

На корневой системе озимой ржи на востоке страны наиболее распространенным был грибок *F. oxysporum*, доля которого достигала 100 % в 2019 г., а в среднем за период исследований – 49,9 %. В центральном регионе преобладал *F. avenaceum* – в среднем до 27,0 %. На западе республики доминировали *F. equiseti* и *F. oxysporum*, частота встречаемости которых достигала в период исследований 50,0 и 42,9 % соответственно.

На озимом ячмене в восточном регионе превалировали *F. oxysporum* и *F. solani*, частота встречаемости которых в среднем составила 30,5 и 25,0 %. В центральной части страны основными видами были *F. avenaceum* и *F. solani*, в западной – *F. oxysporum* и *F. equiseti*.

Исследования выполнены по заданию «Изучение комплекса грибов рода *Fusarium*, паразитирующих на зерновых культурах (видовой состав, патогенность, взаимоотношения, вредоносность)» в рамках Государственной научной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» (подпрограмма «Плодородие почв и защита растений»), номер Государственной регистрации 20211442.

Литература

1. Буга, С. Ф. Развитие исследований в лаборатории фитопатологии в 1971–2021 гг. / С. Ф. Буга, А. Г. Жуковский, Н. А. Крупенько // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л. И. Трешко, С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – Вып. 45. – С. 104–115.
2. Распространенность грибов рода *Fusarium* и структура фузариозных комплексов агрофитоценозов озимых зерновых культур Республики Беларусь / С. Ф. Буга [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / БелНИИЗР; редкол.: Л. И. Трешко, С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2000. – Вып. 24. – С. 55–64.
3. Коломиец, Т. М. Патогенный комплекс возбудителей корневой гнили в разных регионах России / Т. М. Коломиец, Л. Ф. Панкратова // Защита и карантин растений. – 2016. – № 2. – С. 37–40.
4. Оценка агрессивности видов грибов – возбудителей корневой гнили пшеницы / А. П. Дмитриев [и др.] // Вестник защиты растений. – 2013. – № 4. – С. 43–48.

5. Склименок, Н. А. Комплекс грибов, паразитирующих на озимой пшенице, и меры по ограничению их вредоносности: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.07 / Н. А. Склименок; Нац. акад. наук Беларуси, РНДУП «Ин-т защиты растений». – Прилуки, Мин. р-н, 2015. – 23 с.
6. Склименок, Н. А. Влияние гидротермических условий на развитие корневой гнили озимой пшеницы / Н. А. Склименок, С. Ф. Буга // Корневые гнили сельскохозяйственных культур: биология, вредоносность, системы защиты: материалы междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 14–17 апреля 2014 г. / отв. ред. М. И. Зазимко. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – С. 30–33.
7. Фузариозные корневые гнили зерновых культур в Западной Сибири / Е. Ю. Торопова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2013. – № 9. – С. 23–26.
8. Biodiversity of the *Fusarium* fungi causing root rot of winter cereals in Belarus [Electronic resource] / N. A. Krupenko [et. al.] // Plant Protection News. – 2021. – Vol. 104 (2). – P. 124–127. – Mode of access: <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2021-104-2-14631>.
9. *Fusarium* head blight of wheat: pathogenesis and control strategies [Electronic resource] / C. C. Dweba [et al.] // Crop Protection. – 2017. – Vol. 91. – P. 114–122. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.cropro>. – Date of access: 2016.10.02
10. Effects of zearalenone and its derivatives on the innate immune response of swine [Electronic resource] / D. E. Marin [et al.] // Toxicon. – 2010. – Vol. 56 (6). – P. 956–963. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon>. – Date of access: 2010.06.20
11. Parry, D. W. *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereals – a review / D. W. Parry, P. Jenkinson, L. McLeod // Plant Pathology. – 1995. – Vol. 44. – № 2. – P. 207–238.
12. Pestka, J. J. Deoxynivalenol: mechanisms of action, human exposure and toxicological relevance [Electronic resource] / J. J. Pestka // Arch Toxicol. – 2010. – Vol. 84 (9). – P. 663–679. – Mode of access: <https://doi.org/10.1007/s00204-010-0579-8>.
13. Survey of *Fusarium* species associated with crown rot of wheat and barley in eastern Australia / D. Backhouse [et al.] // Australian Plant Pathology. – 2004. – Vol. 33. – № 2. – P. 255–261.
14. Spatial distribution of root and crown rot fungi associated with winter wheat in the North China Plain and its relationship with climate variables [Electronic resource] / F. Xu [et al.] // Front Microbiol. – 2018. – Vol. 9. – P. 1054. – Mode of access: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01054>.
15. Review on the toxicity, occurrence, metabolism, detoxification, regulations and intake of zearalenone: an oestrogenic mycotoxin [Electronic resource] / A. Zinedine [et al.] // Food Chem Toxicol. – 2007. – Vol. 45 (1). – P. 1–18. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.fct>. – Date of access: 2006.07.03

УДК 635.25:632.1/.4

Болезни и фитопатогены лука репчатого

*В. Л. Налобова*¹, доктор с.-х. наук, *Н. С. Опимах*¹, научный сотрудник, *И. М. Войтехович*², зав. отделом, *М. Н. Дорохович*², главный агроном
¹Институт защиты растений
²Институт овощеводства

(Дата поступления статьи в редакцию 11.12.2021)

Представлены результаты пораженности лука репчатого в период вегетации и в период хранения (лук-репка), семенников и семян. Приведен видовой состав фитопатогенов, поражающих вегетирующие растения и луковицы в период хранения. На семенах идентифицирована родовая принадлежность грибов.

The results of bulb onion affection during vegetation and storage period (bulb onion), seed bulbs and seeds are presented. The specific phytopathogens composition, affecting growing plants and bulbs during storage is shown. In seeds the generic belonging of fungi is identified.

Введение

Высокий уровень изменчивости фитопатогенных микроорганизмов представляет постоянную угрозу растительным популяциям, в особенности агроценозам.

Широкое возделывание генетически однородных сортов и гибридов овощных культур делает посевы фитосанитарно очень уязвимыми, способствует ускорению микроэволюционных процессов у фитопатогенов, приводит к нарастанию агрессивных рас возбудителей болезней.

Кроме того, новые химические средства защиты растений становятся неэффективными из-за возникновения устойчивых штаммов.

Повышенные дозы радиоактивного излучения в результате аварии на Чернобыльской АЭС могут также оказывать влияние на направление и темпы изменчивости в популяциях многих фитопатогенов. Появившиеся в зоне новые высоко агрессивные расы фитопатогенов впоследствии могут распространиться на новые территории с воздушными течениями и с перевозимыми продуктами.

В связи с этим селекция овощных культур на иммунитет в Республике Беларусь требует постоянного контроля фитопатологической ситуации, необходим учет потенциально опасных и вредоносных болезней, уточнение видового состава их возбудителей.

Материалы и методика проведения исследований

Исследования проводили в 2018–2020 гг. в РУП «Институт овощеводства». Материалом исследований служили пораженные вегетативные и генеративные органы растений лука в период вегетации растений, семенники луковичи (лук-репка) в период хранения и семена, а также изоляты возбудителей болезней, выделенные из пораженных органов растений.

Интенсивность проявления болезней определяли по 9-балльной шкале [8]. Выделение возбудителей заболеваний из пораженных органов растений и культивирование их в культуре проводили по фитопатологическим методикам [4, 5]. Диагностировали болезни по определителям [1, 7–10] и идентифицировали их возбудителей по общепринятым в фитопатологии и микологии методикам, подробно изложенным в пособиях и методических указаниях [4, 8]. Принадлежность возбудителей к определенным классам и отделам устанавливали согласно систематике грибов и грибоподобных организмов, разработанной Л. В. Гарибовой, С. Н. Лекомцевой [2].

С целью уточнения видового состава факультативных сапротрофов и факультативных паразитов из пораженных органов растений выделяли изоляты, которые культивировали на специальных искусственных питательных средах, создавая чистые культуры изолятов *in vitro*, и осуществляли их идентификацию по структуре мицелия, особенностям спороношения (микроскопический метод диагностики) и по культурально-морфологическим признакам (микологический метод диагностики).

В период хранения определяли процент пораженных луковичи конкретной болезнью, анализируя по 100 луковичи каждого сортаобразца [11].

Анализ микрофлоры семян осуществляли согласно «Методическим указаниям по определению зараженности болезнями семян основных овощных культур» [3] и методикам, представленным в книге В. А. Наумовой «Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию» [6].

Пораженность растений лука вирусными патогенами определяли визуально по внешним симптомам заболевания и методом иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием реагентов вируса желтой карликовости лука – *Onion yellow dwarf virus*, вируса табачной мозаики – *Tobacco mosaic virus*.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате исследований проведен анализ пораженности луковичи лука репчатого сортов Крывіцкі ружовы и Ветразь в период хранения, диагностированы их болезни и идентифицированы возбудители, вызывающие данные болезни. Наиболее значимыми являются черная плесень, пероноспороз, шейковая гниль, зеленая плесень, белая склероциальная гниль, мокрая бактериальная гниль.

Пораженность луковичи черной плесенью в 2018 г. составила 4,9–5,1 %, пероноспорозом – 3,5–3,9 %, шейковой гнилью – 3,4–3,5 %, зеленой плесенью – 2,1–2,3 %, мокрой бактериальной гнилью – 2,8–6,2 %. В 2020 г. поразились луковичи черной плесенью 0,6–1,0 %, шейковой гнилью – 5,7–7,9 %, зеленой плесенью – 1,0 %, мокрой бактериальной гнилью – 16,6–20,2 % (таблица 1). Отмечены единичные луковичи с признаками проявления белой склероциальной гнили.

Возбудителем черной плесени является гриб *Aspergillus niger* van Tiegh. Заболевание проявляется в виде черного плесневидного налета (рисунок 1 А).

Шейковую гниль вызывает гриб *Botrytis allii* Munn. – налет серый, пушистый, преимущественно на внутренних чешуйках. Более часто поражается шейка, а также донце луковичи. Пораженная ткань бурая, на разрезе имеет вид вареной консистенции (рисунок 1 Б).

При поражении зеленой плесенью (*Penicillium glaucum* Link.) – налет зеленый плесневидный (рисунок 1 В).

При поражении белой склероциальной гнилью (*Sclerotium cepivorum* Berk.) – на луковиче, преимущественно в ее нижней части (у донца), обнаруживается белый плотный налет и мелкие черные склероции (рисунок 1 Г).

Грибы *A. niger*, *B. allii*, *P. glaucum*, *S. cepivorum* относятся к классу *Hyphomycetes* (гифомицеты), отделу *Deuteromycota* (несовершенные грибы), царству *Fungi*, *Mycota* (настоящие грибы).

Таблица 1 – Пораженность болезнями луковичи лука репчатого при хранении

Сорт	Пораженность луковичи болезнями, %				
	черная плесень	пероноспороз	шейковая гниль	зеленая плесень	мокрая бактериальная гниль
2018 г.					
Ветразь	5,1	3,9	3,4	2,3	6,2
Крывіцкі ружовы	4,9	3,5	3,5	2,1	2,8
2020 г.					
Ветразь	0,6	–	5,7	0,0	16,6
Крывіцкі ружовы	1,0	–	7,9	1,0	20,2

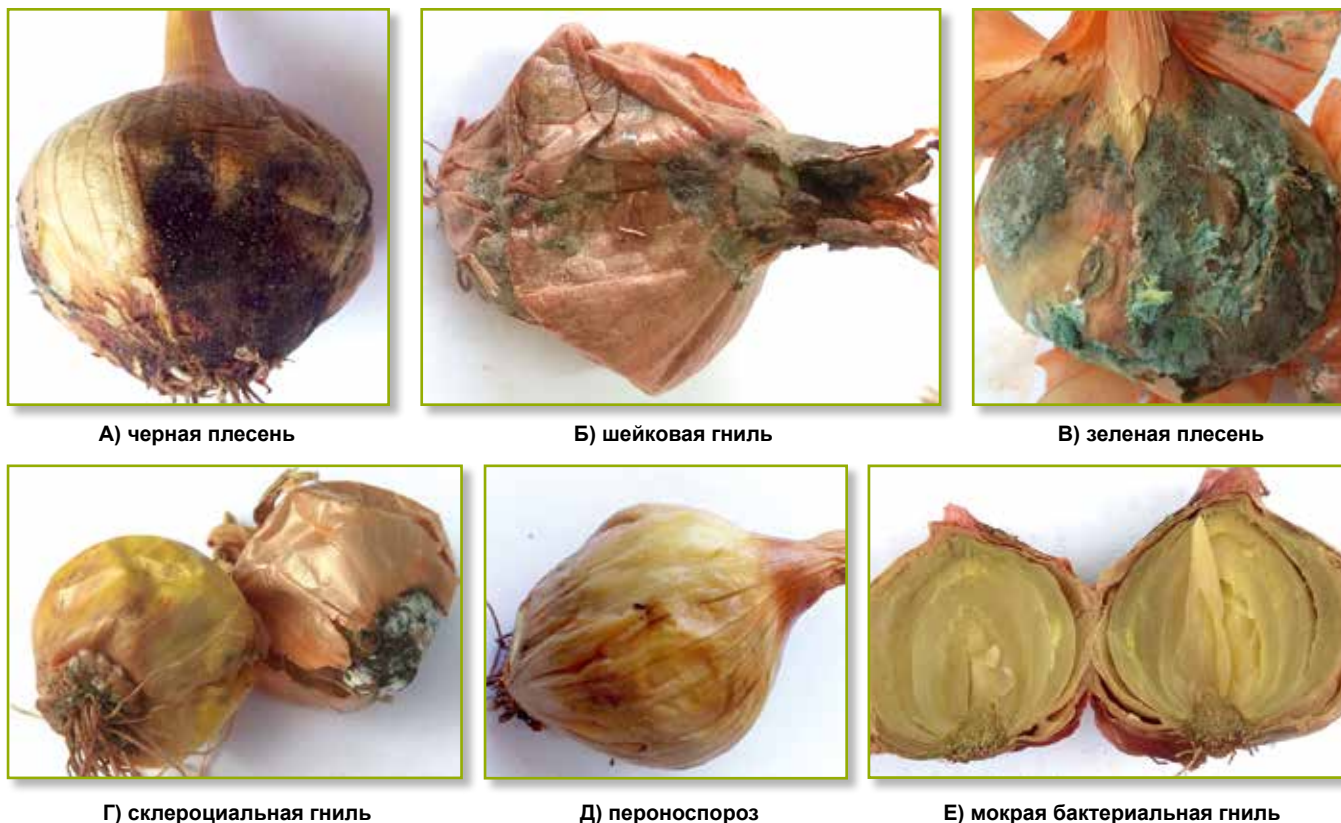


Рисунок 1 – Болезни лукович лука репчатого

Пероноспороз лука вызывает возбудитель *Peronospora destructor* (Berkeley) Caspary, который относится к роду *Pseudoperonospora* (псевдопероноспора), порядку *Peronosporales* (пероноспоровые), классу *Oomycetes* (оомицеты), отделу *Oomycota* (оомикота), царству *Chromista* (хромиста) – грибоподобные организмы. Пораженные пероноспорозом луковички прорастают преждевременно. Кроющие, как и следующие за ними чешуи более мясистые, с неровной поверхностью, слегка морщинистые, пораженная ткань размягчается (рисунок 1 Д).

У луковиц, пораженных мокрой бактериальной гнилью (рисунок 1 Е), ткань размягчается и ослизняется, луковица издает неприятный запах. Возбудителем мокрой бактериальной гнили лука является бактерия *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (Jones) Waldee, которая относится к классу *Gammaproteobacteria* (гаммапротеобактерии), семейству *Enterobacteriaceae* (энтеробактерии), царству *Bacteria* (бактерии).

В период вегетации растений лука и на семенниках наиболее распространенной и вредоносной болезнью является пероноспороз.

Болезнь проявляется в виде густого фиолетово-серого налёта. Пораженные ткани растения приобретают желтую окраску, во влажную погоду листья сплошь покрываются серо-фиолетовым налетом (спорами гриба). Листья начинают загнивать и усыхать (рисунок 2).

Пораженные растения задерживаются в развитии, что сказывается на урожае. С листьев болезнь распространяется на луковицы. Особенно опасна данная болезнь на семенниках (рисунок 3). При сильном поражении семенники часто ломаются, семена плохо развиваются и могут быть зараженными. Часто пораженные органы растения покрываются чёрным налётом сапротрофных грибов рода *Alternaria* или *Stemphylium* (рисунок 4).

В результате обследования семенников лука репчатого в 2018 г. на поражение *P. destructor* выявлено, что в год эпифитотии болезни при отсутствии защитных мероприятий распространенность пероноспороза достигала 100 % при развитии на семенниках сорта Крывіцкі ружовы – 57,7 %, сорта Ветразь – 62,2 %, сорта Скарб Литвинов – 85,5 % (таблица 2).

Возбудитель пероноспороза – облигатный паразит (т. е. живущий только за счет живых тканей и не способный самостоятельно существовать без растения-хозяина), поражает только луковые культуры.

В период вегетации на растениях лука и семенниках диагностированы: вирус желтой карликовости лука – OYDV (*Onion yellow dwarf virus*) и вирус табачной мозаики – TMV (*Tobacco mosaic virus*). Наиболее распространенным является вирус желтой карликовости лука. Болезнь проявляется на листьях в виде мозаики, и постепенно листья становятся почти полностью желтыми. Листья зараженного лука теряют цилиндрическую форму и становятся приплюснутыми и гофрированными, перегибаются вблизи основания, что приводит к полеганию их на почву. Пораженные вирусом растения более низкорослые, чем здоровые, выглядят чахлыми. У семенников образуются соцветия меньших размеров, с меньшим количеством цветков.

Таблица 2 – Пораженность семенников лука пероноспорозом (2018 г.)

Сорт	Площадь, га	Распространенность, %	Развитие болезни, %
Скарб Литвинов	0,5	100	85,5
Ветразь	2,3	100	62,2
Крывіцкі ружовы	0,1	100	57,7

Симптомы болезни проявляются не всегда, и наличие вируса можно определить только методом иммуноферментного анализа (ИФА).

В результате тестирования 64 сортообразцов лука репчатого в 2018 г. на наличие скрытой вирусной инфекции методом иммуноферментного анализа вирус желтой карликовости лука обнаружен у 98,4 % сортообразцов, инфекцию вируса табачной мозаики имели 35,9 % сортообразцов. Распределение вирусной инфекции в семенниках неравномерно, больше всего накопление происходит в семенных головках, меньше – в стебле.

На семенах лука репчатого встречаются, в основном, сапротрофные грибы рр. *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Botrytis* и бактерии. Доля семян, засоренных грибами, составляет 10–35 %, бактериальной инфекцией – 10–20 %.

Засоренность семян зависит от года выращивания культуры (таблица 3). По данным фитоэкспертизы, в годы исследований на семенах преобладали грибы рр. *Cladosporium* и *Alternaria*. Доля семян, засоренных этими грибами, составляла 22–35 %. Значительно реже встречались грибы рр. *Botrytis* и *Penicillium* – 10 %. Практически отсутствовали партии семян, свободные от инфекции.

Грибы рр. *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus* вызывают черную плесень. При поражении семян грибами р. *Alternaria* они покрываются бархатистым налетом темного цвета. Конидиеносцы простые или разветвленные, конидии же собраны в цепочки, имеют разнообразную форму и содержат поперечные и продольные перегородки. Грибы р. *Cladosporium* на семенах образуют темно-оливкового цвета налет. Конидиеносцы обычно простые, бурые или оливковые, изредка, ближе к вершине, слегка разветвленные. Конидии продолговатые, яйцевидные или цилиндрические. Грибы р. *Aspergillus* на семенах формируют мелкие темные порошистые скопления мицелия. Конидиеносцы в верхней части имеют шаровидную головку, на которой радиально располагаются стеригмы и конидии. Зрелые конидии шаровидные, коричневые или бурые. Грибы р. *Aspergillus* значительно реже вызывают желтовато-зеленый и розовато-желтый налет.

Таблица 3 – Результаты фитоэкспертизы семян лука репчатого сорта Ветразь

Род грибов и бактерии	Количество засоренных семян, %	
	2019 г.	2020 г.
<i>Cladosporium</i>	35	30
<i>Alternaria</i>	22	30
<i>Aspergillus</i>	15	20
<i>Penicillium</i>	10	10
<i>Botrytis</i>	10	10
<i>Bacteria</i>	20	10

Грибы р. *Penicillium* вызывают обычно зеленые, голубовато-зеленые, желто-зеленые и серо-зеленые плесени. На поверхности семян образуется обильный, воздушный, бесцветный или светлоокрашенный, с возрастом темнеющий мицелий. Конидиеносцы простые или разветвленные, образующие характерно построенную кисточку. Конидии одноклеточные, разной формы, в неразветвленных цепочках.

Для грибов р. *Botrytis* характерным является образование серой плесени. На семенах они образуют густой темно-серый налет грибницы. На ней формируются многочисленные лимонovidные или овальные конидии, конидиеносцы древовидно разветвленные.

При высокой влажности на поверхности семян могут развиваться мукоровые грибы – головчатая плесень. Указанные грибы образуют на семенах паутинистый сероватый мицелий, несущий многочисленные спорангии в виде темных шарообразных головок. Споры округлые, угловато-овальные или яйцевидные, светлосерые или темные.

Закключение

В период хранения на луковицах лука репчатого выявлены следующие болезни: шейковая гниль, черная плесень, зеленая плесень, пероноспороз, белая склероциальная гниль, мокрая бактериальная гниль.



Рисунок 2 – Растения лука, пораженные пероноспорозом



Рисунок 3 – Семенники лука, пораженные пероноспорозом



Рисунок 4 – Семенники лука с налетом сапротрофных грибов

Пораженность луковиц болезнями в зависимости от сортообразца колеблется в пределах от 0,6 % до 16,6 % – Ветразь и от 1,0 % до 20,2 % – Кривіцкі ружовы.

В период вегетации на растениях лука и семенниках выявлены пероноспороз, вирус желтой карликовости лука и вирус табачной мозаики. Развитие пероноспороза на семенниках в зависимости от сорта достигает 57,7–85,5 %. Накопление вирусной инфекции отмечено главным образом в семенных головках, меньше – в стебле семенника.

На семенах лука репчатого встречаются, в основном, сапротрофные грибы рр. *Cladosporium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Botrytis*, *Aspergillus* и бактерии.

Литература

1. Билай, В. И. Микромитеты – возбудители болезней растений / В. И. Билай. – Киев: Наукова думка, 1988. – 550 с.
2. Гарибова, Л. В. Основы микологии: морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов / Л. В. Гарибова, С. Н. Лекомцева. – М. Товарищество научных изданий КМК, 2005. – 220 с.

3. Методические указания по определению зараженности болезнями семян основных овощных культур. – М., 1986. – 30 с.
4. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов / сост. М. К. Хохряков. – Л., 1974. – 69 с.
5. Методы микологических и фитопатологических исследований / сост. Н. А. Наумов. – М. – Л.: Госиздат, 1937. – 272 с.
6. Наумова, В. А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию / В. А. Наумова. – Л.: Колос, 1980. – 208 с.
7. Определитель болезней растений / М. К. Хохряков [и др.]. – Л.: Колос, 1966. – 592 с.
8. Основные методы фитопатологических исследований / сост. А. Е. Чумаков [и др.]. – М.: Колос, 1974. – 190 с.
9. Определитель низших грибов. Грибы / Л. И. Курсанов [и др.]. – М.: Сов. наука, 1956. – Т. 4. – 449 с.
10. Пидопличко, М. М. Грибы – паразиты культурных растений. Определитель / М. М. Пидопличко. – Киев: Наукова думка, 1977. – Т. 1. – 295 с.
11. Прогноз появления и учет вредителей и болезней сельскохозяйственных культур / под ред. В. В. Косова, И. Я. Полякова. – Москва: МСХ СССР, 1958. – 626 с.

УДК [635.262:631.559]:632.954

Эффективность гербицидов в посадках чеснока озимого

М. Ф. Степура¹, доктор с.-х. наук,
С. В. Сорока², доктор с.-х. наук,
А. В. Лехова¹, младший научный сотрудник
¹Институт овощеводства
²Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 23.12.2021)

В статье представлены результаты исследований по биологической и хозяйственной эффективности гербицидов в посадках чеснока озимого, возделываемого в условиях капельного орошения на дерново-подзолистой супесчаной почве в Беларуси. Установлено, что после внесения гербицидов Боксер, КЭ – 1,5 л/га + Гоал 2Е, КЭ – 0,2 л/га, Старане премиум 330, КЭ – 1 л/га, Базагран М, ВР – 0,2 л/га + Пирамин турбо, КС – 0,4 л/га, Аркаде, КЭ – 3 л/га при высоте чеснока озимого 10 см весной общая гибель сорных растений составила 87,8–83,0 %, при этом однолетние двудольные сорные растения погибли на 95–100 %, и достоверно повысился урожай луковиц чеснока и его качество.

In the article the results of researches on biological and economic efficiency of herbicides in winter garlic plantations cultivated under drip irrigation conditions on sod-podzolic sandy soil in Belarus are presented. It is determined that after the application of herbicides Boxer, EC – 1,5 l/ha + Goal 2E, EC – 0,2 l/ha, Starane premium 330, EC – 1 l/ha, Basagran M, WS – 0,2 l/ha + Piramin turbo, SC – 0,4 l/ha, Arcade, EC – 3 l/ha at the height of winter garlic 10 cm in spring, the total kill of weed plants has made 87,8–83,0 %, for this, the annual dicotyledonous weed plants have killed for 95–100 % and the garlic bulbs yield and its quality have for certain increased.

Введение

Овощи как продукты питания занимают особое место в рационе человека. Их питательные достоинства обусловлены содержанием углеводов, белков, жиров, витаминов, ферментов, гормонов, минеральных и других веществ. Великий физиолог И. П. Павлов говорил, что человек может продлить свою жизнь по меньшей мере на одну треть, если будет ежедневно питаться свежими овощами.

В последние годы урожайность овощных культур остается невысокой. Одним из основных препятствий в получении высокой и стабильной урожайности луковиц чеснока является высокая засоренность посевов. По оценке ученых, потери овощей от сорной растительности составляют не менее 20–50 %.

В Законе Республики Беларусь о защите растений дано наиболее полное определение сорных растений: это растения, произрастающие в посевах и насаждениях культурных сельскохозяйственных, декоративных растений, и наносящие им вред (замедление роста и снижение урожайности растений, ухудшение их качества, иное вредное воздействие), а также способствующие распространению вредных организмов.

Снижение численности сорных растений в посадках чеснока является одним из важнейших факторов получения высоких и устойчивых урожаев. В настоящее время защита от сорных растений становится одной из главных проблем в комплексе технологических приемов оптимизации условий для максимального проявления адаптивного потенциала сортов чеснока.