

DOI: 10.5281/zenodo.4986923

УДК 633:16"324":632:4(477)

УСТОЙЧИВОСТЬ ЯЧМЕНЯ ОЗИМОГО К ОСНОВНЫМ БОЛЕЗНЯМ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Галина БИЛОВУС

Abstract. The results of three years of research on the influence of meteorological factors on the degree of damage to winter barley varieties by basic diseases are presented. The immunological monitoring of variety samples of the collection of this culture was carried out in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. It was found that the most common diseases during 2017–2019 years were: powdery mildew, dark brown spotting and dwarf rust. The nature of development and the spread rate of the main diseases in crops of winter barley were mainly determined by the biological and genetic characteristics of the variety specimens. The studies conducted allowed us to identify varietal samples that have group resistance to major diseases under adverse weather conditions. It should be noted that the variety specimens: Wintmalt, Gerard, Mikhail, Akademichesky, Nivsky, Vavilon had group resistance to powdery mildew and dark brown spotting. The varietal specimens with group resistance to powdery mildew and dwarf rust were revealed: Mikhail, Mugurel, Existenz, Wintmalt, Gerard, Larec, NOS 20604, Camanehe. The specimens: Wintmalt, Gerard, Mikhail had group resistance to powdery mildew, dark brown spotting, and dwarf rust. The selected varieties with group resistance to the main diseases of winter barley were recommended for breeders to create disease-resistant varieties.

Key words: *Hordeum vulgare*; Winter barley; Varietal specimens; Disease resistance; Powdery mildew; Dark brown spotting; Dwarf rust.

Реферат. Представлены результаты трехлетних исследований по изучению влияния метеорологических факторов на степень поражения сортообразцов ячменя озимого основными болезнями. Проведен иммунологический мониторинг сортообразцов коллекции этой культуры в условиях Западной Лесостепи Украины. Установлено, что наиболее распространенными заболеваниями в течение 2017–2019 гг. были мучнистая роса, темно-бурая пятнистость, карликовая ржавчина. Характер развития и скорость распространения основных болезней в посевах ячменя озимого в основном определялись биологическими и генетическими особенностями сортообразцов. Проведенные исследования позволили выделить сортообразцы, которые имеют групповую устойчивость к основным болезням при неблагоприятных метеорологических условиях. Следует отметить, что сортообразцы Wintmalt, Жерар, Михаил, Академический, Нивский, Вавилон имели групповую устойчивость к мучнистой росе и темно-бурой пятнистости. Выделены сортообразцы Михаил, Мугурел, Existenz, Wintmalt, Жерар, Ларец, NOS 20604, Camanehe с групповой устойчивостью к мучнистой росе и карликовой ржавчине. К мучнистой росе, темно-бурой пятнистости, карликовой ржавчине имели групповую устойчивость сортообразцы Wintmalt, Жерар, Михаил. Выделенные сортообразцы с групповой устойчивостью к основным болезням ячменя озимого были рекомендованы селекционерам для создания болезнеустойчивых сортов.

Ключевые слова: *Hordeum vulgare*; Ячмень озимый; Сортообразцы; Устойчивость к болезням; Мучнистая роса; Темно-бурая пятнистость; Карликовая ржавчина.

ВВЕДЕНИЕ

Ячмень озимый является важной зерновой культурой в Украине. Сейчас во многих странах отмечается переход к выращиванию этой культуры. Практически полностью на осенний сев перешли Румыния, Болгария, Германия, Франция, Венгрия и Польша (Литвиненко, М. А. 2006; Лихочвор, В. В. 2004).

Распространение площадей посева этой культуры связано с ее большим народнохозяйственным значением, поскольку ячменная продукция включает в себя солод, фуражное зерно, сено и используется в пищевой промышленности. В будущем солома ячменя может стать важной для получения целлюлозы в качестве сырья для производства энергии (Лихочвор, В. В. 2017; Солодушко, М. М. 2013).

В последнее время фитосанитарное состояние полей, в частности зерновых, в Украине обостряется. В среднем потенциальные потери урожая от болезней составляют 10–15 %, а при наличии комплекса болезней, эпифитотии которых могут накладываться одна на другую, они могут достигать 40–60 % (Лихочвор, В. В. 2017; Трибель, С. О. и др. 2001).

По мнению многих ученых, это связано с увеличением площадей под зерновыми культурами, применением минимальной обработки почвы. Данная обработка способствует сохранению

и накоплению инфекционного начала, что объясняется отсутствием устойчивых сортов, несоблюдением системы химической защиты культуры, изменением климата (Біловус, Г. Я. 2015; Васильківський, В. Я. 2015; Веремеєнко, С. І. 2017; Левитин, М. М. 2012; Михайленко, С. В. 2008; Солодушко, М. М. 2013; Кирик, М. М. и др. 2015; Шишкин, Н. В. 2014).

Одним из основных элементов повышения урожайности зерновых культур, в том числе ячменя, является селекция экологически пластичных, устойчивых против возбудителей болезней сортов.

Успех селекционной работы в создании устойчивых сортов определяется использованием проверенных в условиях региона источников и доноров устойчивости растений к возбудителям основных болезней. Сорты с групповой устойчивостью, по сравнению с сортами, которые поражаются возбудителями болезней, может дать прирост урожайности 1,0–1,5 т/га без применения средств защиты (Лихочвор, В. В. 2017; Трибель, С. О. и др. 2001; Сабадин, В. Я. 2008).

Среди основных задач селекции ячменя озимого важное место принадлежит селекции на групповую устойчивость к болезням. Посевы устойчивых сортов слабо поражаются болезнями, и это является прочным рычагом, с помощью которого возможно удержание нарастания инфекции возбудителей болезней, а также обеспечение защиты растений от них без применения химических средств. Это имеет особое значение не только для снижения пестицидной нагрузки на растение, но и для уменьшения опасности загрязнения ими урожая и окружающей среды (Біловус, Г. Я. 2014).

В связи с глобальными изменениями климата и потеплением особенное значение имеет выбор сортов для конкретных почвенно-климатических условий с высоким генетическим потенциалом продуктивности, зимостойкости, стойкости к болезням и вредителям, повышенным потенциалом реализации фотосинтетично-активной радиации (Левитин, М.М. 2012; Михайленко, С.В. 2008).

Поэтому изучение сортообразцов ячменя озимого на устойчивость к основным болезням в условиях Западной Лесостепи Украины актуально, что и определило цель исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на полях лаборатории селекции зерновых и кормовых культур в условиях селекционно-семеноводческого севооборота и в лабораторных условиях (лаборатория защиты растений) в Институте сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины в течение 2017–2019 гг.

В течение вегетационного периода проводили фенологические и фитопатологические наблюдения за ячменем озимым. Интенсивность поражения его болезнями определяли по общепринятым методикам в фазы: выхода в трубку, молочной спелости (Марков, І.Л., 2008; Бабаянц, Л. Т. и др. 1988; Трибеля, С.О. 2001). Показатель развития болезней рассчитывали по общепринятым формулам (Трибеля, С.О. 2001).

Для определения воздействия климатических факторов, в частности количества осадков и температуры, на развитие болезней применяли гидротермический коэффициент – ГТК за период апрель-июль (Чирков, Ю. И. 1988).

Гидротермический коэффициент (ГТК) Селяникова вычисляли путем деления количества осадков (ΣR) у мм за период с температурами, выше 10°C , на суммы активных температур ($\Sigma t_{>10}$) за такое же время, которая снижена в 10 раз:

$$\text{ГТК} = \frac{\Sigma R \cdot 10}{\Sigma t_{\text{акт}>10}}$$

где, ΣR – количество осадков в мм за период с температурами, выше 10°C ,

$\Sigma t_{\text{акт}>10}$ – суммы активных температур за такое же время, которое снижено в 10 раз.

При описании погодных условий за 2017–2019 гг. использовали данные Львовской гидрогеологомелиоративной станции, пункт наблюдения – Оброшине.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Характер развития и скорость распространения основных болезней ячменя озимого определялся биологическими и генетическими особенностями сортов.

Однако значительное влияние на интенсивность их поражения имеют метеорологические условия, в частности количество осадков (табл. 1.). В пределах области сумма осадков может быть

одинакова, но обеспечение растений водой разное. Это можно объяснить отношением количества осадков к испарению.

Следует отметить, что факторы влажности и температуры воздуха играли решающую роль в развитии болезней. Мы определяли ГТК за апрель–июль (табл. 1.), что указывает на уровень увлажнения периода, когда возбудители болезней активно развиваются.

В апреле 2017 г. осадков выпало 68 % от нормы, а температура на 1,1 °С превысила норму, а в мае – 0,9 °С. Количество осадков в мае в III декаде была на 22 мм больше нормы. Следует отметить, что в июне–июле наблюдали нехватку осадков: за июнь выпало только 22,2 мм – 24 % к норме, июль 57,2 – 56 %.

Таким образом, в результате расчетов ГТК по среднемесячным данным видно, что в мае и июле в 2017 г. было достаточно влажно (табл. 1). Поскольку, в апреле в II и III декадах отсутствуют активные температуры воздуха выше 10 °С, поэтому ГТК за этот месяц не рассчитывали. Следует отметить, что май – чрезмерно влажный (ГТК – 2,0), июнь характеризовался – сильно засушливый (ГТК – 0,5), а июль был достаточно влажный (ГТК – 1,0).

Таблица 1. ГТК Селяникова по среднемесячным данным за период (апрель-июль) 2017–2019 гг. (Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины)

Показник	Период												За весь период
	апрель			май			июнь			июль			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
2017 г.													
Средняя температура воздуха ($t_{\text{ср}}$), °С	10,4	6,2	8,8	11,3	14,1	16,1	17,1	17,0	20,4	16,9	18,6	20,1	14,75
Сумма осадков, мм	19,8	6,9	8,2	15,4	17,6	52,3	7,0	4,8	10,4	32,4	13,7	11,1	199,6
Сумма активных температур ($t_{\text{акт} > 10}$), °С	104	–	–	113	141	161	171	170	204	169	186	221,1	1640,1
ГТК Селяникова	1,9	–	–	1,4	1,2	3,24	0,4	0,3	0,5	1,7	0,7	0,5	1,22
2018 г.													
Средняя температура воздуха ($t_{\text{ср}}$), °С	10,6	15,7	14,9	17,6	14,1	19,0	19,6	19,1	16,1	17,8	19,0	20,8	17,0
Сумма осадков, мм	14,1	0,3	13,7	12,8	31,8	24,4	10,9	95,0	47,6	6,8	46,2	63,0	366,6
Сумма активных температур ($t_{\text{акт} > 10}$), °С	106	157	149	176	141	190	196	191	161	178	190	228,8	2063,8
ГТК Селяникова	1,3	0,01	0,9	0,72	2,25	1,3	0,5	5,0	3,0	0,38	2,4	2,75	1,8
2019 г.													
Средняя температура воздуха ($t_{\text{ср}}$), °С	9,4	7,7	13,0	9,4	14,3	15,9	20,2	22,9	20,6	17,6	16,6	20,6	15,7
Сумма осадков, мм	–	3,6	29,2	36,7	79,1	53,8	–	38,4	14,7	22,1	9,0	50,1	336,7
Сумма активных температур ($t_{\text{акт} > 10}$), °С	–	–	130	–	143	159	202	229	206	176	166	226,6	1637,6
ГТК Селяникова	–	–	2,25	–	5,5	3,4	–	1,7	0,71	1,25	0,5	2,2	2,056

Мучнистая роса не получила высокого развития в этом году в результате периодических ливневых дождей, которые привели к смыванию спор возбудителей с листовой поверхности растений.

Апрель в 2018 г. характеризовался очень теплой и умеренно сухой погодой (температура воздуха была на 6,3 °С выше нормы, а количество осадков – на 29,4 мм меньше нормы). Температура воздуха в мае была на 4,0 °С выше нормы, а количество осадков – на 16,0 мм меньше нормы (табл. 1).

Июнь характеризовался влажной и теплой погодой (осадков выпало на 60,5 мм больше нормы и температура воздуха – на 2,0 °С выше нормы). В июле температура воздуха была на 1,7 °С выше многолетней, а количество осадков – на 14,0 мм больше нормы.

Следовательно, по расчетам ГТК видно, что за исключением апреля вегетационный период май–июль был достаточно влажным. Апрель был сильно засушливым (ГТК – 0,5), май – достаточно влажный (ГТК – 1,3), июнь и июль – чрезмерно влажный.

Следует отметить, что погодные условия, которые были на протяжении вегетационного

периода в 2018 г. способствовали развитию возбудителей мучнистой росы, темно-бурой пятнистости, поэтому не отмечено сортов образцов с высокой устойчивостью.

В 2019 г. апрель характеризовался теплой и сухой погодой (температура воздуха была на 2,6 °С выше нормы, а количество осадков – на 18,2 мм меньше нормы).

В мае температура воздуха была на 0,3 °С выше нормы, а количество осадков – на 64,6 мм больше нормы (табл. 1). Июнь характеризовался теплой и сравнительно сухой погодой (температура воздуха была на 4,9 °С выше нормы, а осадков выпало на 39,9 мм меньше нормы). Температура воздуха в июле была на 0,8 °С выше многолетней, а количество осадков – на 20,8 мм меньше нормы.

Согласно нашим расчетам ГТК в 2019 г. можно сделать вывод, что период с апреля по июль был достаточно влажным (табл. 1.). А именно апрель был достаточно влажный (ГТК –1,1), май – чрезмерно влажный (ГТК– 3,6), июнь – слабая засуха (ГТК – 0,83), июль – достаточно влажный (ГТК –1,4).

Следует отметить, что погодные условия в III декаде мая и I декада июня способствовали развитию таких болезней, как мучнистая роса и темно-бурая пятнистость.

Однако, погодные условия в 2017–2019 гг. способствовали максимальному развитию возбудителей болезней вследствие достаточного увлажнения и относительной температуры воздуха. Такие условия позволили достоверно оценить сорта образцы ячменя озимого на устойчивость к мучнистой росе, темно-бурой пятнистости, карликовой ржавчине.

Развитие мучнистой росы в зависимости от сорта образца в 2017 г. составило 5,2–15,0 %, в 2018 г. – 5,5–37,0 %, в 2019 г. – 5,5–25,0 %; темно-бурой пятнистости соответственно 3,5–15,0 %, 5,5–25,0 %, 4,5–35,0 %; карликовой ржавчины – 2,0–17,0; 1,5–15,0 %; 5,5–25,0 %.

В течение 2017–2019 гг. проведен иммунологический мониторинг 166 сорта образцов коллекции ячменя озимого на устойчивость к возбудителям наиболее распространенных болезней (табл. 2).

В 2017 г. устойчивыми (с поражением до 5,0 %) к возбудителю мучнистой росы (возбудитель – гриб *Erysiphe graminis* f. Sp. *Hordei*) было выявлено – 60 сорта образцов. Это составляет 100 %, в 2018 г. – соответственно 6 сорта образцов (11,3 %), в 2019 г. – 16 сорта образцов (30,2 %).

Слабой восприимчивостью к возбудителю мучнистой росы (поражение 15,1–25,0 %) в 2018 г. характеризовались 68,0 % сорта образцов, в 2019 г. – 58,5 %. Восприимчивыми (поражение 25,1–65,0 %) в 2018 г. – 20,7 %, в 2019 г. – 11,3 % сорта образцов (табл. 2).

Таблица 2. Иммунологический мониторинг сорта образцов ячменя озимого по устойчивости к болезням, 2017–2019 гг. (Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины)

Балл устойчивости	Поражения, %	Характеристика устойчивости /восприимчивости	Количество сорта образцов			% от общего количества		
			2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
мучнистая роса								
9-8	0-5,0	высокая устойчивость	—	—	—	—	—	—
7-6	5,1-15,0	устойчивость	60	6	16	100	11,3	30,2
5	15,1-25,0	слабая восприимчивость	—	36	31	—	68,0	58,5
4-3	25,1-65,0	восприимчивость	—	11	6	—	20,7	11,3
темно-бурая пятнистость								
9-8	0-5,0	высокая устойчивость	33	—	5	55,0	—	9,4
7-6	5,1-15,0	устойчивость	23	1	5	38,3	1,9	9,4
5	15,1-25,0	слабая восприимчивость	4	52	34	6,7	98,1	64,2
4-3	25,1-65,0	восприимчивость	—	—	9	—	—	17,0
карликовая ржавчина								
9-8	0-5,0	высокая устойчивость	5	14	—	83	26,4	—
7-6	5,1-15,0	устойчивость	50	39	51	83,4	73,6	96,2
5	15,1-25,0	слабая восприимчивость	5	—	2	8,3	—	3,8
4-3	25,1-65,0	восприимчивость	—	—	—	—	—	—

В 2017 г. высокой устойчивостью и устойчивостью к возбудителю темно-бурой пятнистости

листьев (возбудитель гриба – *Bipolaris sorokiniana* Shoem) характеризовались соответственно 55,0 % и 38,3 % сортообразцов (табл. 2).

Следует отметить, что 2018 г. был благоприятным для развития данного заболевания, поэтому не отмечено сортообразцов с высокой устойчивостью. Однако, при таких условиях селекционную ценность представляют сортообразцы, которые характеризуются устойчивостью, а в частности 1,9 % от общего количества. В этом году отмечено 98,1 % сортообразцов со слабой восприимчивостью (поражение 15,1–25,0 %).

Высокую устойчивость к возбудителю карликовой ржавчины (возбудитель гриба *Puccinia hordei* Otth.) в 2017 г. обнаружили у 83 % сортообразцов, в 2018 г. – 26,4 %. Устойчивыми (поражение 5,1–15,0 %) в 2017 г. были 83,4 % сортообразцов, в 2018 г. – 73,6 %, а в 2019 г. – 96,2 % (табл. 2).

В коллекционном питомнике за трехлетний период были выделены сортообразцы ячменя озимого с устойчивостью (балл 7):

– к мучнистой росе: Жерар, Михаил, Академический, Costc, Мугурел, Skarpia, Wintmalt, Ларец, Паладин, Нивский, Вавилон, Existenz, Highlight, HOS 20604, Camanehe, Covley;

– к темно-бурой пятнистости: Жерар, Михаил, Академический, Зимур, Wintmalt, Достойный, Основа, Нивский, Вавилон, Зимний;

– к карликовой ржавчине: Михаил, Айвенго, Восход, Зимур, Мугурел, Existenz, Action, Оскар, Wintmalt, HOS 20604, Ларец, Camanehe, Жерар, Rebalec, Glanan, Altessex, Фёдор, Фантаст, KVS Scala, Основа, Зимний, Буревий, Девятый вал, Трудивнык, Нивский, Вавилон, Мирай 82, № 1195/73, № 234, Ростовский.

ВВЫВОДЫ

По результатам иммунологического мониторинга сортообразцов коллекции ячменя озимого, которая была проведена в условиях Западной Лесостепи Украины, установлено, что наиболее распространенными заболеваниями были мучнистая роса, темно-бурая пятнистость, карликовая ржавчина. Были выделены сортообразцы, которые устойчивы к индивидуальным болезням, а также с групповой устойчивостью.

Рекомендуем селекционерам по созданию новых сортов ячменя озимого использовать следующие источники:

- по групповой устойчивости к мучнистой росе и темно-бурой пятнистости – Wintmalt, Жерар, Михаил, Академический, Нивский, Вавилон;
- по групповой устойчивости к мучнистой росе и карликовой ржавчине – Михаил, Мугурел, Existenz, Wintmalt, Жерар, Ларец, HOS 20604, Camanehe;
- по групповой устойчивости к мучнистой росе, темно-бурой пятнистости, карликовой ржавчине – Wintmalt, Жерар, Михаил.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БИЛОВУС, Г.Я., ЗАЯЦЬ, О.М. (2014). Ринхоспориоз озимого ячменю. В: Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. вип. 56(І), с. 3–8. ISSN 0130-8521.
2. БИЛОВУС, Г.Я., ЗАЯЦЬ, О.М., ЯРЕМКО, В.Я. (2015). Стійкість до сітчастої плямистості сортів озимого ячменю різного еколого-географічного походження в умовах Західного Лісостепу. В: Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. вип. 57, с. 11–18. ISSN 0130-8521.
3. ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ, В.Я., САБАДИН, В.Я. (2015). Стійкість рослин ячменю ярого проти хвороб залежно від генотипу сорту. В: Захист рослин. с. 156–165.
4. ВЕРЕМЕЄНКО, С.І., ТКАЧУК, С.О., ТРУШЕВА, С.С. (2017). Продуктивність нових сортів ячменю озимого за мінерального удобрення на темно-сірих опідзолених ґрунтах. В: Вісник ЖНАЕУ. № 2(61), т. 1, с. 12–19. ISSN 2518-7279.
5. ЛЕВИТИН, М.М. (2012). Защита растений от болезней при глобальном потеплении. В: Защита и карантин растений. № 8, с. 16–17. ISSN 1026-8634.
6. ЛИТВИНЕНКО, М.А. (2006). Селекційне вдосконалення зернових культур. В: Вісник аграрної науки, № 12, с. 30–32. ISSN 2308-9377.
7. ЛИХОЧВОР, В.В. (2004). Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Київ, 808 с.
8. ЛИХОЧВОР, В.В., МАТКОВСЬКА, М.В. (2017). Урожайність сортів озимого ячменю залежно від

- норм добрив, морфорегуляторів та фунгіцидів в умовах Західного Лісостепу. В: Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. вип. 62, с. 91–101. ISSN 0130-8521.
9. МАРКОВ, І.І. (2008). Хвороби ячменю та методи їх контролю. В: Агроном. № 4, с. 162–179.
 10. БАБАЯНЦ, Л.Т., МЕШТЕРХАЗИ, А., ВЕХТЕР, В. и др. (1988). Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах – членах СЭВ. Прага, 321 с.
 11. ТРИБЕЛЬ, С.О., СИГАРЬОВА, Д.Д., СЕКУН, М.П., ІВАЩЕНКО, О.О. (2001). Методика випробування і застосування пестицидів. Київ: Світ. 448 с.
 12. МИХАЙЛЕНКО, С.В. (2008). Технологія вирощування пивоварного ячменю з використанням регуляторів росту. В: Захист і карантин рослин, № 54, с. 299–305.
 13. САБАДИН, В.Я. (2008). Селекційна цінність джерел стійкості до збудників хвороб ячменю озимого. В: Генетичні ресурси рослин, № 5, с. 65–69. ISSN 2309-7345.
 14. СОЛОДУШКО, М.М. (2013). Продуктивність озимих та ярих колосових культур в Степу України. В: Вісник ЦНЗ АПВ Харків. Обл. регіон, вип. 14, с. 122–126.
 15. КИРИК, М.М., ПШКОВСЬКИЙ, М., ДУДЧЕНКО, В., ДУДЧЕНКО, Т. (2015). Хвороби озимого ячменю в осінній період. В: Пропозиція. вип. 10, с. 92–96.
 16. ШИШКИН, Н.В., ДЕРОВА, Т.Г. (2014). Источники устойчивости озимого ячменя к болезням. В: Защита и карантин растений. № 10, с. 28–29. ISSN 1026-8634.
 17. ЧИРКОВ, Ю.И. (1988). Основы агрометеорологии. Л.: Гидрометеиздат. 247 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

БИЛОВУС Галина Ярославовна  <https://orcid.org/0000-0001-7527-5832>

кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией защиты растений, Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины

E-mail: G.Jaroslavna@i.ua

Дата презентації статті: 17.12.2020

Дата прийняття статті: 10.02.2021