

УДК 633.791:631.524.84(047.31)

ПРОДУКТИВНОСТЬ АРОМАТИЧЕСКИХ И ГОРЬКИХ СОРТОВ ХМЕЛЯ В БЕЛАРУСИ

Г. М. Милоста¹, А. Г. Тарасевич¹, Л. В. Проценко²

¹ – УО «Гродненский государственный аграрный университет»

Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,

г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by);

² – Институт сельского хозяйства Полесья НААН Украины

г. Житомир, Украина (Украина, 10007, г. Житомир, шоссе Киевское,

131; e-mail: isgpo_zt@ukr.net)

Ключевые слова: хмель, горькие и ароматические сорта, урожайность, α - и β -кислоты.

Аннотация. Почвенно-климатические условия Республики Беларусь благоприятны для роста и развития различных по скороспелости горьких и ароматических сортов хмеля из разных регионов мира. Из возделываемых горьких сортов по уровню урожайности шишек выделяются сорта Hallertauer Magnum Bel (11,6 ц/га), из группы ароматических Perle Bel (11,8 ц/га), а по содержанию в них альфа-кислот выделяются сорта Hallertauer Magnum Bel (11,8 %), Northern Brewer Bel (11,6 %). Следует отметить высокую потенциальную продуктивность сорта Perle, для которого характерно большое количество формирующихся шишек и максимальные показатели листовой массы. Наиболее высокие коэффициенты соотношения β/α -кислот получены у сортов Thetnanger (0,95), Spalter Select (0,95), Thetnanger Bel (0,93) и Национальный (0,93).

PRODUCTIVITY OF AROMATIC AND BITTER HOP VARIETIES IN BELARUS

G. M. Milosta¹, A. G. Tarasevich¹, L. V. Protsenko²

¹ – EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,

28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

² – Institute of Agriculture of Polesie NAAS of Ukraine

Zhitomir, Ukraine (Ukraine, 10007, Zhitomir, Kievskoe highway, 131;

e-mail: isgpo_zt@ukr.net)

Key words: hops, bitter and aromatic varieties, yield, α - and β -acids.

Summary. Soil and climatic conditions of the Republic of Belarus are favorable for the growth and development of bitter and aromatic hop varieties of different early maturity from different regions of the world. Hallertauer Magnum Bel (11,6 c/ha), from the aromatic Perle Bel group (11,8 c/ha), stand out from the bitter culti-

vated varieties in terms of the yield of cones, and Hallertauer Magnum Bel (11,8 %), Northern Brewer Bel (11,6 %). It should be noted the high potential productivity of the Perle variety, which is characterized by a large number of emerging cones and maximum leaf mass. The highest β/α acid ratios were obtained in Thetmanger (0,95), Spalter Select (0,95), Thetmanger Bel (0,93) and National (0,93) varieties.

(Поступила в редакцию 02.06.2021 г.)

Введение. Хмель относится к традиционному и наиболее дорогостоящему сырью пивоваренного производства. В настоящее время в Беларуси наблюдается необходимость в формировании отечественного хмелеводства. В соответствии с протоколом поручений Президента Республики Беларусь № 14 от 16.05.2014 г. необходимо в кратчайшие сроки восстановить в республике собственное производство хмеля. Расширение производственных площадей и эффективное использование уже имеющихся хмельников в Беларуси – важнейшая для республики задача, тесно связанная с Программой импортозамещения. Пивоваренные заводы республики ежегодно приобретают хмелепродукты в ряде Европейских стран. В то же время качество хмеля, выращиваемого в Беларуси, как показал практический опыт немногочисленных хмелеводческих хозяйств республики, не уступает принятым в мире стандартам для получения хорошего пива. Почвенно-климатические условия республики соответствуют биологическим особенностям хмеля. Президентом нашей республики была подчеркнута необходимость развития пивоваренной отрасли Беларуси на основе своего местного сырья. Экономическая независимость Республики Беларусь обуславливает необходимость организации собственного производства конкурентоспособной продукции хмеля в объемах, удовлетворяющих внутренние потребности пивоваренной отрасли республики. Требуется глубокого изучения и научного обоснования вопроса соответствия качества хмелеводческой продукции, полученной в условиях нашей республики, современным требованиям пивоваренной отрасли промышленности [4, 5].

Цель исследований – научно-производственная оценка ароматических и горьких сортов хмеля отечественной и зарубежной селекции и выделение наиболее продуктивных в почвенно-климатических условиях Беларуси [2, 3].

Методика исследований. Полевые исследования проводились в 2017-2019 гг. в ООО «Белхмельагро» Малоритского района Брестской области.

Сотрудниками УО «ГТАУ» с 2002 г. проводилась селекционная работа с сортами хмеля. В ходе исследований применялся индивидуальный отбор для выявления сортообразцов, характеризующихся более высокой устойчивостью к вымерзанию, пероноспорозу, развитию пау-

тинного клеща. В процессе исследований закладывались необходимые питомники размножения. В результате пятнадцатилетней селекционной работы над исходными образцами были выявлены, а затем размножены сортообразцы, отличающиеся от исходного материала морфологическими и качественными характеристиками. В связи с этим были внесены изменения в названия сортов. Было решено не относить сорт к особому типу (интродуцированному), а внести соответствующие изменения в наименования сортов с приставкой Bel.

Изучение продуктивности ароматических и горьких сортов хмеля проводились со следующими сортами:

1. Hallertauer Magnum (Германия);
2. Hallertauer Magnum Bel (Беларусь);
3. Northern Brewer (Англия);
4. Northern Brewer Bel (Беларусь);
5. Perle (Германия);
6. Perle Bel (Беларусь);
7. Thettnanger (Германия);
8. Thettnanger Bel (Беларусь);
9. Национальный (Украина);
10. Spalter Select (Германия);
11. Spalter Select Bel (Беларусь) [1, 6].

Почва характеризуется как дерново-подзолистая рыхло-супесчаная, развивающаяся на водно-ледниковой супеси, подстилаемой с глубины 60 см средним моренным суглинком (агродерново-подзолистая языковатая, развивающаяся на водно-ледниковой связной супеси, подстилаемой с глубины 60 см средним моренным суглинком, супесчаная). Агрохимическая характеристика почвы: рН в КСI – 6,0-6,2, содержание гумуса – 1,95; P₂O₅ – 185 и K₂O – 190 мг/кг почвы.

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенная оценка горьких и ароматических сортов хмеля в соответствии с методикой государственного сортоиспытания по показателям урожайности и качества шишек позволила выделить наиболее продуктивные в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь.

Основным показателем продуктивности хмеля является урожайность шишек. Из данных таблицы 1 видно, что наиболее высокий уровень урожайности шишек в 2017-2019 гг. получен у ароматического сорта Perle Bel (11,8 ц/га) и горького – Hallertauer Magnum Bel (11,6 ц/га). Наиболее низкими показателями урожайности шишек в эти годы характеризовались сорта: Thettnanger Bel (9,4 ц/га) и Thettnanger (8,4 ц/га) (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность шишек хмеля в зависимости от сорта

Сорт	Урожайность шишек, ц/га			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	средн.
1. Hallertauer Magnum (Германия)	12,0	9,8	11,4	11,1
2. Hallertauer Magnum Bel (Беларусь)	12,3	10,7	11,9	11,6
3. Northern Brewer (Англия)	10,8	9,3	11,5	10,5
4. Northern Brewer Bel (Беларусь)	11,5	10,0	11,3	10,9
5. Perle (Германия)	12,2	8,8	11,0	10,7
6. Perle Bel (Беларусь)	13,7	9,5	12,1	11,8
7. Thettninger (Германия)	10,1	6,4	8,8	8,4
8. Thettninger Bel (Беларусь)	11,4	7,1	9,8	9,4
9. Национальный (Украина)	11,3	10,2	11,0	10,8
10. Spalter Select (Германия)	12,0	8,4	10,7	10,4
11. Spalter Select Bel (Беларусь)	–	9,2	11,8	10,5
НСР ₀₅	0,55	0,45	0,52	

Важными морфологическими показателями качества, влияющими на процессы уборки хмеля, является масса 100 шишек (таблица 2). Крупные шишки облегчают их уборку и снижают потери урожая. В крупных шишках чаще более высокое содержание α - и β -кислот. Наиболее крупные шишки хмеля с максимальной массой 100 шт. формировались у сортов Hallertauer Magnum Bel (11,8 г) и Northern Brewer Bel (11,6 г).

Следует отметить значительное снижение урожайности шишек хмеля и массы их 100 шт. в 2018 г., что связано с недостаточным количеством осадков и острым дефицитом влаги в почве в период активного роста и развития растений хмеля в июне-августе. Предыдущие исследования показали, что дефицит влаги в почве является более важным фактором снижения урожайности, чем температура воздуха. Для 2018 г., когда отмечались более высокие температуры воздуха, характерно образование большего количества шишек, чем в предыдущем 2017 г. Как следует из полученных данных, повышенные температуры воздуха способствуют образованию большего количества шишек на одном растении хмеля. Наибольшее количество шишек отмечено у сортов Perle Bel и Spalter Select Bel (соответственно 5364 и 5622 шт. на одном растении). Более высокое количество шишек на одном растении может служить критерием высокой продуктивности растения хмеля. Так, в ряде случаев ограничение урожайности связано с небольшим количеством шишек на растениях.

Анализ данных показал, что сортовые особенности оказывают существенное влияние не только на массу 100 шишек хмеля, но и площадь листовой поверхности. Шишки хмеля с максимальными показателями массы 100 шт. (11,8 и 11,6 г) получены соответственно у сортов Hallertauer Magnum Bel и Northern Brewer Bel. Растения с более круп-

ными шишками более пригодны к механизированной уборке и при этом характеризуются меньшими потерями. Наиболее мелкие шишки с минимальной массой 100 шт. получены у сортов Perle Bel (8,0 г), Thettninger (9,2 г), Spalter Select (9,2 г) и Perle (9,3 г).

При дефиците влаги в почве и повышенной температуре воздуха отмечается снижение урожайности шишек и показателя массы 100 шт., но возрастает количество шишек на одном растении.

Погодные условия оказывают существенное влияние на показатели продуктивности хмеля, что следует из полученных урожайных данных и морфологических показателей по годам исследований (таблицы 1 и 2). Косвенными критериями оценки продуктивности хмеля могут служить такие морфологические показатели, как масса 100 шишек, количество шишек на одном растении и площадь листовой поверхности. Это связано с тем, что урожайность и качество хмеля во многом определяется площадью листовой поверхности и крупностью шишек.

Таблица 2 – Масса 100 шишек и их количество в зависимости от сорта

Сорт	Масса 100 шишек, г				Количество шишек на одно растение, шт.			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	средн.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	средн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Hallertauer Magnum (Германия)	12,2	9,6	11,3	11,0	4427	4594	4540	4520
2. Hallertauer Magnum Bel (Беларусь)	12,8	10,6	12,1	11,8	4325	4543	4426	4431
3. Northern Brewer (Англия)	11,9	9,8	11,3	11,0	4084	4327	4580	4330
4. Northern Brewer Bel (Беларусь)	12,5	10,4	11,9	11,6	4140	4327	4274	4247
5. Perle (Германия)	10,9	7,5	9,6	9,3	5037	5281	5157	5158
6. Perle Bel (Беларусь)	11,7	7,8	10,2	9,9	5270	5482	5339	5364
7. Thettninger (Германия)	11,3	6,8	9,5	9,2	4023	4232	4169	4141
8. Thettninger Bel (Беларусь)	11,8	7,2	10,0	9,7	4348	4428	4366	4381
9. Национальный (Украина)	12,0	10,5	11,2	11,2	4238	4388	4420	4349

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10. Spalter Select (Германия)	11,0	7,3	9,4	9,2	5065	5179	5123	5122
11. Spalter Select Bel (Беларусь)	–	7,8	8,2	8,0	–	5481	5763	5622

Важными показателями продуктивности растений хмеля является площадь листьев и масса листьев с одного растения или с единицы площади, оказывающие определенное влияние на урожайность и качество шишек хмеля. Площадь листьев и масса листьев с одного растения или с единицы площади оказывают определенное влияние на урожайность и качество шишек хмеля (таблица 3).

Анализ литературных данных показывает, что продуктивность хмеля имеет косвенную связь с площадью листовой поверхности и высотой растений. Известно, что чем более мощная формируется фотосинтетическая поверхность растения, тем более благоприятные условия создаются для формирования высокого и качественного урожая. Важнейшей задачей хмелевода является создание благоприятных условий, способствующих формированию мощного листового аппарата, а также условий, способствующих сохранению листовой поверхности от поражения вредителями и болезнями.

Таблица 3 – Влияние сортовых особенностей хмеля на формирование площади листьев и листовую массу

Сорт	Площадь листьев, тыс. м ² /га				Листовая масса, ц/га			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	средн.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	средн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Hallertauer Magnum (Германия)	43,4	35,0	40,3	39,6	12,6	10,5	12,1	11,7
2. Hallertauer Magnum Bel (Беларусь)	45,7	39,0	42,8	42,5	12,8	11,3	12,4	12,2
3. Northern Brewer (Англия)	42,6	35,7	43,6	40,6	11,5	10,0	12,2	11,2
4. Northern Brewer Bel (Беларусь)	46,2	38,9	43,7	42,9	12,0	10,5	11,8	11,4
5. Perle (Германия)	49,3	32,0	39,0	40,1	14,3	9,6	11,7	11,9

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6. Perle Bel (Беларусь)	52,2	36,1	45,0	44,4	14,1	10,1	12,6	12,3
7. Thettninger (Германия)	41,9	26,3	35,6	34,6	10,9	7,1	9,6	9,2
8. Thettninger Bel (Беларусь)	48,4	30,0	40,4	39,6	12,1	7,8	10,5	10,1
9. Национальный (Украина)	44,2	38,5	41,5	41,4	11,5	10,4	11,2	11,0
10. Spalter Select (Германия)	46,2	33,3	40,7	40,1	12,1	9,0	11,0	10,7
11. Spalter Select Bel (Беларусь)	–	34,6	36,4	35,5	–	9,7	10,2	10,0

Показатель площади листьев имеет тесную корреляционную связь с урожайностью шишек ($r = 0,81$) и с листовой массой ($r = 0,85$). Поэтому создание условий для формирования у растений хмеля мощной листовой массы и площади листовой поверхности – важный фактор получения высокой урожайности шишек хмеля в почвенно-климатических условиях Беларуси.

Косвенным критерием продуктивности хмеля являются показатели соотношения массы шишек к листовой массе. Чем больше абсолютная величина этого показателя, тем более высокая доля шишек формируется относительно листовой массы. Он показывает эффективность работы листового хмеля в зависимости от сорта. Наиболее высокие показатели этого соотношения получены у сортов Национальный (0,98 ед.), Hallertauer Magnum Bel (0,95), Northern Brewer Bel (0,96), Perle Bel (0,96) и Spalter Select (0,97 ед.).

Эффективность работы листового аппарата растений хмеля определяется также соотношением массы листьев к их площади. Чем больше этот показатель, тем больше масса единицы площади листьев или их толщины. Наиболее высокие значения этого показателя получены у сортов Hallertauer Magnum (0,30 ед.), Perle (0,30), Hallertauer Magnum Bel (0,29).

Ценность шишек обусловлена тем, что они содержат горькие вещества, полифенольные соединения и эфирные масла. Горькие вещества в свежесобранном хмеле представлены, главным образом, α - и β -кислотами. Кроме кислот, содержатся α и β мягкие смолы. Среди всех компонентов горьких веществ хмеля наиболее ценные α -кислоты (гумулон, когумулон, адгумулон), которые в процессе охмеления сула превращаются в изо- α -кислоты (изогумулоны). Изогумулоны являются основными носителями горечи пива. Гумулоны обладают горечью, а

следовательно, участвуют в формировании горечи пива. Кроме урожайности шишек, одним из важнейших показателей продуктивности хмеля является сбор α - и β -кислот с единицы площади. Этот показатель значим тем, что для производителей пива важно количество α -кислот, а не только масса шишек. Оплата за хмель зависит от общего содержания в шишках α -кислот, поэтому выход их с единицы площади является важным производственным и экономическим показателем эффективности хмелеводства (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние сортовых особенностей хмеля на содержание α - и β -кислот

Сорт	Содержание α -кислот, %				Содержание β -кислот, %			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	сред.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	сред.
1. Hallertauer Magnum (Германия)	12,0	9,9	11,5	11,1	6,6	5,1	6,4	6,0
2. Hallertauer Magnum Bel (Беларусь)	12,6	11,0	12,3	12,0	6,9	5,6	6,8	6,4
3. Northern Brewer (Англия)	8,2	7,0	8,0	7,7	4,1	3,4	4,3	3,9
4. Northern Brewer Bel (Беларусь)	10,3	7,8	9,6	9,2	4,9	3,7	4,8	4,5
5. Perle (Германия)	6,8	6,0	6,9	6,6	4,8	4,1	4,7	4,5
6. Perle Bel (Беларусь)	7,0	6,2	6,1	6,4	4,6	4,3	4,5	4,5
7. Thettnanger (Германия)	4,5	3,2	4,4	4,0	4,8	2,5	4,1	3,8
8. Thettnanger Bel (Беларусь)	4,7	4,0	4,5	4,4	4,7	3,1	4,4	4,1
9. Национальный (Украина)	9,5	7,6	9,1	8,7	8,8	7,3	8,3	8,1
10. Spalter Select (Германия)	4,8	3,5	3,7	4,0	3,9	3,2	3,7	3,6
11. Spalter Select Bel (Беларусь)	–	3,8	4,2	4,0	–	3,6	4,0	3,8

Наиболее высокие показатели содержания в шишках α -кислот отмечены у сортов Hallertauer Magnum Bel (12,0 %), Hallertauer Magnum (11,1 %) и Northern Brewer Bel (9,2 %). По содержанию β -кислот наиболее высокими показателями характеризуется сорта Hallertauer Magnum Bel (6,4 %) и Национальный (8,1 %).

Показатель соотношения β/α отражает долю ароматических компонентов в хмеле. Наиболее высокие значения этого соотношения от-

мечены у сортов Thettninger (0,95), Spalter Select (0,95), Thettninger Bel (0,93) и Национальный (0,93).

Максимальный сбор α -кислот отмечен у сортов Hallertauer Magnum Bel (139,7 ц/га), Hallertauer Magnum (124,0 ц/га) и Northern Brewer Bel (103,6 ц/га).

Таблица 5 – Влияние сортовых особенностей хмеля на соотношение α - и β -кислот

Сорт	Коэффициент β/α				Сбор α -кислот, ц/га			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	сред.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	сред.
1. Hallertauer Magnum (Германия)	0,55	0,51	0,56	0,54	144,0	97,0	131,1	124,0
2. Hallertauer Magnum Bel (Беларусь)	0,55	0,54	0,55	0,53	155,0	117,7	146,4	139,7
3. Northern Brewer (Англия)	0,50	0,49	0,54	0,51	88,6	65,1	90,4	81,4
4. Northern Brewer Bel (Беларусь)	0,48	0,47	0,58	0,51	118,5	78,0	114,2	103,6
5. Perle (Германия)	0,71	0,68	0,68	0,69	83,0	52,8	66,2	67,3
6. Perle Bel (Беларусь)	0,66	0,69	0,74	0,70	95,9	57,0	62,2	71,7
7. Thettninger (Германия)	1,07	0,85	0,93	0,95	45,5	20,5	41,8	35,9
8. Thettninger Bel (Беларусь)	1,00	0,78	0,98	0,93	53,6	28,4	45,0	42,3
9. Национальный (Украина)	0,93	0,96	0,91	0,93	107,4	77,5	101,9	95,6
10. Spalter Select (Германия)	0,81	0,91	1,00	0,90	57,6	24,4	37,8	39,9
11. Spalter Select Bel (Беларусь)	-	0,95	0,95	0,95	-	35,0	34,4	34,7

Заклучение

1. Научно обоснованный выбор сорта хмеля является существенным фактором урожайности и качества шишек хмеля в почвенно-климатических условиях Беларуси.

2. Почвенно-климатические условия Беларуси благоприятны для возделывания хмеля и получения высокого и качественного урожая шишек.

3. Наиболее высокий уровень урожайности шишек в 2017-2019 гг. получен у ароматического сорта Perle Bel (11,8 ц/га) и горького –

Hallertauer Magnum Bel (11,6 ц/га). Шишки хмеля с максимальными показателями массы 100 шт. (11,8 и 11,6 г) получены соответственно у сортов Hallertauer Magnum Bel и Northern Brewer Bel.

4. Максимальные показатели площади листовой поверхности получены у сортов Perle Bel (44,4 тыс. м²/га), Hallertauer Magnum Bel (42,5 тыс. м²/га) и Northern Brewer Bel (42,9 тыс. м²/га). Наиболее мощная листовая масса получена у сортов Hallertauer Magnum Bel (11,2 ц/га) и Perle Bel (12,3 ц/га). Наиболее высокие показатели соотношения массы шишек к листовой массе получены у сортов Национальный (0,97 ед.), Hallertauer Magnum Bel (0,96), Northern Brewer Bel (0,96), Perle Bel (0,96) и Spalter Select (0,97 ед.).

5. Наиболее высокие показатели содержания в шишках α -кислот отмечены у сортов Hallertauer Magnum Bel (12,0 %), Hallertauer Magnum (11,1 %) и Northern Brewer Bel (9,2 %). По содержанию β -кислот наиболее высокими показателями характеризуется сорта Hallertauer Magnum Bel (6,4 %) и Hallertauer Magnum (6,0 %). Наиболее высокие значения соотношения β/α отмечены у сортов Thettninger (0,95), Spalter Select Bel (0,95), Thettninger Bel (0,93) и Национальный (0,93).

ЛИТЕРАТУРА

1. Protsenko L. V., Liashenko M. I., Vlasenko A. S., Hryniuk T. P., Dobrovolny O. O. Investigation of properties of biologically active substances and their content in cones of ukrainian hop varieties. *Agricultural Science and Practice*. 2018; 5(2):52-63. DOI: 10.15407/agrisp5.02.052 (Web of Science).
2. Bober, A., Liashenko, M., Protsenko, L., Slobodyanyuk, N., Matseiko, L., Yashchuk, N., Gunko, S., & Mushtruk, M. (2020). Biochemical composition of the hops and quality of the finished beer. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 307-317. <https://doi.org/10.5219/1311> (Scopus).
3. Lidia Protsenko, Serhii Ryzhuk, Mykola Liashenko, Oleksandr Shevchenko, Svitlana Litvynchuk, Liliia Yanse, Henrikh Milosta Influence of alpha acids hop homologues of bitter and aromatic varieties on beer quality. *Ukrainian food journal*, 2020; 9 (2), pp. 425–436. DOI: 10.24263/2304-974X-2020-9-2-13 (Web of Science).
4. Методологія оцінювання хмелю і хмелепродуктів: монографія / Л. В. Проценко [и др.], за ред. Л. В. Проценко. – Житомир: Рута, 2020. – 272 с.
5. Содержание эфирного масла в украинских сортах хмеля / Л. В. Проценко [и др.] // Сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства» – 2019 г., – Гродно: ГГАУ, 2019 – С. 236-238.
6. Содержание и исследование эфирного масла в украинских сортах хмеля / Л. В. Проценко [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Гроднен. гос. аграр. ун-т; редкол.: В. К. Пестис [и др.]. – Гродно, 2019. – Т.: Сельскохозяйственные науки – С. 107-114.