

УДК 633.791:631.5

ВЛИЯНИЕ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ХМЕЛЯ СОРТА HALLERTAUER MAGNUM

Г.М. Милоста

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

(Поступила в редакцию 30.05.2012 г.)

Аннотация. Для получения максимальной урожайности шишек хмеля сорта Hallertauer Magnum (19,9 ц/га), наибольшего содержания в них α -кислот (11,8%) и максимального сбора α -кислот с единицы площади (2,36 ц/га) на дерново-подзолистых рыхлосупесчаных почвах Западного региона Республики Беларусь рекомендуется внесение $N_{180}P_{160}K_{240}$ на фоне 30 т/га органических удобрений.

Summary. For the receiving of maximal productivity of hop cones of the sort Hallertauer Magnum (19.9 centner/ha), maximal maintenance of α -acids in them (11.8%) and collection of α -acids from the unit of area (2.36 centner/ha) on sod-podzolic loosely sandy-loam soils of the western region of Republic of Belarus it is recommended to bring $N_{180}P_{160}K_{240}$ on a background of 30 tons/ha of organic fertilizers.

Введение. Хмель обыкновенный (*Humulus lupulus* L.) – незаменимая сельскохозяйственная культура для производства пива, где используются женские соплодия – «шишки», которые придают пиву характерный привкус хмелевой горечи. Сегодня хмель – единственный источник хмелевых горьких веществ в природе, придающих пиву пенистость, биологическую стойкость и особый горький вкус. Горькие вещества – наиболее полезные и характерные составные части хмеля, которые в подобной форме не встречаются у других растений [1, 2, 3].

Хмель относится к культурам, требующим высоких доз минеральных удобрений. Особую роль в повышении продуктивности хмеля играет оптимизация внесения макроэлементов и, в частности, фосфорных удобрений [4]. Эти вопросы изучены недостаточно в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь.

Цель работы: установить зависимость урожайности и качества шишек хмеля от доз фосфорных удобрений на дерново-подзолистых рыхлосупесчаных почвах западного региона Республики Беларусь для сорта хмеля Hallertauer Magnum.

Материал и методика исследований. Полевые опыты проводились в 2009-2010 гг. в СП «Бизон» Малоритского района Брестской области на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве, разбивающейся на водно-ледниковой супеси, подстилаемой с глубины 60 см средним моренным суглинком. Почва имеет следующие агрохимические показатели: pH_{KCl} – 6,2; содержание гумуса – 2,0%; P_2O_5 – 175 и K_2O – 190 мг/кг почвы. По содержанию подвижных форм бора (0,6 мг/кг почвы), меди (2,2 мг/кг почвы) и цинка (4,4 мг/кг почвы) почва относится к II группе по обеспеченности микроэлементами, содержащихся в почве опытного участка.

Схема проведения полевых исследований:

1. Фон (30 т/га орг. удобрений)
2. Фон + $N_{180}P_{120}K_{240}$
3. Фон + $N_{180}P_{140}K_{240}$
4. Фон + $N_{180}P_{160}K_{240}$
5. Фон + $N_{180}P_{180}K_{240}$
6. Фон + $N_{180}P_{200}K_{240}$

Фосфорные и калийные удобрения вносили ранней весной в начале вегетации хмеля после достижения почвой физической спелости. Азот вносили по 60 кг д.в./га в три срока: 1 – после заделки хмеля на поддержки, 2 – в начале образования боковых побегов и 3 – в начале цветения хмеля. Дозы фосфора составили – 120, 140, 160, 180, 200 кг/га по д. в., доза калия – 240 кг/га по д. в.

Растения высаживались по схеме 3,0х1,5 м. Возраст растений на хмельнике – 7-10 лет. Учетная площадь делянки составляла 180 м², повторность 4-кратная. В процессе роста и развития растений хмеля проводились фенологические наблюдения. На одной делянке размещали 40 учетных растений, расположенных в четыре ряда по 10 растений в каждом. По 4-8 растений того же сорта оставляли на конечных защитных полосах.

В процессе роста и развития хмеля проводили мероприятия по борьбе с болезнями, вредителями и сорняками. Учет урожая проводил-

ся сплошным методом, поделаночно. Уборка шишек проводилась вручную с последующим высушиванием при температуре 60-70 °С в течение 6-7 часов. Определение содержания α-кислот в шишках хмеля проводилась кондуктометрическим методом.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследования, проведенные в 2009-2010 гг. на хмельнике опытного участка СП «Бизон» Малоритского района Брестской области, показали существенную зависимость урожайности и качества хмеля сорта Hallertauer Magnum от доз фосфорных удобрений, вносимых под хмель.

Результаты исследований показали, что внесение минеральных удобрений на фоне органических существенно повышало продуктивность хмеля сорта Hallertauer Magnum, однако основной задачей наших исследований являлась конкретизация доз фосфора (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние фосфорных удобрений на урожайность и массу 100 шишек хмеля

№ п/п	Вариант	Урожайность шишек, ц/га			Масса 100 шишек, г		
		2009 г.	2010 г.	средн.	2009 г.	2010 г.	средн.
1.	Фон – 30 т/га орг. уд.	11,2	11,8	11,5	8,7	9,2	9,0
2.	Фон + N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	17,9	19,0	18,5	13,8	14,2	14,0
3.	Фон + N ₁₈₀ P ₁₄₀ K ₂₄₀	18,5	19,5	19,0	14,4	15,1	14,8
4.	Фон + N ₁₈₀ P ₁₆₀ K ₂₄₀	19,6	20,2	19,9	15,2	15,7	15,5
5.	Фон + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₂₄₀	19,8	20,3	20,1	15,4	15,8	15,6
6.	Фон + N ₁₈₀ P ₂₀₀ K ₂₄₀	20,0	20,6	20,3	15,5	16,0	15,8
	НСР ₀₅	0,9	1,0		0,6	0,7	

При внесении органических удобрений (30 т/га) урожайность шишек составила в среднем 11,5 ц/га (соответственно по годам исследований 11,2 и 11,8 ц/га). Следует отметить, что в 2010 году урожайность шишек была более высокой по сравнению с предыдущим 2009 годом, что связано с более благоприятными погодными условиями и, в первую очередь, с лучшей влагообеспеченностью в периоды образования боковых побегов, цветения и формирования шишек. Внесение минеральных удобрений с минимальной дозой фосфорных удобрений на фоне 30 т/га органических – N₁₈₀P₁₂₀K₂₄₀ повысило урожайность шишек хмеля до 18,5 ц/га, что обеспечило прибавку к фону 7,0 ц/га, или 60,9% (2 вариант). При увеличении дозы фосфора до P₁₄₀ урожайность шишек с учетом показателей наименьшей существенной разницы осталась на том же уровне (3 вариант) – 19,0 ц/га. Дальнейшее увеличение дозы фосфора до 160 кг/га по д. в. существенно повысило урожайность шишек хмеля до 19,9 ц/га, что обеспечило прибавку к фону 8,4 ц/га, или 73,0% (вариант 4).

При увеличении доз фосфора до 180 кг/га и 200 кг/га получена максимальная урожайность шишек. Однако эти варианты (5 и 6) не име-

ли преимущества по урожайности шишек по сравнению с вариантом 4, так как разница между урожайностью шишек в этих вариантах не превышала значений наименьшей существенной разницы. Как видно из данных таблицы 1, урожайность осталась практически на одном уровне, как и при внесении 160 кг/га с учетом показателей НСР₀₅. Внесение фосфора в диапазоне доз P₁₆₀₋₂₀₀ равноценно по влиянию на урожайность шишек. Поэтому оптимальной следует считать дозу фосфора – 160 кг/га. Более высокие дозы не имели преимущества по влиянию на урожайность шишек.

Таким образом, максимальная урожайность шишек хмеля (19,9 ц/га) получена при внесении 160 кг/га по д. в. фосфора на фоне 30 т/га органических удобрений и N₁₈₀K₁₆₀. При дальнейшем увеличении доз фосфорных удобрений до 200 кг/га (N₁₈₀P₂₀₀K₁₆₀) хотя и наблюдалась тенденция к росту урожайности шишек хмеля до 20,3 ц/га, однако прибавка урожайности была статистически недостоверной.

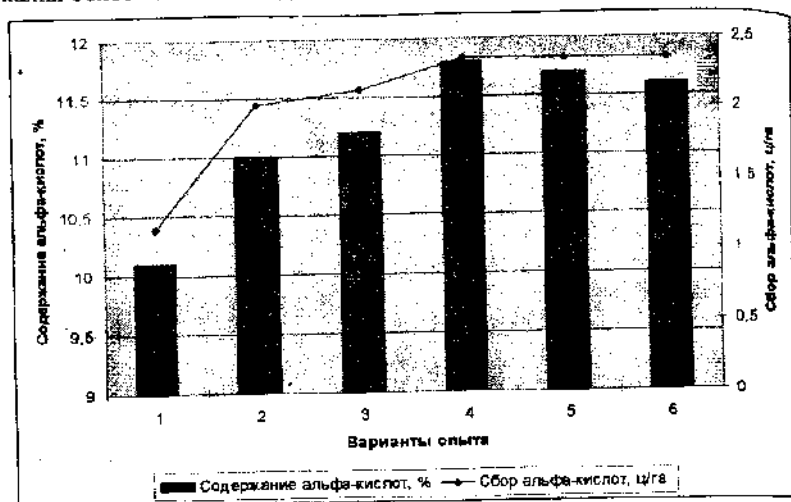
В процессе исследований определялась масса 100 шишек. Растения с крупными шишками более пригодны к механизированной уборке и при этом характеризуются меньшими потерями. Из данных таблицы 1 видно, что в контрольном варианте 1 на фоне 30 т/га органических удобрений масса 100 шишек составила в среднем 9,0 г. Внесение на этом фоне азотно-фосфорно-калийных удобрений существенно повысило массу 100 шишек. Однако основной задачей исследований являлось установление влияния различных доз фосфорных удобрений на этот показатель. При увеличении доз фосфора до 160 кг/га по д. в. масса 100 шишек возросла до 15,5 г. Дальнейшее увеличение доз фосфора до 180-200 кг/га (варианты 5 и 6) не имело преимущества перед вариантом 4 с учетом показателей наименьшей существенной разницы.

Таким образом, для получения шишек хмеля с наиболее высокими показателями массы 100 штук (15,5 г) рекомендуется внесение N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀ на фоне 30 т/га органических удобрений.

Одним из важнейших показателей качества шишек хмеля является содержание в них α-кислот. Установлено, что на фоне 30 т/га органических удобрений содержание α-кислот в шишках хмеля составило в среднем за два года 10,1%. Внесение минеральных удобрений на фоне 30 т/га органических повысило содержание α-кислот в шишках хмеля до 11,0%, что обеспечило существенную прибавку к фону (рис. 1).

Максимальное содержание α-кислот в шишках хмеля (11,8%) получено в варианте 4 с внесением N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀ на фоне 30 т/га органических удобрений. Увеличение доз фосфора до 180-200 кг/га не привело к существенному изменению этого показателя. С учетом показателей наименьшей существенной разницы содержание α-кислот в 4, 5 и 6

вариантах осталось на одном уровне. Следовательно, увеличение доз калия более 160 кг/га по д. в. нецелесообразно.



Варианты опыта: 1 – Фон – 30 т/га органических удобрений, 2 – Фон + N₁₈₀P₁₂₀K₂₄₀, 3 – Фон + N₁₈₀P₁₄₀K₂₄₀, 4 – Фон + N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀, 5 – Фон + N₁₈₀P₁₈₀K₂₄₀, 6 – Фон + N₁₈₀P₂₀₀K₂₄₀.

Рисунок 1 – Влияние фосфорных удобрений на содержание α-кислот в шишках и их сбор с единицы площади

Таким образом, для получения максимального содержания в шишках α-кислот (11,8%) рекомендуется внесение N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀ на фоне 30 т/га органических удобрений.

Важнейшим производственным показателем продуктивности хмеля является выход α-кислот с единицы площади. Для пивоваров при производстве пива важна не столько масса шишек, сколько количество α-кислот, содержащихся в шишках, по которым и определяют качество конечной продукции пива. Расчетные данные показали, что внесение минеральных удобрений заметно повышало сбор α-кислот с единицы площади. Анализ показателей сбора α-кислот с единицы площади для сорта Hallertauer Magnum показал, что в контрольном варианте 1 на фоне органических удобрений сбор α-кислот составил 1,16 ц/га. Однако максимальный их выход получен в варианте 4 (2,36 ц/га) – при внесении N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀ (рис. 1).

В соответствии с полученной урожайностью и содержанием α-кислот в шишках хмеля, максимальный выход их с одного гектара установлен в вариантах 4, 5 и 6 при внесении N₁₈₀P₁₆₀₋₂₀₀K₂₄₀ на фоне 30 т/га органических удобрений – соответственно 2,36; 2,35 и 2,35 ц/га.

Результаты исследований показали, что варианты 5 и 6 по урожайным данным и содержанию в шишках α-кислот не имеют преимуществ по сравнению с вариантом 4. Следовательно, оптимальным по сбору α-кислот с единицы площади следует считать вариант 4 (Фон + N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀). Таким образом, для получения максимальной урожайности шишек хмеля сорта Hallertauer Magnum (19,9 ц/га) и максимального сбора α-кислот с единицы площади (2,36 ц/га) рекомендуется внесение N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀ на фоне органических удобрений (вариант 4).

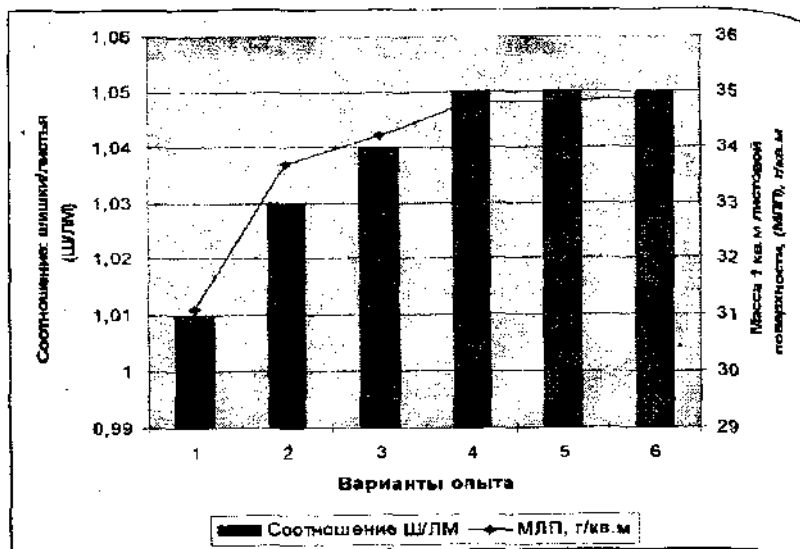
В ходе исследований проводился анализ структуры надземной массы. Определялись листовая масса и площадь листьев. Установлено, что в контрольном варианте 1 на фоне 30 т/га органических удобрений сбор листовой массы составил 11,4 ц/га, а площадь листьев – 55,5 тыс. м²/га (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние фосфорных удобрений на формирование листовой массы и площади листьев хмеля

№ п/п	Вариант	Листовая масса, ц/га			Площадь листьев, тыс. м ² /га		
		2009 г.	2010 г.	средн.	2009 г.	2010 г.	средн.
1.	Фон – 30 т/га орг. уд.	11,3	11,5	11,4	36,7	36,6	36,7
2.	Фон + N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₂₄₀	17,9	17,9	17,9	52,6	53,6	53,1
3.	Фон + N ₁₈₀ P ₁₄₀ K ₂₄₀	18,0	18,6	18,3	53,3	53,8	53,6
4.	Фон + N ₁₈₀ P ₁₆₀ K ₂₄₀	18,8	19,1	19,0	54,2	54,7	54,5
5.	Фон + N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₂₄₀	19,0	19,2	19,1	54,9	54,9	54,9
6.	Фон + N ₁₈₀ P ₂₀₀ K ₂₄₀	19,1	19,6	19,4	54,9	56,0	55,5

При внесении на фоне органических удобрений минеральных – N₁₈₀P₁₂₀K₂₄₀ листовая масса возросла до 17,9 ц/га с соответствующей площадью 53,1 тыс. м²/га. С увеличением доз фосфора до 160 кг/га листовая масса и площадь листьев заметно возрастали и составили соответственно 19,0 ц/га и 54,5 тыс. м²/га. При дальнейшем увеличении доз фосфора до P₁₈₀ эти показатели незначительно возрастали. Наиболее мощная листовая масса (19,4 ц/га) и максимальная площадь листьев (55,5 тыс. м²/га) получены при внесении N₁₈₀P₂₀₀K₂₄₀ на фоне 30 т/га органических удобрений.

В исследованиях определялось соотношение элементов структуры надземной массы хмеля. Это позволило рассчитать соотношение массы шишек к листовой массе (Ш/ЛМ), которое отражает направление физиологических процессов формирования биомассы в пользу генеративных органов (шишек) или вегетативных (листовой массы) (рис. 2). Если происходит увеличение показателя соотношения массы шишек к листовой массе, то это говорит о преимущественном накоплении органических веществ в шишках хмеля, что является положительным моментом, так как связано с ростом урожайности шишек.



Варианты опыта: 1 – Фон – 30 т/га органических удобрений, 2 – Фон + N₁₈₀P₁₂₀K₂₄₀, 3 – Фон + N₁₈₀P₁₄₀K₂₄₀, 4 – Фон + N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀, 5 – Фон + N₁₈₀P₁₈₀K₂₄₀, 6 – Фон + N₁₈₀P₂₀₀K₂₄₀.

Рисунок 2 – Влияние фосфорных удобрений на соотношение массы шишек к листовой массе (Ш/ЛМ) и на массу 1 м² листовой площади (МЛП)

Максимальные значения этого показателя (1,05) получены в вариантах 4, 5 и 6 с внесением максимальных доз фосфора. В этих вариантах масса шишек растет быстрее, чем листовая масса, что в итоге подтверждает увеличение данного соотношения шишек к листьям от 1,01 до 1,05. Снижение доз фосфора уменьшает данное соотношение в пользу листовой массы.

Таким образом, внесением фосфорных удобрений в дозах более 160 кг/га по д.в. мы направляем физиологические процессы в сторону увеличения весовой массы шишек и листьев, причем рост массы шишек идет опережающими темпами, что подтверждается увеличением соотношения Ш/ЛМ.

В наших исследованиях также рассчитывалась масса 1 м² листовой площади (МЛП). Установлено, что в контрольном варианте на фоне органических удобрений этот показатель был минимальным (31,1 г/м²). При внесении фосфорных удобрений проявилась тенденция к росту этого соотношения, максимальные значения которого (34,8-34,9 г/м²) были получены при внесении фосфорных удобрений в дозах

не менее 160 кг/га по д.в. Таким образом, имеется прямая связь основных показателей продуктивности хмеля (урожайность шишек, содержание и сбор α-кислот с единицы площади) и показателей структуры надземной массы (МЛП и Ш/ЛМ). Образование мощного листового аппарата (по массе листьев) способствовало формированию высокого и качественного урожая шишек.

Заключение. Для получения максимальной урожайности шишек хмеля сорта Hallertauer Magnum (19,9 ц/га), наибольшего содержания в них α-кислот (11,8%) и максимального сбора α-кислот с единицы площади (2,36 ц/га) на дерново-подзолистых рыхлосупесчаных почвах Западного региона Республики Беларусь рекомендуется внесение N₁₈₀P₁₆₀K₂₄₀ на фоне 30 т/га органических удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Либанский, Е. П. Хмелеводство: учеб. пособие / Е. П. Либанский. – 2-е изд. – Москва: Колос, 1993. – 286с.
2. Ляшенко, Н. И. Физиология и биохимия хмеля / Н. И. Ляшенко, Н. Г. Михайлов, Р. И. Рудык. – Житомир: Полісся, 2004. – 408 с.
3. Отраслевая Программа обеспечения устойчивого производства и развития рынка хмеля в Российской Федерации на 2003-2005 годы и на период до 2010 года (Программа «Хмель»). Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – НИИПТИХ. Минсельхоз Чувашии. 2002. – 15 с.
4. Migdal, J. Nawożenie chmielu. Poradnik plantatora chmielu / J. Migdal // Pulawy: IUNG – 1996. – P. 133–160.