9	15,2	15,7	0,94	1,08	2,99	2,86

НСР₀₅

3,3 3,5 1,3 1,4

Эффективность комплексных удобрений с соотношением NPK – 13:12:19 частично объясняется введением в их состав цинка, что связано с высокой физиологической потребностью хмеля в этом элементе. Физиологическая роль цинка в растениях очень разнообразна. Он оказывает большое влияние на окислительно-восстановительные процессы, скорость которых при его недостатке заметно снижается. Дефицит цинка ведет к нарушению процессов

превращения углеводов. Цинк входит в состав различных ферментов: карбоангидразы, триозофосфатдегидрогеназы, пероксидазы, оксидазы, полифенолоксидазы и др. Обнаружено, что большие дозы фосфора и азота усиливают признаки недостаточности цинка у растений и что цинковые удобрения особенно необходимы при внесении высоких доз фосфора.

Таблица 3 – Влияние разных форм минеральных удобрений на элементы структуры урожая хмеля (УО СПК «Путришки» Гродненского р-на)

Варианты опыта	Колич. шишек на 1 растение, шт.		Колич. листьев на 1 растение, шт.		Средняя масса 1 листа, г.	
	2006г	2007г	2006г	2007г	2006г	2007г
1. Фон (30 т/га орг.удобр.) – контроль	4487	5092	4471	4850	0,120	0,125
2. Фон + N ₁₃₀ P ₁₂₀ K ₁₉₀ (смесь стандартных удобрений) в основное внесение + N ₅₀ в подкормку	4707	5209	4625	4860	0,145	1,148
3. Фон + (N ₁₃₀ P ₁₂₀ K ₁₉₀) – комплексное (13 : 12 : 19) с 1-й модифицирующей добавкой + N ₅₀ в подкормку	4740	5406	4912	4956	0,153	0,158
4. Фон + (N ₁₃₀ P ₁₂₀ K ₁₉₀) – комплексное (13 : 12 : 19) со 2-й модифицирующей добавкой + N ₅₀ в подкормку	4641	5290	4907	5060	0,155	0,161
5. Фон + (N ₁₃₀ P ₇₀ K ₁₉₀) – комплексное (13 : 7 : 17-19, бесхлорное) с 3-й модифицирующей добавкой + N ₅₀ в подкормку	4698	5305	5011	4860	0,150	0,145
НСР ₀₅	209	257	248	279	0,010	0,011

В опытах также рассчитывались элементы структуры урожая хмеля: количество листьев и шишек хмеля и средняя масса одного листа. Из данных таблицы 3 видно, что применение всех форм азотно-фосфорно-калийных удобрений способствует увеличению количества шишек, листьев и средней массы одного листа. Наиболее крупные по массе листья (0,153-0,155 г) в 2006 и

(0,158-0,161 г) в 2007 году получены в вариантах с применением комплексных удобрений (13:12:19) особенно при дополнительном введении в состав этого удобрения связующих и биологически активных веществ. Применение комплексных удобрений приводит к увеличению количества шишек на одном растении, введение в их состав связующих и биологически активных веществ несколько замедляет этот процесс в пользу увеличения массы 100 шишек хмеля.

В заключение отметим, что для получения максимальной урожайности шишек хмеля сорта Н. Magnum рекомендуется внесение на фоне 30 т/га органических комплексных удобрений с микроэлементами пролонгирующего действия $N_{130}P_{120}K_{190}$ с соотношением NPK – 13:12:19 (или 930 кг/га в физическом весе) с внесением в подкормку N_{50} (во второй декаде июня в начале образования и роста боковых побегов при высоте растений 4,5-5,0 м).

Аналогичные исследования проводились в фермерском хозяйстве «Магнум-Хмель» Пружанского района на дерново-подзолистой связно-супесчаной почве, подстилаемой с глубины 60-70 см легким опесчаненным моренным суглинком, с pH_{KCl} – 5,8; содержанием гумуса – 1,88 %, P_2O_5 – 171 и K_2O – 169 мг/кг почвы. По содержанию подвижных форм бора, меди и цинка почва относится к II (средней) группе обеспеченности.

Из данных таблицы 4 видно, что внесение стандартной смеси азотно-фосфорно-калийных удобрений (карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий) на фоне органических удобрений способствовало формированию урожая шишек хмеля 15,5-19,0 ц/га с содержанием альфа-кислот 10,6-11,8 %, что обеспечивает их выход с единицы площади 1,64-2,24 ц/га. Применение, на фоне органических удобрений, комплексных минеральных удобрений (NPK – 13:12:19) с модифицирующими добавками, включающими серу, бор, цинк, марганец и железо, существенно повышает содержание альфа-кислот в шишках хмеля до 11,5-13,3 %, но урожайность шишек с учетом данных $НСР_{05}$ существенно возросла только в 2007 году.

При внесении комплексного удобрения с добавками серы, бора, цинка, железа, связующих и биологически активных веществ (вариант 4) урожайность шишек существенно возрастает до 17,1-21,7 ц/га, но внесение этого удобрения не оказывает достоверного влияния на увеличение содержания в них альфа-кислот относительно предыдущего 3 варианта в 2006 году. Достоверное увеличение содержания альфа-кислот получено лишь в 2007 году. В этом варианте получен максимальный сбор альфа-кислот с единицы площади – 2,03-3,08 ц/га.

В опытах также изучались комплексные бесхлорные удобрения пролонгирующего действия с соотношением элементов питания 13:7:17 ($N_{130}P_{70}K_{190}$), имеющие в своем составе бор, марганец, магний и железо – вариант 5. Важно то, что этот состав элементов, не имея преимуществ по продуктивности хмеля, имел преимущество перед вариантом 2 с внесением стандартной смеси

азотно-фосфорно-калийных удобрений (карбомид, суперфосфат и хлористый калий) в норме $N_{180}P_{120}K_{160}$ по экономичности внесения при сохранении того же уровня урожайности и качества.

Таблица 4 – Влияние разных форм минеральных удобрений на урожайность и качество хмеля (ФХ «Магнум-Хмель», Пружанского р-на)

Варианты опыта	Урожайность шишек, ц/га		Масса 100 шишек, г		Содержание альфа-кислот, %		Сбор альфа-кислот, ц/га	
	2006г	2007г	2006 г	2007 г	2006 г	2007 г	2006 г	2007 г
1. Фон (30 т/га орг.удобр.) – контроль	10,5	14,5	11,2	13,6	10,1	11,5	1,06	1,67
2. Фон + $N_{130}P_{120}K_{190}$ (смесь стандартных удобрений) в основное внесение + N_{50} в подкормку	15,5	19,0	14,5	16,2	10,6	11,8	1,64	2,24
3. Фон + ($N_{130}P_{120}K_{190}$) – комплексное (13 : 12 : 19) с 1-й модифицирующей добавкой + N_{50} в подкормку	16,6	20,9	15,5	17,7	11,5	13,3	1,91	2,78
4. Фон + ($N_{130}P_{120}K_{190}$) – комплексное (13 : 12 : 19) со 2-й модифицирующей добавкой + N_{50} в подкормку	17,1	21,7	15,9	18,2	11,9	14,2	2,03	3,08
5. Фон + ($N_{130}P_{70}K_{190}$) – комплексное (13 : 7 : 17-19, бесхлорное) с 3-й модифицирующей добавкой + N_{50} в подкормку	14,4	17,8	13,5	15,4	10,7	11,6	1,54	2,06
НСР ₀₅	1,2	1,4	1,1	1,2	0,7	0,8	0,14	0,19

Вносимые комплексные удобрения оказали заметное влияние на структуру урожая хмеля (табл. 5). Так, если на фоне органических удобрений площадь листьев составила 34,8-35,1 тыс. м²/га, а сбор листовой массы 12,5-12,7 ц/га, то при внесении на этом фоне стандартной смеси минеральных удобрений (вариант 2) эти показатели существенно возросли до 43,1-45,1 тыс. м²/га и 15,6-16,4 ц/га

соответственно. Внесение комплексных удобрений с микроэлементами (варианты 3 и 4) способствовало заметному росту площади листьев до 44,6-48,9 м²/га и их массы до 16,4-17,9 ц/га. Особенно при внесении комплексного удобрения с добавками серы, бора, цинка, железа, связующих и биологически активных веществ (вариант 4) – соответственно до 47,0-49,9 тыс. м²/га и 17,1-18,2 ц/га.

Таблица 5 – Влияние разных форм минеральных удобрений на структуру урожая хмеля (ФХ «Магnum-Хмель», Пружанского р-на)

Варианты опыта	Площадь листьев, тыс., м ² /га		Сбор листовой массы, ц/га		Соотношение: шишки/листья		Соотношение: площадь листьев/масса листьев	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
	г	г	г	г	г	г	г	г
1. Фон (30 т/га орг.удобр.) – контроль	34,8	35,1	12,5	12,7	0,84	1,14	2,78	2,76
2. Фон + N ₁₃₀ P ₁₂₀ K ₁₉₀ (смесь стандартных удобрений) в основное внесение + N ₅₀ в подкормку	43,1	45,1	15,6	16,4	0,99	1,14	2,76	2,75
3. Фон + (N ₁₃₀ P ₁₂₀ K ₁₉₀) – комплексное (13 : 12 : 19) с 1-й модифицирующей добавкой + N ₅₀ в подкормку	44,6	48,9	16,4	17,9	1,01	1,16	2,72	2,73
4. Фон + (N ₁₃₀ P ₁₂₀ K ₁₉₀) – комплексное (13 : 12 : 19) со 2-й модифицирующей добавкой + N ₅₀ в подкормку	47,0	49,9	17,1	18,2	1,00	1,17	2,75	2,74
5. Фон + (N ₁₃₀ P ₇₀ K ₁₉₀) – комплексное (13 : 7 : 17-19, бесхлорное) с 3-й модифицирующей добавкой + N ₅₀ в подкормку	41,2	42,6	14,9	15,5	0,97	1,19	2,77	2,75

НСР₀₅

3,1 3,3 1,2 1,4

Следует отметить возрастание доли шишек относительно листовой массы в этих вариантах. В вариантах 3 и 4 снижается соотношение площади листьев к их массе, что говорит о том, что при внесении данных комплексных удобрений масса листьев растет быстрее, чем их площадь. При внесении бесхлорных форм удобрений (вариант 5) снижается площадь и масса листьев, но это связано, скорее всего, не с формой удобрения, а с меньшей нормой фосфора. Доля шишек в структуре урожая непостоянна: в 2006 году она снижается, а в 2007 – возрастает, что может быть объяснимо невысоким содержанием фосфора в удобрениях и различной степенью его усвоения хмелем по годам. Таким образом, внесение комплексных удобрений (13:12:19) способствует возрастанию доли шишек в структуре урожая.

Таблица 6 – Влияние разных форм минеральных удобрений на элементы структуры урожая хмеля (сорт Н. Magnum, Пружанский р-н)

Варианты опыта	Колич. шишек на 1 растен, шт.		Колич. листьев на 1 растен., шт.		Средняя масса 1 листа, г.	
	2006г	2007г	2006г	2007г	2006г	2007г
1. Фон (30 т/га орг.удобр.) – контроль	4220	4805	4410	4431	0,109	0,129
2. Фон + N ₁₃₀ P ₁₂₀ K ₁₉₀ (смесь стандартных удобрений) в основное внесение + N ₅₀ в подкормку	4810	5275	4472	4613	0,157	0,160
3. Фон + (N ₁₃₀ P ₁₂₀ K ₁₉₀) – комплексное (13 : 12 : 19) с 1-й модифицирующей добавкой + N ₅₀ в подкормку	4820	5300	4491	4739	0,164	0,170
4. Фон + (N ₁₃₀ P ₁₂₀ K ₁₉₀) – комплексное (13 : 12 : 19) со 2-й модифицирующей добавкой + N ₅₀ в подкормку	4840	5366	4524	4627	0,170	0,177
5. Фон + (N ₁₃₀ P ₇₀ K ₁₉₀) – комплексное (13 : 7 : 17-19, бесхлорное) с 3-й модифицирующей добавкой + N ₅₀ в подкормку	4805	5210	4460	4507	0,150	0,155
НСР ₀₅	197	275	181	193	0,012	0,014

В опытах также рассчитывались такие элементы структуры урожая как количество шишек и листьев на одно растение и средняя масса одного листа (табл. 6).

Из данных таблицы 6 видно, что применение, на фоне органических удобрений, комплексных минеральных удобрений (NPK – 13:12:19) с модифицирующими добавками, включающими серу, бор, цинк, марганец и железо, существенно повышает количество шишек хмеля до 4820-5300 штук, количество листьев до 4491-4739 штук, а среднюю массу одного листа до 0,164-0,170 г.

При внесении комплексного удобрения с добавками серы, бора, цинка, железа, связующих и биологически активных веществ (вариант 4) возросло до максимума количество шишек (4840-5366 штук) и средняя масса одного листа (0,170-0,177 г.). Но количество листьев на одном растении колебалось и в 2006 году возросло до 4524, а в 2007 – снизилось до 4627 штук.

Таким образом, вариантам с максимальной урожайностью шишек хмеля соответствуют следующие морфологические показатели: максимальное количество шишек на одном растении и максимальная средняя масса одного листа.

Заключение

1. Применение, на фоне органических удобрений, комплексных минеральных удобрений (NPK – 13:12:19) с модифицирующими добавками, включающими серу, бор, цинк, марганец и железо, а также комплексного удобрения с добавками серы, бора, цинка, железа, связующих и биологически активных веществ, способствует получению максимальной урожайности шишек хмеля.

2. Наибольшее содержание в шишках альфа-кислот и максимальный их сбор с единицы площади, а также наиболее крупные шишки с массой 100 штук получены при внесении комплексного удобрения с добавками серы, бора, цинка, железа, связующих и биологически активных веществ.

3. Внесение комплексных удобрений (NPK – 13:12:19) способствует возрастанию доли шишек в структуре урожая. Варианту с максимальной урожайностью шишек хмеля соответствуют следующие морфологические показатели: максимальная масса 100 шишек и максимальная средняя масса одного листа.

4. Введение в состав комплексного удобрения (13:12:19) цинка способствует смещению соотношения по массе шишек к листьям в пользу шишек и соотношения площади листовой поверхности к ее массе в пользу листовой поверхности. Для практического применения на хмельниках комплексных минеральных удобрений пролонгирующего действия

рекомендуется наладить производство данных удобрений с соотношением NPK – 13:12:19 с дополнительным внесением цинка (0,2 %) и отсутствием натрия и хлора.

Литература

1. Годованый, А. А. Интенсификация хмелеводства и программирование урожаев / А. А. Годованый. – Киев: Урожай, 1990. – 88 с.
2. Либацкий, Е. П. Хмелеводство: учебное пособие / Е.П. Либацкий. – 2-е изд. – Москва: Колос, 1993. – 286 с.
3. Ляшенко, Н. И. Физиология и биохимия хмеля / Н. И. Ляшенко, Н. Г. Михайлов, Р. И. Рудык. – Житомир: Полисся, 2004. – 408 с.
4. Милоста, Г. М. Влияние минеральных удобрений на продуктивность хмеля / Г. М. Милоста, В. В. Лапа // Почвоведение и агрохимия. – 2006. – № 2 (37) С. 117-128.
5. Dwornikiewicz, J. Pobranie składników pokarmowych przez chmiel / J. Dwornikiewicz // Pulawy. – 2006. – P. 83–91.
6. Migdal, J. Nawożenie chmielu. Poradnik plantatora chmielu / J. Migdal // Pulawy: IUNG – 1996. – P. 133–160.

Резюме

В исследованиях, проведенных в западной Беларуси на дерново-подзолистых супесчаных почвах, подстилаемой моренным суглинком, установлено, что применение, на фоне органических, комплексных минеральных удобрений (NPK – 13:12:19) с модифицирующими добавками, включающими серу, бор, цинк, марганец и железо, а также комплексного удобрения с добавками серы, бора, цинка, железа, связующих и биологически активных веществ, способствует получению максимальной урожайности шишек хмеля. Для практического применения на хмельниках рекомендуется наладить производство данных удобрений с дополнительным внесением цинка (0,2 %) и отсутствием натрия и хлора.