

УДК 633.791:631.81.095.337.

СТРУКТУРА УРОЖАЯ ХМЕЛЯ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ПРОДУКЦИЕЙ

Г.М. Милоста, А.А. Регилевич.

УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Беларусь.

Введение

Хмель обыкновенный – многолетняя двудомная вьющаяся лиана, которая произрастает на одном месте 15–20 лет. Большую роль в повышении продуктивности хмелеводства Беларуси играет оптимизация минерального питания хмеля. Оценка состояния баланса элементов питания в системе почва-растение-удобрения является важной характеристикой эффективности использования минеральных и органических удобрений в сельскохозяйственном производстве. Показатели баланса отражают пути превращения и расхода питательных веществ удобрений, долю элементов питания, продуктивно используемую и отчуждаемую растениями из почвы и воспроизводимую за счет удобрений. По данным исследований проведенных А. А. Годованым и др. при многолетнем возделывании хмеля на разных типах почв имеет место дисбаланс элементов питания, вызывающий резкое снижение продуктивности растений. Устранение дисбаланса и создание оптимального режима возможны только при установлении специфических требований хмеля к количеству и соотношению элементов питания и учете конкретных почвенных условий при его выращивании [1, 4].

Хмель – интенсивно удобряемая культура, что может обусловить накопление большого количества элементов питания в почве, однако не всегда оптимальное для растений хмеля. Более полную характеристику потребности хмеля в макро- и микроэлементах может дать изучение вопросов выноса этих элементов с урожаем основной и побочной продукции. 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. Анализ литературных данных, охватывающих различные регионы Европы, показал, что вынос элементов питания хмелем в значительной мере зависит от биологических особенностей сорта, агрохимических свойств почвы, возраста растений хмеля, особенностей агротехники, погодных условий, развития болезней и многих других факторов [7]. Исследованиями, проведенными Dwornikiewicz J. (2006) установлено, что в условиях Польши растения хмеля при урожае 20 ц/га шишек потребляли из почвы 160 кг азота, 15 кг фосфора ($35 \text{ кг P}_2\text{O}_5$), 114 кг калия (140 кг K_2O). Средневзвешенное содержание азота в растениях польских сортов составило 2,75 %, фосфора – 0,25 %, калия – 1,97 % [6]. Исследованиями Rossbauer G. (2006) показано, что в растениях хмеля, выращенных в почвенно-климатических Германии, содержание азота составило в среднем 2,58 %, фосфора – 0,34 %, калия – 2,21 % [8]. Dwornikiewicz J. (2006) подчеркивает преимущественное накопление азота в шишках и листьях, фосфора и калия – в шишках и в меньшей степени в стеблях [5]. Большое значение для получения высокого и качественного урожая хмеля имеет обеспеченность растений микроэлементами. Одним из критериев потребности в них являются показатели содержания их в растении. Ляшенко Н.И. и др. (2004) подчеркивают, что в условиях Полесья Украины их содержание зависит от органов растения и составляет для бора 0,010-0,0074 %, меди – 0,0020-0,0390 %, цинка – 0,0012-0,033 %. Исследованиями этих авторов отмечается, что в зависимости от сортовых особенностей и условий выращивания содержание меди может колебаться от 3,0 до 1200,0 мг/кг сухого вещества, а цинка от 4,3 до 68,3 мг/кг. В среднем при урожае 15 ц/га шишек выносится 0,21 кг бора, 0,24 кг цинка и 2,41 кг меди [2]. Однако исследования, в этом направлении для данной культуры в нашей республике до настоящего времени не проводились.

Методика исследований

Исследования по изучению выноса растениями хмеля азота, фосфора, калия, а также бора, меди и цинка проводились в 2005-2007 годах с сортом Hallertauer Magnum (Германия), относящимся к группе горьких сортов. Полевые опыты были заложены в двух хозяйствах западной части Беларуси:

1) в УО СПК «Путришки» Гродненского района на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком с глубины 40 см. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы: pH в KCl – 6,0, содержание гумуса – 2,00 %; P₂O₅ – 184 и K₂O – 202 мг/кг почвы; по содержанию подвижных форм бора (0,7 мг/кг почвы), меди (2,9) и цинка (4,8 мг/кг) почва относится к II (средней) группе обеспеченности микроэлементами (почва I).

2) в фермерском хозяйстве «Магнум-Хмель» Пружанского района, расположенному на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком с глубины 60 см, с pH в KCl 5,8; содержанием гумуса – 1,88 %, P₂O₅ – 171 и K₂O – 169 мг/кг почвы. По содержанию подвижных форм бора (0,5 мг/кг), меди (1,9 мг/кг) и цинка (3,2 мг/кг) почва также относится к II (средней) группе обеспеченности (почва II).

Растительные образцы хмеля (шишки, листья и стебли) отбирали с фоновых вариантов опыта (соответственно N₁₈₀P₁₂₀K₁₆₀ – почва I и N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀ – почва II) и высушивались до стандартной влажности – 12 %. Указанные фона NPK являются оптимальными для хмеля, выращиваемого на данных почвах, которые были установлены на основании ранее проведенных исследований в 2001-2003 годах [3]. На одной делянке размещалось 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 3,0x1,5 м. Учетная площадь делянки – 180 м². Варианты в опытах закладывали в 4-х кратной повторности в 4 яруса.. Всего на 1 га высаживается примерно 2220 растений хмеля (3,0x1,5 м).

Известно, что для формирования высокого и качественного урожая хмель требует в первую очередь оптимальных температур в период цветения (19–20°C в июле) и формирования шишечек (16,5–19°C 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 [1,2]. 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 шишечек в течение августа, что сочеталось с повышенными температурами воздуха. Это явилось основной причиной более высокой степени развития грибных болезней и формирования более низкой урожайности.

В почвенных образцах проводили определение показателей по следующим методикам: гранулометрический состав – по Н. А. Качинскому, гумус – по И.В.Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-84), содержание подвижного фосфора – по Кирсанову на фотоэлектроколориметре (ГОСТ 26207-84), содержание обменного калия – по Кирсанову на пламенном фотометре (ГОСТ280207-84), содержание бора – фотометрическим методом, содержание меди – методом атомно-абсорбционной спектроскопии, содержание цинка – с использованием вытяжки раствором соляной кислоты.

В растительных образцах (шишках, листьях и стеблях) определяли: общий азот – метод Кельдаля (ГОСТ 13496.4-93), фосфор – на фотоэлектроколориметре (ГОСТ 26657-97), калий – по Кирсанову на пламенном фотометре, бор – при помощи спектроколориметра, медь и цинк – на атомно-абсорбционном спектрофотометре.

Результаты исследований

Анализ результатов исследований показал, что почвенно-климатические условия западной части Беларуси соответствуют биологическим особенностям хмеля для получения высокого и качественного урожая. Как видно из данных полевых опытов на показатели структуры урожая хмеля немецкого сорта Hallertauer Magnum оказывают влияние не только почвенные факторы и дозы удобрений, но и погодные условия. Обеспеченность почвы влагой и температурные условия также являются важным фактором формирования элементов структуры урожая хмеля в условиях нашей республики.

Из данных таблиц 1 и 2 видно, что (районированный) немецкий сорт хмеля Hallertauer Magnum в условиях Беларуси на оптимальных уровнях минерального питания ($N_{180}P_{120-160}K_{160-240}$) в среднем формирует 46,3-48,1 ц/га сухой надземной массы, включающей листья, стебли и шишки. Более высокий сбор общей сухой массы на почве II связан, по-видимому, с более высокими нормами фосфорных и калийных удобрений.

Таблица 1 – Структура урожая хмеля, г/растение, % от общей массы

| Составные элементы | | Почва I | | | | Почва II | | | |
|--------------------|---|---------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|
| | | 2005г | 2006г | 2007г | ср. | 2005г | 2006г | 2007г | ср. |
| Шишки | г | 806 | 630 | 864 | 767 | 869 | 698 | 891 | 819 |
| | % | 37,4 | 34,8 | 37,7 | 36,8 | 38,6 | 36,0 | 38,7 | 37,9 |
| Листья | г | 752 | 671 | 792 | 738 | 761 | 702 | 779 | 747 |
| | % | 34,8 | 37,1 | 34,6 | 35,4 | 33,8 | 36,2 | 33,8 | 34,5 |
| Стебли | г | 599 | 508 | 634 | 580 | 620 | 538 | 633 | 597 |
| | % | 27,8 | 28,1 | 27,7 | 27,8 | 27,6 | 27,8 | 27,5 | 27,6 |
| Общая масса | г | 2157 | 1809 | 2290 | 2085 | 2250 | 1938 | 2303 | 2163 |
| | % | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Среди изучаемых элементов структуры урожая максимальная доля по массе приходится на шишки хмеля и составляет в среднем 36,8–37,9 % общей сухой массы. При этом наиболее высокие значения этого показателя получены на почве II, где средняя масса шишек с одного растения составляет 819 г или 37,9 % от общей надземной массы. На почве I средняя масса шишек была несколько ниже и составила 667 г или 36,8 % общей массы.

Доля листовой массы составила в среднем 34,5–35,4 % от общей надземной массы. Причем развитие растений на почве I характеризуется более интенсивным формированием листовой массы, доля которой в структуре общего урожая на почве I более высокая по сравнению с ее долей на почве II.

Доля стеблей в структуре урожая хмеля практически одинакова на почве I (27,8 %) и II (27,6 %), но стебли хмеля на почве II по морфологическим показателям более развиты и характеризуются более высокой абсолютной массой.

Таким образом, почвенно-климатические условия выращивания хмеля и особенности фосфорно-калийного питания способствовали получению более высокой общей надземной массы растений хмеля на почве II (ФХ «Магнум-Хмель» Пружанского района) – 48,1 ц/га по

сравнению с растениями на почве I (УО СПК «Путришки» Гродненского района) – 46,3 ц/га. Данное увеличение общей сухой массы растений на почве I связано, в первую очередь, с возрастанием абсолютной (с 17,0 до 18,2 ц/га) и относительной массы шишек (с 36,8 до 37,9 %) в общей массе растений с единицы площади. Более высокая доля шишек на почве II, видимо в первую очередь, связана с более высокими дозами внесения P_2O_5 и K_2O ($N_{180}P_{160}K_{240}$).

Таблица 2 – Структура урожая хмеля, ц/га

| Составные элементы | Почва 1 | | | | Почва 2 | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2005г | 2006г | 2007г | ср. | 2005г | 2006г | 2007г | ср. |
| 1. Шишки (основная продукция) | 17,9 | 14,0 | 19,2 | 17,0 | 19,3 | 15,5 | 19,8 | 18,2 |
| 2. Побочная продукция (листья и стебли) | 30,0 | 26,2 | 31,7 | 29,3 | 30,7 | 27,6 | 31,4 | 29,9 |
| 2.1. в том числе – листья | 16,7 | 14,9 | 17,6 | 16,4 | 16,9 | 15,6 | 17,3 | 16,6 |
| 2.2. в том числе – стебли | 13,3 | 11,3 | 14,1 | 12,9 | 13,8 | 12,0 | 14,1 | 13,3 |
| 3. Общая масса | 47,9 | 40,2 | 50,9 | 46,3 | 50,0 | 43,1 | 51,2 | 48,1 |

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. С этой целью был проведен химический анализ состава растений хмеля (табл. 3). Полученные данные показали, что процентное содержание в растениях элементов питания зависит от вида продукции (шишки, листья или стебли), почвенных и погодных условий.

Содержание азота в растениях хмеля составляет в среднем 2,79–3,15 %; P_2O_5 – 0,90–0,99 % и K_2O – 2,94–3,02 %. Азот преимущественно накапливается в листьях (3,53–4,00 %), P_2O_5 (1,26–1,24 %) и K_2O (3,51–3,74 %) в шишках. Химический состав растений хмеля выращенных на почве II характеризуется более низким процентным содержанием азота в шишках, листьях и стеблях, по сравнению с растениями, полученными на почве I. Напротив, более высокое содержание P_2O_5 и K_2O во всех частях растений хмеля, кроме стеблей, отмечается на почве II. Это объясняется тем, что оптимальный уровень азотно-фосфорно-калийного питания на почве II ($N_{180}P_{160}K_{240}$) по сравнению с почвой I ($N_{180}P_{120}K_{160}$) связан с изменением соотношения N:P:K в сторону увеличения доли фосфора и калия.

Определенное влияние на содержание данных элементов в растениях оказали погодные условия. Менее благоприятные условия для развития растений отмечались в 2006 году, когда вследствие избытка осадков в период формирования шишек наблюдалось сильное развитие псевдопероноспороза, что способствовало формированию невысокого урожая шишек по сравнению с 2005 и 2007 годами. При формировании растений в неблагоприятных погодных условиях отмечалось снижение содержания азота в шишках, стеблях и листьях. Содержание P_2O_5 и K_2O снижалось в шишках, но возрастало в листьях и стеблях.

В результате исследований установлено содержание элементов питания в различных частях растений. Процентное содержание азота в листьях и шишках в среднем в 2,5 раза выше, чем в стеблях, содержание P_2O_5 в шишках в среднем в 2 раза выше, чем в листьях и стеблях, содержание K_2O наиболее высокое в шишках – в среднем в 1,5 выше, чем в листьях и стеблях.

Таблица 3 – Содержание элементов минерального питания в растениях хмеля (% в сухом веществе) и их вынос (г/растение)

| Органы растений | По чва | Год | Содержание в растениях элементов и их вынос | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|------|---|--------|-------------------------------|--------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | N | | P ₂ O ₅ | | K ₂ O | | B | | Cu | | Zn | |
| | | | % | г/раст | % | г/раст | % | г/раст | % | г/раст | % | г/раст | % | г/раст |
| Шишки | I | 2005 | 3,52 | 28,4 | 1,40 | 11,3 | 3,59 | 28,9 | 0,0022 | 0,018 | 0,0115 | 0,093 | 0,0037 | 0,030 |
| | | 2006 | 3,22 | 20,3 | 1,26 | 7,9 | 3,51 | 22,1 | 0,0016 | 0,011 | 0,0108 | 0,068 | 0,0032 | 0,020 |
| | | 2007 | 3,55 | 30,7 | 1,47 | 12,7 | 3,68 | 31,8 | 0,0024 | 0,021 | 0,0117 | 0,101 | 0,0039 | 0,034 |
| | II | 2005 | 3,30 | 28,7 | 1,44 | 12,5 | 3,70 | 32,2 | 0,0019 | 0,017 | 0,0111 | 0,097 | 0,0040 | 0,035 |
| | | 2006 | 3,18 | 22,2 | 1,35 | 9,4 | 3,59 | 25,1 | 0,0014 | 0,010 | 0,0104 | 0,073 | 0,0035 | 0,024 |
| | | 2007 | 3,34 | 29,8 | 1,54 | 13,7 | 3,74 | 33,3 | 0,0020 | 0,017 | 0,0115 | 0,102 | 0,0043 | 0,038 |
| Листья | I | 2005 | 3,91 | 29,4 | 0,76 | 5,7 | 2,76 | 20,8 | 0,0074 | 0,059 | 0,0401 | 0,302 | 0,0057 | 0,043 |
| | | 2006 | 3,64 | 24,4 | 0,78 | 5,2 | 2,79 | 18,7 | 0,0057 | 0,038 | 0,0353 | 0,237 | 0,0045 | 0,030 |
| | | 2007 | 4,00 | 31,7 | 0,73 | 5,8 | 2,73 | 21,6 | 0,0080 | 0,063 | 0,0416 | 0,329 | 0,0056 | 0,044 |
| | II | 2005 | 3,73 | 28,4 | 0,78 | 5,9 | 2,84 | 21,6 | 0,0067 | 0,051 | 0,0384 | 0,292 | 0,0052 | 0,040 |
| | | 2006 | 3,53 | 24,8 | 0,82 | 5,8 | 2,90 | 20,4 | 0,0045 | 0,032 | 0,0329 | 0,231 | 0,0041 | 0,029 |
| | | 2007 | 3,81 | 29,7 | 0,78 | 6,1 | 2,83 | 22,0 | 0,0074 | 0,058 | 0,0397 | 0,309 | 0,0051 | 0,040 |
| Стебли | I | 2005 | 1,49 | 8,9 | 0,57 | 3,4 | 2,38 | 14,3 | 0,0011 | 0,007 | 0,0045 | 0,027 | 0,0032 | 0,019 |
| | | 2006 | 1,42 | 7,2 | 0,60 | 3,1 | 2,42 | 12,3 | 0,0008 | 0,004 | 0,0035 | 0,018 | 0,0026 | 0,013 |
| | | 2007 | 1,53 | 9,7 | 0,53 | 3,3 | 2,36 | 15,0 | 0,0012 | 0,008 | 0,0048 | 0,030 | 0,0031 | 0,019 |
| | II | 2005 | 1,39 | 8,6 | 0,50 | 3,1 | 2,28 | 14,1 | 0,0009 | 0,005 | 0,0038 | 0,024 | 0,0030 | 0,019 |
| | | 2006 | 1,31 | 7,1 | 0,55 | 3,0 | 2,36 | 12,7 | 0,0008 | 0,004 | 0,0030 | 0,016 | 0,0024 | 0,013 |
| | | 2007 | 1,41 | 8,9 | 0,49 | 3,1 | 2,26 | 14,3 | 0,0009 | 0,006 | 0,0041 | 0,026 | 0,0030 | 0,020 |
| Всего* | I | 2005 | 3,09 | 66,7 | 0,95 | 20,4 | 2,97 | 64,0 | 0,0039 | 0,084 | 0,0195 | 0,421 | 0,0043 | 0,092 |
| | | 2006 | 2,87 | 51,9 | 0,90 | 16,2 | 2,94 | 53,1 | 0,0029 | 0,052 | 0,0179 | 0,323 | 0,0034 | 0,063 |
| | | 2007 | 3,15 | 72,1 | 0,95 | 21,8 | 2,99 | 68,4 | 0,0040 | 0,092 | 0,0201 | 0,461 | 0,0043 | 0,097 |
| Всего* | II | 2005 | 2,92 | 65,7 | 0,96 | 21,5 | 3,02 | 67,9 | 0,0032 | 0,073 | 0,0183 | 0,412 | 0,0042 | 0,094 |
| | | 2006 | 2,79 | 54,1 | 0,94 | 18,2 | 3,00 | 58,2 | 0,0024 | 0,046 | 0,0143 | 0,278 | 0,0034 | 0,066 |
| | | 2007 | 2,97 | 68,4 | 0,99 | 22,9 | 3,02 | 69,6 | 0,0035 | 0,081 | 0,0190 | 0,438 | 0,0043 | 0,098 |

Примечание: в графе «Всего*» в первой колонке (%) – средневзвешенное содержание элемента во всей надземной массе растения, во второй колонке (г/раст.) – общий вынос соответствующего элемента всей надземной массой.

В растительных образцах также определяли содержание микроэлементов (бора, меди, цинка). Процентное содержание бора в растениях составило в среднем 0,0024–0,0040 %; меди 0,0143–0,0201 % и цинка 0,0034–0,0043 %. Микроэлементы преимущественно накапливаются в листьях: бор (0,0045–0,0080 %), медь (0,0329–0,0416 %) и цинк (0,0032–0,0057 %).

Почвенные условия так же оказали влияние на содержание микроэлементов в растениях. Во всех органах растений хмеля, выращенных на почве II, отмечается более низкое содержание бора и меди по сравнению с почвой I. Возможно, это связано с более интенсивным ростом растений на почве II, когда корневая система не успевает обеспечить растения необходимым количеством микроэлементов, а также с более высокими дозами фосфорных и калийных удобрений.

Процентное содержание цинка в растениях на почве II снижается в листьях и стеблях, но возрастает в шишках с 0,0032–0,0039 % до 0,0035–0,0043 %. На содержание микроэлементов в растениях повлияли погодные условия. В неблагоприятном по погодным условиям 2006 году содержание изучаемых микроэлементов в растениях снижалось (на почвах I и II).

Данные содержания элементов питания в растениях хмеля послужили основой для расчета их выноса с единицы площади (табл. 4).

Таблица 4 – Общий вынос элементов минерального питания, кг, г/га

| Органы растений | Почва | Год | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | B | Cu | Zn |
|-----------------|-------|---------|--------------|-------------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | кг/га | г/га | г/га | г/га | г/га | г/га |
| Шишки | I | 2005 | 63,1 | 25,1 | 64,2 | 40,0 | 206,6 | 66,7 |
| | | 2006 | 45,1 | 17,6 | 49,1 | 22,4 | 151,1 | 44,4 |
| | | 2007 | 68,2 | 28,2 | 70,7 | 46,7 | 224,4 | 75,6 |
| | | среднее | 58,8 | 23,6 | 61,3 | 36,4 | 194,0 | 62,2 |
| | II | 2005 | 63,8 | 27,8 | 71,5 | 37,8 | 215,5 | 77,8 |
| | | 2006 | 49,3 | 20,9 | 55,8 | 22,2 | 162,2 | 53,3 |
| | | 2007 | 66,2 | 30,4 | 74,0 | 37,8 | 226,6 | 82,2 |
| | | среднее | 59,8 | 26,4 | 67,1 | 32,6 | 201,4 | 71,1 |
| Листья | I | 2005 | 65,3 | 12,7 | 46,2 | 131,1 | 671,0 | 95,6 |
| | | 2006 | 54,2 | 11,6 | 41,6 | 84,4 | 526,6 | 66,7 |
| | | 2007 | 70,4 | 12,9 | 48,0 | 140,0 | 731,0 | 97,8 |
| | | среднее | 63,3 | 12,4 | 45,3 | 118,5 | 642,9 | 86,7 |
| | II | 2005 | 63,1 | 13,1 | 48,0 | 113,3 | 648,8 | 88,9 |
| | | 2006 | 55,1 | 12,9 | 45,3 | 71,1 | 513,3 | 64,4 |
| | | 2007 | 66,0 | 13,6 | 48,9 | 128,9 | 686,6 | 88,9 |
| | | среднее | 61,4 | 13,2 | 47,4 | 104,4 | 616,2 | 80,7 |
| Стебли | I | 2005 | 19,8 | 7,6 | 31,8 | 15,5 | 60,0 | 42,2 |
| | | 2006 | 16,0 | 6,9 | 27,3 | 8,9 | 40,0 | 28,9 |
| | | 2007 | 21,6 | 7,3 | 33,3 | 17,8 | 66,7 | 44,4 |
| | | среднее | 19,1 | 7,3 | 30,8 | 14,1 | 55,6 | 38,5 |
| | II | 2005 | 19,1 | 6,9 | 31,3 | 11,1 | 53,3 | 42,2 |
| | | 2006 | 15,8 | 6,7 | 28,2 | 8,9 | 35,6 | 28,9 |
| | | 2007 | 19,8 | 6,9 | 31,8 | 13,3 | 57,8 | 44,4 |
| | | среднее | 18,2 | 6,8 | 30,5 | 11,1 | 48,9 | 38,5 |
| Общий вынос | I | 2005 | 148,2 | 45,3 | 142,2 | 186,7 | 935,5 | 204,4 |
| | | 2006 | 115,3 | 36,0 | 118,0 | 115,5 | 717,7 | 140,0 |
| | | 2007 | 160,2 | 48,4 | 152,0 | 204,4 | 1024,3 | 217,8 |
| | | среднее | 141,2 | 43,3 | 137,4 | 169,0 | 892,5 | 187,4 |
| | II | 2005 | 146,0 | 47,8 | 150,9 | 162,2 | 917,6 | 208,9 |

| | | | | | | | |
|--|---------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 2006 | 120,2 | 40,4 | 129,3 | 102,2 | 711,1 | 146,6 |
| | 2007 | 152,0 | 50,9 | 154,7 | 180,0 | 971,0 | 217,8 |
| | среднее | 139,4 | 46,4 | 145,0 | 148,1 | 866,6 | 190,3 |

Проведенные исследования позволили определить абсолютные показатели выноса элементов питания на единицу площади в целом и отдельными частями растений при среднем урожае шишек 17,0-18,2 ц/га. В среднем растения хмеля потребляли из почвы 139,4-141,2 кг/га азота, 43,3-46,4 кг/га P₂O₅, 137,4-145,0 кг/га K₂O, 148,1-169,0 г/га бора, 866,6-892,5 г/га меди, 187,4-190,3 г/га цинка.

На почве II (ФХ «Магнум-Хмель» Пружанского района), характеризующейся более низким содержанием гумуса и подвижных форм P₂O₅ и K₂O отмечается более низкий вынос азота, бора и меди на единицу площади, но более высокий – P₂O₅, K₂O и цинка. По-видимому, более высокое содержание в растениях P₂O₅ и K₂O на почве II связано с более высокими дозами внесения фосфорных и калийных удобрений (N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀).

Анализ данных по выносу элементов питания с единицы площади показал, что основная доля азота (86,5-86,9 %), фосфора (83,1-85,3 %) и калия (77,6-79,0 %) выносится с листьями и шишками. Аналогично, основная доля бора (91,6-92,5 %), меди (93,8-94,3 %) и цинка (79,5-79,8 %) – также этими органами. В листовой массе содержится 44,0-44,8 % азота, 28,4-28,6 % P₂O₅, 33,0-32,7 % K₂O, 70,1-70,5 % бора, 71,1-72,0 % меди и 42,4-46,3 % цинка, а в шишках соответственно 41,7-42,9 % азота, 54,5-56,9 % P₂O₅, 44,6-46,3 % K₂O, 21,5-22,0 % бора, 21,8-23,2 % меди и 33,2-37,4 % цинка (табл. 5).

Таблица 5 – Вынос элементов минерального питания вегетативными и репродуктивными органами хмеля, (2005-2007 гг.), %

| Органы растений | Почва | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | B | Cu | Zn |
|-----------------|-------|--------------|-------------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|
| Шишки | I | 41,7 | 54,5 | 44,6 | 21,5 | 21,8 | 33,2 |
| | II | 42,9 | 56,9 | 46,3 | 22,0 | 23,2 | 37,4 |
| Листья | I | 44,8 | 28,6 | 33,0 | 70,1 | 72,0 | 46,3 |
| | II | 44,0 | 28,4 | 32,7 | 70,5 | 71,1 | 42,4 |
| Стебли | I | 13,5 | 16,9 | 22,4 | 8,4 | 6,2 | 20,5 |
| | II | 13,1 | 14,7 | 21,0 | 7,5 | 5,7 | 20,2 |
| Общий вынос | I | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| | II | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Таким образом, основная часть фосфора и калия выносится шишками, большая часть бора, меди и цинка – листьями. Азот сосредоточен приблизительно поровну в листьях и шишках с небольшим преобладанием в листовой массе. Для стеблей, занимающих около 28 % органической массы растений, характерен низкий вынос бора (7,5-8,4 %) и меди (5,7-6,2 %), но более высокий – K₂O (21,0-22,4 %) и цинка (20,2-20,5 %). Самая низкая доля выноса бора, меди и цинка – стеблями.

Эффективное применение удобрений предполагает установление доз их внесения с учетом выноса соответствующих элементов питания основной и побочной продукцией в расчете на 1,0 т основной продукции (шишек) с учетом побочной (табл.6).

Таблица 6 – Удельный вынос элементов минерального питания, кг на 1,0 т основной и соответствующим количеством побочной продукции

| Почва | Год | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | B | Cu | Zn |
|-------|------|------|-------------------------------|------------------|-------|-------|-------|
| | | кг/т | г/т | | | | |
| I | 2005 | 82,8 | 25,3 | 79,4 | 104,3 | 522,6 | 114,2 |
| | 2006 | 82,4 | 25,7 | 82,3 | 82,5 | 512,6 | 100,0 |

| | | | | | | | |
|----|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| | 2007 | 83,4 | 25,2 | 79,2 | 106,5 | 533,5 | 113,4 |
| | среднее | 82,9 | 25,4 | 80,3 | 97,8 | 522,9 | 109,2 |
| II | 2005 | 75,7 | 24,8 | 78,2 | 84,0 | 475,4 | 108,2 |
| | 2006 | 77,6 | 26,1 | 83,4 | 65,9 | 458,8 | 94,6 |
| | 2007 | 76,7 | 25,9 | 78,1 | 90,9 | 490,4 | 110,0 |
| | среднее | 76,7 | 25,6 | 79,9 | 80,3 | 474,9 | 104,3 |
| | | | | | | | |

Анализ данных таблицы 6 показал, что с 1,0 т основной продукции (шишки) при соответствующем количестве побочной (листья и стебли) выносится в среднем 76,7-82,9 кг азота, 25,4-25,6 кг Р₂O₅, 79,9-80,3 кг К₂O, 80,3-97,8 г бора, 474,9-522,9 г меди и 104,3-109,2 г цинка.

Вынос азота и микроэлементов на единицу основной продукции на почве I более высокий, чем на почве II. Скорее всего, это связано с плодородием почвы, которое несколько выше у почвы I, где содержание гумуса и подвижных форм микроэлементов более высокое. Увеличение общего выноса азота продукцией на почве I обусловлено увеличением его выноса листовой массой, которая на этой почве формируется более мощная и с более высоким процентом содержания азота.

Таблица 7 – Содержание микроэлементов в органах растений хмеля, мг/кг

| Органы растений | Почва | Год | B | Cu | Zn |
|------------------------------|-------|---------|-------|-------|------|
| | | | МГ/КГ | | |
| Шишки | I | 2005 | 22,3 | 115,4 | 37,2 |
| | | 2006 | 17,5 | 107,9 | 31,7 |
| | | 2007 | 24,3 | 116,9 | 39,4 |
| | | среднее | 21,4 | 113,4 | 36,1 |
| | II | 2005 | 19,6 | 111,6 | 40,3 |
| | | 2006 | 14,3 | 104,6 | 34,4 |
| | | 2007 | 19,1 | 114,5 | 42,6 |
| | | среднее | 17,7 | 110,2 | 39,1 |
| Листья | I | 2005 | 78,5 | 401,6 | 57,2 |
| | | 2006 | 56,6 | 353,2 | 44,7 |
| | | 2007 | 79,5 | 415,4 | 55,6 |
| | | среднее | 71,5 | 390,1 | 52,5 |
| | II | 2005 | 67,0 | 383,7 | 52,6 |
| | | 2006 | 45,6 | 329,1 | 41,3 |
| | | 2007 | 74,5 | 396,7 | 51,3 |
| | | среднее | 62,4 | 369,8 | 48,4 |
| Стебли | I | 2005 | 11,7 | 45,1 | 31,7 |
| | | 2006 | 7,9 | 35,4 | 25,6 |
| | | 2007 | 12,6 | 47,3 | 30,0 |
| | | среднее | 10,7 | 42,6 | 29,2 |
| | II | 2005 | 8,1 | 38,7 | 31,6 |
| | | 2006 | 7,4 | 29,7 | 24,2 |
| | | 2007 | 9,4 | 41,1 | 31,6 |
| | | среднее | 8,3 | 36,5 | 29,1 |
| Средне-взвешенное содержание | I | 2005 | 38,9 | 195,2 | 42,7 |
| | | 2006 | 28,8 | 178,6 | 34,8 |
| | | 2007 | 40,2 | 201,3 | 42,4 |
| | | среднее | 40,0 | 191,7 | 40,0 |
| | II | 2005 | 32,4 | 183,1 | 41,8 |

| | | | | |
|--|---------|------|-------|------|
| | 2006 | 23,7 | 143,4 | 34,1 |
| | 2007 | 35,2 | 190,2 | 42,6 |
| | среднее | 30,4 | 172,2 | 39,5 |

Вынос фосфора и калия на единицу основной продукции практически одинаковый на почвах I и II, хотя на почве II дозы внесения фосфора и калия значительно выше ($N_{180}P_{160}K_{240}$), чем на почве I ($N_{180}P_{120}K_{160}$).

Были рассчитаны показатели содержания микроэлементов (бора, меди и цинка) на весовую единицу в различных частях растений хмеля (табл. 7). Установлено, что в среднем в растениях хмеля содержится: бора – 30,4-40,0 мг/кг сухого вещества; меди – 172,2-191,7 мг/кг и цинка – 39,5-40,0 мг/кг. Наиболее высокое содержание данных микроэлементов на единицу сухой массы отмечено в листьях: бора – 62,4-71,5 мг/кг, меди – 369,8-390,1 мг/кг и цинка – 48,4-52,5 мг/кг. Наиболее низкое их содержание сосредоточено в стеблях: бора 8,3-10,7 мг/кг, меди – 36,5-42,6 мг/кг и цинка – 29,1-29,2 мг/кг.

Следует отметить, что содержание микроэлементов во всех органах растений на почве II ниже по сравнению с почвой I. Как отмечалось выше, это связано с особенностями плодородия почв и более низким содержанием микроэлементов на почве II. Однако эта закономерность не распространяется на накопление в шишках хмеля цинка, содержание которого наоборот возрастает на почве II. В данном случае отмечается прямая зависимость урожайности шишек и их качества с накоплением в них цинка.

На почве II, где вносили более высокие дозы фосфора и калия ($N_{180}P_{160}K_{240}$) по сравнению с почвой I ($N_{180}P_{120}K_{160}$), повлекло за собой более интенсивное поглощение корневой системой цинка с последующим перераспределением его в шишках. В пользу этого говорит тот факт, что содержание цинка в стеблях на обеих почвах находится практически на одном уровне (табл. 7).

С ростом урожайности шишек хмеля отмечается увеличение содержания в них P_2O_5 , K_2O и цинка на единицу сухого вещества, хотя общее содержание этих элементов в растении может снижаться или оставаться на том же уровне.

Таким образом, вынос элементов питания в значительной мере зависит и меняется от агрохимических свойств почвы, погодных условий, органов растений и других факторов. Данные по выносу элементов минерального питания позволяют более эффективно применять удобрения при возделывании хмеля в конкретных почвенно-климатических условиях западной Беларуси.

Заключение

1. Урожайность хмеля сорта Hallertauer Magnum в почвенно-климатических условиях западной части Беларуси в среднем находится на уровне 46,4-48,1 ц/га сухой надземной массы, включающей листья, стебли и шишкы. К периоду технической спелости на долю шишек приходится 36,8-37,9 % общей сухой надземной массы растений (17,0-18,2 ц/га).

2. Установлено содержание элементов питания в различных органах растений хмеля. Процентное содержание азота в листьях и шишках (3,18-4,00) в среднем в 2,5 раза выше, чем в стеблях (1,31-1,53), содержание P_2O_5 (1,26-1,54) и K_2O (3,51-3,74) в шишках в среднем в 2 и 1,5 раза выше (соответственно 0,50-0,82 и 2,26 и 2,90 %), чем в листьях и стеблях.

3. Определены показатели выноса элементов питания на единицу площади в целом и отдельными частями растений при среднем урожае шишек 17,0-18,2 ц/га. В среднем растения хмеля потребляли из почвы 139,4-141,2 кг/га азота, 43,3-46,4 кг/га P_2O_5 , 137,4-145,0 кг/га K_2O , 148,1-169,0 г/га бора, 866,6-892,5 г/га меди, 187,4-190,3 г/га цинка.

4. Установлено, что на 1,0 т основной продукции (шишки) с соответствующим количеством побочной (стебли, листья) хмель выносил 76,7-82,9 кг азота, 25,4-25,6 кг P_2O_5 , 79,9-81,0 кг калия, 80,3-97,8 г бора, 475,0-523,2 г меди и 103,9-109,2 г цинка.

5. Определено относительное содержание элементов питания в отдельных органах растений. Основная доля азота, содержащегося в растениях, находится в листьях (44,0-44,8 %) и шишках (41,7-42,9 %), P_2O_5 , – в шишках (54,5-56,9 %), K_2O – в шишках (44,6-46,3 %) и листьях (33,0-32,7 %), бора (70,1-70,5 %) и меди (71,1-72,0 %) – в листьях, цинка – в листьях (42,4-46,3 %) и шишках (33,2-37,4 %).

6. Рассчитано содержание микроэлементов в 1 кг сухого вещества растений и отдельных их органах. Установлено, что в среднем в растениях хмеля содержится: бора – 30,4-40,0 мг/кг сухого вещества; меди – 172,2-191,7 мг/кг и цинка – 39,5-40,0 мг/кг. Наиболее высокое содержание данных микроэлементов на единицу сухой массы отмечено в листьях: бора – 62,4-71,5 мг/кг, меди – 369,8-390,1 мг/кг и цинка – 48,4-52,5 мг/кг. Самое низкое их содержание получено в стеблях: – бора 8,3-10,7 мг/кг, меди – 36,5-42,6 мг/кг и цинка – 29,1-29,2 мг/кг.

Резюме

В исследованиях, проведенных в хозяйствах Гродненской и Брестской областей на дерново-подзолистых супесчаных почвах, подстилаемых моренным суглинком с различной обеспеченностью элементами минерального питания определена структура урожая хмеля (сорт Hallertauer Magnum) и рассчитан вынос макро- и микроэлементов на различных уровнях азотно-фосфорно-калийного питания. Установлено, что хмель формирует 46,3-48,1 ц/га сухой надземной массы органического вещества. Доля шишек в структуре урожая составляла 36,8-37,9 %, листовой массы – 34,5-35,4 %, стеблей – 27,6-27,8 %. В среднем растения хмеля потребляли из почвы 139,4-141,2 кг/га азота, 43,3-46,4 кг/га P_2O_5 , 137,4-145,0 кг/га K_2O , 148,1-169,0 г/га бора, 866,6-892,5 г/га меди, 187,4-190,3 г/га цинка. В расчете на 1,0 т основной продукции (шишки) с соответствующим количеством побочной (стебли, листья) хмель выносил 76,7-82,9 кг азота, 25,4-25,6 кг P_2O_5 , 79,9-81,0 кг калия, 80,3-97,8 г бора, 475,0-523,2 г меди и 103,9-109,2 г цинка. Определено относительное содержание элементов питания в отдельных частях растений. Рассчитано средневзвешенное содержание микроэлементов в 1 кг сухого вещества растений и отдельных его частях.

Structure of hop yield and carrying out of mineral nutrition elements

G.M. Milosta, A.A. Regilevich

Summary

In the researches which were carried out on farms of Grodno region and Brest region on sod-podzol sabulous soils spread with drift clay with different coverage devices of mineral nutrition structure of hop was determined. Carry-over of major mineral elements and microelements on different stages of nitrogenous phosphatic and potassium nutrition was calculated. It is optimal for each soils (sort Hallertauer Magnum). Was established that hop plant makes 46,4-48,1 centner/hectares of dry over ground mass of organic matter. Part of cones in yield structure 36,8-37,9 %, leaf mass - 34,5-35,4 % and stems - 27,6-27,8 % formed. On average hop plant used from soil 139,4-141,2 kg/hectare of nitrogen, 43,3-46,4 kg/hectare P_2O_5 , 137,4-145,0 kg/hectare K_2O , 148,1-169,0 gram/hectares of boron, 866,6-892,5 gram/hectares of copper and 187,4-190,3 gram/hectares of zinc. Hop plant counting upon 10 centner of air-dried mass of cones with suitable amount of collateral yield 76,7-82,9 kg of nitrogen, 25,4-25,6 kg P_2O_5 , 79,9-81,0 kg of potassium, 80,3-97,8 gram of boron, 475,0-523,2 g of copper and 103,9-109,2 gram of zinc consumed. Abundance of nutrition elements in separate parts of plant was determined. Content of microelements in 1 kg of dry matter of the plant and its separate parts was calculated.

Литература

- Годованый, А. А. Интенсификация хмелеводства и программирование урожая / А. А. Годованый. – Киев: Урожай, 1990. – 88 с.

2. Ляшенко, Н. И. Физиология и биохимия хмеля / Н. И. Ляшенко, Н. Г. Михайлов, Р. И. Рудык. – Житомир: Полисся, 2004. – 408 с.
3. Милоста, Г. М. Влияние минеральных удобрений на продуктивность хмеля / Г. М. Милоста, В. В. Лапа // Почвоведение и агрохимия. – 2006. – № 2 (37) С. 117-128.
4. 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. – 15 с.
5. Dwornikiewicz, J. Plon glowny i uboczny oraz zawartosc skladnikow pokarmowych w roslinach chmielu / J. Dwornikiewicz // Pulawy. – 2006. – P. 75–83.
6. Dwornikiewicz, J. Pobranie skladnikow pokarmowych przez chmiel / J. Dwornikiewicz // Pulawy. – 2006. – P. 83–91.
7. Migdal, J. Nawozenie chmielu. Poradnik plantatora chmielu / J. Migdal // Pulawy: IUNG – 1996. – P. 133–160.
8. World fertilizer use manual. Hops (*Humulus lupulus L.*) [Electronic resource] / G. Rossbauer <http://www.fertilizer.org/ifa/publicat/html/pubman/> hops.htm. 20.03.2007.