**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Агрономічний факультет

Кафедра захисту рослин

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

**Сичевська Наталія Сергіївна**

УДК 578. 083

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**ФІТОВІРУСОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ НАСАДЖЕНЬ КАРТОПЛІ В АГРОЦЕНОЗАХ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Спеціальність 202 «Захист і карантин рослин»

Подається на здобуття освітнього ступеня **магістр**

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Н. С. Сичевська

Керівник роботи

Іващенко Ірина Вікторівна

к. б. н., доцент кафедри захисту рослин

**Житомир – 2020**

**АНОТАЦІЯ**

Сичевська Н. С.  Фітовірусологічний моніторинг насаджень картоплі в агроценозах Житомирської області – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 202 – захист і карантин рослин. – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

В результаті фітовірусологічного моніторингу насаджень картоплі в агроценозах Житомирської області впродовж 2019–2020 рр. встановлено, що поширення вірусних хвороб в Пулинському районі становило 9,4%, в Попільнянському – 15%, в Черняхівському – 2,9%. Згідно методу рослин-індикаторів та серологічних досліджень, М-, S-віруси картоплі найбільш поширені в агроценозах Попільнянського району, Y-вірус – в Пулинському районі. Ефективність оздоровлення генотипів картоплі від вірусної інфекції методом апікальної меристеми становила в середньому 23,38±5,85%, в поєднанні з термотерапією – 28,38±5,83%. При поєднанні термотерапії, верхівкової меристеми, хіміотерапії (ацикловіру, аміксину) ефективність оздоровлення була найвищою – 31,7±0,4%. Застосування аміксину та ацикловіру в оздоровленні сортів картоплі від вірусної інфекції в системі біотехнологій дозволяє підвищити ефективність оздоровлення на 3,32 %. Таким чином, для оздоровлення генотипів картоплі від вірусної інфекції найефективніше поєднувати методи термотерапії, верхівкової меристеми та хіміотерапії.

**Ключові слова**:картопля, віруси, біотехнологічні методи, фітовірусологічний моніторинг, агроценози.

**ANNOTATION**

Sychevska N.S. Phytovirological monitoring of potato plantations in agrocenoses of Zhytomyr region – Qualification work on the rights of manuscript.

Qualification work for a master's degree in specialty 202 – plant protection and quarantine. – Polissya National University, Zhytomyr, 2020.

As a result of phytovirological monitoring of potato plantations in agrocenoses of Zhytomyr region during 2019-2020, it was established that the prevalence of viral diseases in Pulyny district was 9.4%, in Popilnya – 15%, in Chernyakhiv – 2.9%. According to the method of indicator plants and serological studies, potato M-, S-viruses are most common in agrocenoses of Popilnya district, Y-virus – in Pulyny district. The efficiency of recovery of potato genotypes from viral infection by apical meristem was on average 23.38 ± 5.85%, in combination with thermotherapy – 28.38 ± 5.83%. When combining thermotherapy, apical meristem, chemotherapy (acyclovir, amixin), the recovery efficiency was the highest – 31.7 ± 0.4%. The use of amixin and acyclovir in the recovery of potato varieties from viral infection in the system of biotechnology can increase the efficiency of recovery by 3.32%. Thus, for the recovery of potato genotypes from viral infection, it is most effective to combine methods of thermotherapy, apical meristem and chemotherapy.

**Key words:** potatoes, viruses, biotechnological methods, phytovirological monitoring, agrocenoses.

**ЗМІСТ**

ВСТУП………………………………………………………………………………..5

РОЗДІЛ 1. ВІРУСНІ ХВОРОБИ КАРТОПЛІ………………………………………8

1.1. Симптоми вірусних хвороб картоплі…………………………………………8

1.2. Морфологічні і біологічні особливості Y, M, S вірусів та віроїду веретеноподібності бульб картоплі ……………………………………………... 13

РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ…………………………………………………. 16

РОЗДІЛ 3.ФІТОВІРУСОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ НАСАДЖЕНЬ КАРТОПЛІ В АГРОЦЕНОЗАХ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ……………….. 20

3.1. Поширення Х, Y, S, M вірусів та віроїду веретеноподібності бульб картоплі в агроценозах Житомирської області………………………………………… 20

3.2. Ідентифікація вірусів картоплі……………………………………………… 22

3.3. Оздоровлення вихідного садивного матеріалу картоплі від

вірусної інфекції…………………………………………………………………. 24

ВИСНОВКИ………………………………………………………………………. 30

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ………………………………………. 31

**ВСТУП**

Картопля відноситься до числа основних продовольчих культур, яку називають в народі “другим хлібом”. Її цінність визначається універсальністю використання в народному господарстві країни, здатністю накопичувати велику кількість поживних речовин на одиницю площі.

Отримання високих врожаїв культури передусім залежить від впровадження нових сортів інтенсивного типу з комплексом господарсько-цінних ознак з одночасним поєднанням високої відносної стійкості до шкідливих мікроорганізмів різного походження.

Однією з найгостріших проблем у насінництві картоплі є вірусні хвороби, на культурі описано 53 віруси із 22 родів, [17, 19, 25, 29]. Найважливіші фітопатогенні віруси картоплі: Y-вірус, Х-вірус, ВСЛК (вірус скручування листя картоплі), S-вірус, М-вірус, А-вірус, вірус щіткоподібності верхівки, вірус чорної кільцевої плямистості томатів, вірус жовтої карликовості картоплі, аукуба-мозаїка картоплі [20, 38, 39, 40]. Серед перерахованих до найбільш поширених і шкідливих в Україні відносять: Y-, M-, S - віруси картоплі [1, 15, 22, 26, 28, 35]. Вірусні хвороби картоплі завдають великих збитків картоплярству. Втрати врожаю від важких форм вірусних хвороб, спричинених УВК, ВСЛК, становлять 70-80%, а у деяких випадках– і 100%. Втрати врожаю картоплі в зоні Полісся України внаслідок ураження вірусними хворобами становлять в середньому 30–40 %, сягаючи 38–70% [9, 36]. У зоні Полісся більшість сортів повністю уражена М-вірусом, збитки можуть становити понад 40% врожаю [18]. Поширення вірусної інфекції в агроценозах картоплі визначається сприйнятливістю сортів до окремих вірусів [1]. Отже, питання розповсюдженості фітовірусів картоплі є актуальним і має теоретичне і практичне значення [4, 27].

**Мета досліджень** –проведення фітовірусологічного моніторингу насаджень картоплі в агроценозах Житомирської області, оздоровлення генотипів картоплі від вірусної інфекції.

Для досягнення поставленої мети вирішували наступні завдання:

- моніторинг поширення в господарствах Житомирської області XBK, YBK, SBK, MBK та готики;

- серологічні дослідження XBK, YBK, SBK, MBK;

- термотерапія бульб картоплі;

- введення в культуру in vitro апікальної меристеми картоплі сортів Кобза, Поліська 96, Серпанок, Червона Рута;

- мікроклональне розмноження рослин картоплі в умовах *in vitro*;

**Об'єкт досліджень**: уражені вірусними хворобами рослини та бульби картоплі, апікальні меристеми та пробіркові рослини картоплі в умовах in vitro.

**Предмет досліджень:** поширення та ідентифікація вірусів картоплі в агроценозах Житомирської області а також ефективність оздоровлення генотипів картоплі від вірусної інфекції при поєднанні термотерапії, верхівкової меристеми, хіміотерапії (аміксину, ацикловіру).

**Методи дослідження:** У процесі виконання дипломної роботи були використані загальнонаукові та спеціальні методи досліджень: польовий (визначення поширення вірусних хвороб), вірусологічні ( рослин-індикаторів, серологічний), біотехнологічні (методи культури тканин), статистичні.

**Перелік публікацій автора за темою дослідження:**

1. Сичевська Н. С., Іващенко І. В. Фітовірусологічний моніторинг насаджень картоплі в агроценозах Житомирської області. Проблеми екології та екологічно орієнтованого захисту рослин / матеріали I науково-практичної конференції студентів (м. Житомир, 3 жовтня 2020 р.), Житомир: Поліський національний університет. 2020. С. 38-42.
2. Сичевська Н. С. Вірусні хвороби картоплі в агроценозах Житомирської області. Проблеми екології та екологічно орієнтованого захисту рослин / матеріали I науково-практичної конференції студентів (м. Житомир, 3 жовтня 2020 р.), Житомир: Поліський національний університет. 2020. С. 36-38.
3. Іващенко І. В., Сичевська Н. С., Воловець Ю. М. Дослідження вірусних хвороб в агроценозі картоплі дослідного поля Поліського університету. Проблеми екології та екологічно орієнтованого захисту рослин / матеріали I науково-практичної конференції студентів (м. Житомир, 3 жовтня 2020 р.), Житомир: Поліський національний університет. 2020. С. 67-70.

**Практичне значення одержаних результатів сорти.** Оздоровлені від вірусної інфекції пробіркові рослини картоплі можуть бути використані в насінництві картоплі.

**Структура та обсяг роботи.** Дипломна робота містить 34 сторінки, п’ять таблиць та ілюстрована 6-ма рисунками. Складається із вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел.

**РОЗДІЛ 1. ВІРУСНІ ХВОРОБИ КАРТОПЛІ**

**1.1. Симптоми вірусних хвороб картоплі**

Серед чисельних хвороб картоплі, вірусні інфекції є важливим фактором зниження продуктивності культури, товарності, та якості бульб [3, 16]. За останні роки змінились значимість окремих патогенів і шкідників на картоплі та їх співвідношення в агроценозі [6, 17].

На відміну від інших патогенів, вірус в інфікованій рослині зберігається протягом всього її життя, що призводить до накопичення вірусів в агроценозах [24, 14]. Вірусні хвороби призводять до зниження врожайності рослин, погіршення якості продукції. Втрати врожаю внаслідок вірусного ураження становлять від 10-20% за ураження X- та S-вірусами картоплі, до 70-75% при інфікуванні Y-вірусом картоплі та вірусом скручування листків картоплі [36]. На картоплі виявлено 53 віруси із 22 родів, ідентифікованих у різних країнах і регіонах, близько тридцяти можуть мати економічне значення для картоплярства [10]. До найбільш поширених у регіонах вирощування культури відносять: вірус скручування листків картоплі, Y, А, Х, М, S - віруси картоплі [18].

Наряду зі звичайними, набувають все більшого поширення некротичні штами, що спричиняють утворення на бульбах кільцевих некрозів (PVYNTN) [30, 37]. Із описаних на картоплі вірусів більшість в Україні не вивчались. Контроль фітопатогенних вірусів, який набуває особливого значення в процесі оздоровлення, випробування і розмноження отриманого оздоровленого насіннєвого та посадкового матеріалу має бути невід'ємною складовою рослинництва. Одержання якісного насіннєвого матеріалу можливе лише за умови виявлення вірусних хвороб на всіх етапах насінницького процесу з застосуванням ефективних методів діагностики.

*Симптоми вірусних хвороб картоплі:*

*Крапчаста або звичайна мозаїка картоплі*.

*Збудники****-*** *Potato virus X (PVX),* Х -вірус картоплі (Potexvirus: Alpha flexiviridae) і Potato virus S (PVS).При крапчастій мозаїці знижується фотосинтез та продуктивність рослин. Затримується відтік асимілянтів, що призводить до недобору врожаю бульб. Слабопатогенні штами вірусу знижують урожай на 12%, а сильнопатогенні на 45%.

*Симптоми:* хлоритичне забарвлення. В результаті уповільнення зростання жилок листя стають зморшкуватими, краї їх згинаються і стають крихкими. Характерна мозаїка або крапчатість на листі. На молодих листках спостерігається хлороз і світло-зелена мозаїка у вигляді плям різної інтенсивності, форми і величини (рис.1.1). Плями добре видно тільки в похмуру погоду, на яскравому сонці практично не помітні. Додактовими симптомами є загальний хлороз і уповільнений ріст пагонів. На листках деяких сортів мозаїчність переходить в чорну некротичну крапчастість. Бувають сорти, у яких по мірі старіння мозаїчність поступово зникає; інфекція переходить у латентну, безсимптомну форму.



Рис. 1.1. Крапчаста або звичайна мозаїка картоплі

***Смугаста мозаїка картоплі***

*Збудники:*Potato virus Y (PV-Y), Y-вірус картоплі, в комплексі з іншими вірусами, такими як X -, S-, A - віруси картоплі.

*Симптоми*: сильно варіюють залежно від сорту картоплі, виду, вірусних штамів і умов вирощування. Здебільшого хвороба проявляється у вигляді мозаїки та некротичних плям або смуг на листках, стеблах (рис.1.2 А). На жилках листя, здебільшого з нижньої сторони, а також в куточках між жилками утворюються темно-коричневі штрихи і плями (рис.1.2 Б). Спочатку ознаки ураження з'являються на нижніх і середніх листках, потім-на верхніх, надалі темно-коричневі штрихи поширюються на черешки і листя. Стебла і листки стають крихкими і ламкими.

До кінця вегетації майже все листя, починаючи знизу, засихає, обвисає або обпадає. В польових умовах смугаста мозаїка дуже часто супроводжується зморшкуватістю. На деяких сортах симптоми можуть зникати. На поверхні бульб іноді помітні кільця і опуклості, які поступово некротизуються (рис.1.2 В)



В

Б

А

Рис.1.2. Смугаста мозаїка картоплі (А, Б, В)

***Зморшкувата мозаїка картоплі***

*Збудник* – Potato virus Y (PV-Y) –Y- вірус картоплі. Частіше мозаїка викликається змішаною інфекцією PV-Y+PVX

*Симптоми.* Уражені рослини відстають у рості, мають пригнічений вигляд. В кінці вегетації на поверхні бульб утворюються роздуті кільця, які в період зберігання некротизуються і заглиблюються в м'якоть бульби до судинного кільця. Уражені бульби втрачають товарну і харчову цінність. Масовий прояв хвороби звичайно спостерігається в середині вегетаційного сезону при настанні спекотної погоди. У хворих рослин знижується водоутримуюча здатність тканин, вони не цвітуть і закінчують вегетацію на 3-4 тижні раніше здорових, що викликає значний недобір врожаю.



Рис.1.3. Зморшкувата мозаїка картоплі

***Скручування листя картоплі***

*Збудник* **–**Potato leaf roll virus (PLRV), вірус скручування листя.

*Симптоми***:** Захворювання нерідко протікає в латентній формі, без симптомів. При зараженні від материнської бульби виявляється спочатку скручування нижніх листків уздовж середньої жилки (рис.1.4. А). Листя стають жорсткими і шарудять, нерідко з нижньої сторони набувають антоціанового забарвлення. У деяких сортів спостерігається деформація верхніх ярусів листя. Ріст рослин сповільнюється.

Хвороба уражує не тільки листя, але і бульби, на зрізі яких помітний сітчастий некроз (рис. 1.4 Б). Проростання хворих бульб затримується, спостерігається нитковидність паростків. Ознаки хвороби посилюються при високій температурі повітря і ґрунту та нестачі вологи.



Б

А

Рис. 1.4. А - скручування листя; Б - сітчастий некроз бульб картоплі

***Веретеноподібність бульб картоплі або готика.***

*Збудник: Potato spindle tuber viroid (PSTV)*

*Симптоми:* Уражені рослини набувають темно-зеленого або фіолетового забарвлення, витягнуті, листки дрібні, зморшкуваті, із слабко закрученими краями вздовж середньої жилки. (рис. 1.5 А). Бульби у хворих рослин грушеподібні багатовічкові (рис.1.5 Б), веретеноподібні (рис.1.5 В), іноді вкриваються великими некротичними плямами і тріщинами.



В

Б

А

Рис. 1.5. Готика: А- уражена рослина вірусом; Б –карликовість рослин картоплі;В – веретеноподібність бульб.

**1.2. Морфологічні і біологічні особливості Х, Y, M, S вірусів та віроїду веретеноподібності бульб картоплі**

***М-вірус картоплі ( Potato virus MPV).*** Належить до родини Flexiviridae. Віріони ниткоподібні, прямі або слабо гнучкі, розміром 650-652 х 12-13 нм; вміст РНК у вірусній частці МВК становить 5,4%; геном представлений +РНК довжиною близько 7000 нуклеотидів; визначено повну нуклеотидну послідовність структурного гена; структурний білок - поліпептид із молекулярною масою 35,7 кДа; визначено амінокислотний склад і амінокислотну послідовність білка оболонки; широко розповсюджений у регіонах вирощування картоплі; спектр рослин-хазяїв не широкий; резервується у бур’янах; передача інокуляцією соку, шляхом контакту, ботанічним насінням, щепленням, попелицями неперсистентно (70-90 %), двома видами сліпняків (польовим клопом та звичайним люцерновим клопом з ефективністю 29 % та 16-22 %, відповідно), 28-точковою картопляною корiвкою; на рослинах картоплі спричиняє латентну інфекцію, можуть також проявлятись симптоми закручування верхівкових молодих листків, слабка їх мозаїчність; при високій температурі повітря i грунту симптоми можуть послаблюватись або тимчасово зникати, високі дози азотних добрив також маскують симптоми захворювання [36].

***S-вірус картоплі Potatovirus S, PVS.*** Належить до родини *Flexiviridae .*

Віріони ниткоподібні, прямі або слабо гнучкі, розміром 650 x 12 нм; широко розповсюджений у регіонах вирощування картоплі; спектр рослин-хазяїв не широкий; резервується у бур’янах; передається інокуляцією соку, в польових умовах - при контакті листків, під час зберігання - при контакті паростків; шляхом бульбових щеплень; при рiзаннi ножем (до 25% рослин); ботанічним насінням (0,2-0,4%); попелицями, клопами; на рослинах картоплі викликає латентну інфекцією або слабкі симптоми: загальне посвітління листків, крапчастість, легке загинання донизу верхівки листків; послаблення тургору або прив’ялість, загальний хлороз; більш розлогий габітус куща; зниження урожаю бульб може досягати 20%; виділений Андійський штам SBK, який є карантинним об’єктом для Європи.

***Х-вірус картоплі - Potato virus X, PVX.*** Належить до родини Flexiviridae.Віріони ниткоподібні, розміром 515 х 13нм; маса РНК становить близько 6% маси частки, визначено її нуклеотидну послідовність; спектр рослин-господарів включає здебільшого пасльонові; резервується у бур’янах; передача механічно інокуляцією соку, шляхом контакту здорових i хворих листків, коренів, паростків; переносниками є деякі види кобилок із роду Melanoplus, колорадський жук, 28-точкова картопляна корівка, зооспори гриба Synchitrium endobioticum, трипси. На рослинах картоплі спостерігається латентна інфекція, може бути мозаїка або крапчастість; сильнопатогенні штами викликають на деяких сортах некрози на листках.

***Y-вірус картоплі - Potato virus  Y, PV-Y.*** Належить до родини *Potyviridae.* Віріони гнучкі ниткоподібні, модальна довжина - 740 нм (650-776 нм), діаметр 11-12 нм; маса РНК становить близько 5,4 – 6,4% маси частки, Мм 3.1 x 106; покровний протеїн – Мм 33000 – 34000, визначено амінокислотний склад білка; повний геномний сиквенс визначений для чотирьох ізолятів PVYN, двох - PVYNTN, одного - PVYO та інших, виділених із різних рослин; один із найбільш поширених і економічно важливих патогенів; має широке коло сприйнятливих рослин різних родин, окрім картоплі уражує тютюн, томат, солодкий перець. Вірус передається механічно інфекційним соком, за допомогою попелиць неперсистентно, стебловим та бульбовим щепленням, припускають передачу насінням та контактно-механічним способом. Представлений багатьма патотипами, основними штамовими групами є PVYO та PVYN; на рослинах картоплі спричиняє більш-менш значну крапчастість, мозаїку, зморшкуватість, крихкість листків та їх смугасту некротизацію; при смугастій мозаїці на жилках листків, переважно з нижнього боку, а також у куточках між жилками утворюються темно-коричневі штрихи та плями. Спочатку ознаки ураження з’являються на нижнiх та середнiх листках, потiм - на верхiвкових; у подальшому темно-коричневi штрихи розповсюджуються на черешки та стебла, до кінця вегетації рослини майже всі листки, починаючи з нижніх, засихають на стеблах. У польових умовах смугаста мозаїка часто супроводжується зморшкуватою – уражені рослини відстають у рості, листки стають зморшкуватими, ріст жилок уповільнений - тканина між жилками здувається. Симптоми залежать від штаму вірусу, сорту картоплі, кліматичних умов. Некротична кільцева плямистість бульб, виявлена у 1980-х роках, набула поширення у регіонах вирощування картоплі, сприйнятливими виявились багато сортів. Втрати урожаю можуть становити 40-70 % при зараженні штамом PVYO; втрачається якість бульб, особливо за інфекції штамом PVYNTN.

**Віроїд веретеноподібності бульб картоплі - Potato spindle tuber**

**viroid, PSTVd.** Належить до родини *Pospiviroidae***.** Кільцева одноланцюгова РНК, побудована з 240-400 нуклеотидів; геном не кодує пептидів; РНК перебуває на різних стадіях агрегації; найменші інфекційні молекули мають Мм 50000. Спектр уражуваних рослин – переважно представники родини Solanaceae, родів Capsicum, Datura, Lycopersicon, Nicandra, Nicotiana, Petunia, Physalis та Solanum. Віроїд широко розповсюджений, передається, головним чином, механічно і при контакті листя. Зберігається у бульбах картоплі, пилку і насінні рослин (картопля, томат); при використанні пилку уражених рослин при схрещуванні 50% сіянців картоплі уражені віроїдом. Уражені рослини картоплі відстають у рості, кущ стає стислим, прямостоячим, з меншою кількістю стебел; стебла тонкі, менш ребристі, з короткими міжвузлями; листки, як правило, не мозаїчні і некрихкі, дрібні, з недорозвиненими кінцевими частками. Частки з хвилястими краями або скривлені гвинтоподібно; листки розміщені під гострим кутом, світліші, ніж у нормальних рослин. На деяких сортах віроїд викликає некрози на стеблах і черешках, схожі з симптомами ураження Y-вірусом картоплі. Бульби більш видовжені, веретеноподібні, іноді грушоподібні; вічка опуклі, кількість їх збільшена.

Високу продуктивність культури картоплі підтримують захисними фітосанітарними заходами, впровадженням у виробництво стійких до вірусних хвороб сортів, шляхом генетичного поліпшення та біотехнологічного оздоровлення сортів [7]. Один із шляхів отримання високоякісного посадкового матеріалу картоплі – оздоровлення сортів картоплі біотехнологічним методом культури меристеми [8, 12, 13, 21, 28].

**РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Дослідження проводили впродовж 2019–2020 років на кафедрі захисту рослин агрономічного факультету Поліського університету. Фітовірусологічний моніторинг насаджень картоплі здійснювали в агроценозах Попільнянського (село Паволоч), Пулинського (с. Чернявка), Черняхівського (село Велика Горбаша) районів Житомирської області.

Метою даної роботи було проведення фітовірусологічного моніторингу насаджень картоплі в агроценозах Житомирської області.

Програмою дипломної роботи передбачалось:

- вивчення поширення в господарствах Житомирської області XBK, YBK, SBK, MBK та готики;

- серологічні дослідження XBK, YBK, SBK, MBK;

- термотерапія бульб картоплі;

- введення в культуру in vitro апікальної меристеми картоплі сортів Кобза, Поліська 96, Серпанок, Червона Рута;

- мікроклональне розмноження рослин картоплі в умовах *in vitro*;

- вивчення ефективності оздоровлення картоплі від вірусної інфекції залежно від методу оздоровлення та антивірусних речовин.

Об᾿єкт досліджень – уражені вірусними хворобами рослини та бульби картоплі, апікальні меристеми та пробіркові рослини картоплі в умовах *in vitro.*

Матеріалом для дослідження вірусних хвороб картоплі слугували зразки рослин та бульб з симптомами ураження Y, M, S та віроїду веретеноподібності бульб картоплі, відібрані в господарствах приватного сектору Житомирської області.

Апікальні меристеми виділяли із етильованих паростків бульб картоплі сортів Кобза, Поліська 96, Серпанок, Червона Рута.

*Метод рослин-індикаторів.* Метод рослин індикаторів застосовували з метою вивчення симптомів досліджуваних вірусів картоплі [5, 34]. В якості рослини-індикатора застосували квасолю (*Phaseolus vulgaris* L.).

1. Листя картоплі із симптомами вірусного ураження зважують (5-10г), подрібнюють ножицями та розтирають у ступці з додаванням фосфатного буферу у співвідношенні 1:2.
2. Отриманий гомогенат листя фільтрують через капронову тканину чи марлю (4 шари) та використовують для зараження рослин-індикаторів.
3. На поверхню листків (2-3шт) рослин-індикаторів наносять карборунд для більш ефективного пошкодження листової пластинки. Шляхом механічної інокуляції різними методами проводять зараження.
4. Через 5-10хв надлишок вірусного матеріалу змивають дистильованою водою.
5. Маркіруємо рослини, закріплюючи етикетки на інфікованих листках. Рослини поміщають на 1 добу в темне місце, щоб вони краще перенесли наслідки після процесу інакуляції. Тоді їх переносять до фітотрону на 12-14 днів до чіткого прояву вірусних симптомів.

*Серологічні методи дослідження.* Для ідентифікації досліджуваних вірусів картоплі використовували загальноприйняті у вірусології серологічні методи, а саме реакції краплинної преципітації [5].

*Постановка реакції краплинної преципітації:*

1. На знежирене предметне скло наносять краплю досліджуваного вірусовмісного матеріалу.
2. Поряд наноситься крапля специфічної антисироватки.
3. Скляною паличкою змішують ці краплини.
4. Через 20-30 хвилин проводять облік реакції. При специфічній взаємодії між антигеном та антитілом візуально спостерігається утворення білого осаду. В контролі (без антигена) утворення осаду не спостерігається.

*Термотерапія бульб картоплі.*В термокамеру закладають по 10 бульб кожного досліджуваного сорту. Кювети з бульбами ставлять на термотерапію в затемнений термобокс при температурі 37-390 С та вологості не нижче 75%. Термотерапію проводять протягом шести тижнів. За зазначеного режиму на бульбах утворюються довгі етіольовані паростки, які використовують для виділення апікальної меристеми.

*Виділення апікальної меристеми картоплі та мікроклональне розмноження*

Робота проводилась в наступному порядку.

1. В мильному розчині ретельно промивають паростки картоплі. Відмивають їх від мильного розчину проточною водою.
2. В стерильному ламінар-боксі готують 20% розчин білизни (10 мл білизни + 40 мл. дистильованої стерильної води). В цьому розчині протягом 15-20 хв стерилізують паростки картоплі. Тричі промивають стерильною дистильованою водою по 10 хв.
3. Паростки переносять в стерильні чашки Петрі і за допомогою інструментів під бінокуляром відділяють меристему.
4. Висаджують меристему на штучне поживне середовище, розлите в пробірки.

Пробірки з висадженими експлантами (меристемами) переносять в світлову кліматичну камеру з режимом 2000 люкс, температурою 26°С, відносною вологістю 70-80 %, з 16-годинним фотоперіодом.

*Мікроклональне розмноження рослин картоплі*

Для вирощування рослин картоплі *in vitro* використовували середовище, розроблене в НДІКГ [23]. Поверхню пробірки з рослиною – регенерантом протирають спиртом, верх пробірки прожарюємо в полум'ї спиртівки. Стерильним пінцетом виймаємо безвірусну рослину і кладемо в стерильну чашку Петрі або на стерильний листок паперу. Ланцетом відрізаємо листочки і розділяємо на черешки з одним міжвузлям дотримуючись полярності, висаджуємо мікрочеренки на поживне середовище. Пробірку з мікрочеренками виставляємо в кліматичну камеру з установленим режимом. Мікроклональне розмноження рослин картоплі проводили в ламінарному боксі, в стерильних умовах.

*Облік вірусних хвороб картоплі*

Облік ураження насаджень картоплі вірусними хворобами проводили згідно методичних рекомендацій Інституту картоплярства УААН [23]. Обліки рекомендовано здійснювати у вегетативну фазу (висота рослин 15-20 см), у фазу цвітіння рослин. Згідно рекомендацій обліки проводять залежно від площі ділянки на такій кількості рослин:

до 50 м2 – 100 кущів, до 100 м2 – 200 кущів, понад 100м2 – 300 кущів. Якщо на ділянці росте не більше 100 кущів, оглядають усі рослини; кожну хворобу оцінюють окремо. За результатами обліку вираховують поширеність хвороби, яка вказує кількість хворих рослин на даному полі відносно їх загальної кількості.

Поширеність хвороби вираховують за формулою:

Р = п х 100 / N, (2)

де

Р - поширеність хвороби (%);

n - кількість хворих рослин в пробах;

N - загальна кількість облікових рослин (хворих і здорових)

У виробничих дослідах бактеріальні та вірусні хвороби враховуються на пробах рослин, при цьому методика відбору проб така ж, як і при обліку альтернаріозу і фітофторозу.

**РОЗДІЛ 3. ФІТОВІРУСОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ НАСАДЖЕНЬ КАРТОПЛІ В АГРОЦЕНОЗАХ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

* 1. **Поширення Х, Y, S, M вірусів та віроїду веретеноподібності бульб картоплі в агроценозах Житомирської області.**

Картопля, як рослина, що вегетативно розмножується, надзвичайно сильно реагує на умови вирощування, змінюючи залежно від них як урожайність, так і стійкість проти різних захворювань і, в першу чергу, вірусних. Сприятливі для рослини картоплі грунтово-кліматичні і фітосанітарні умови позитивно впливають на якість її нащадків. Водночас несприятливі грунтово-кліматичні умови і фітосанітарні умови призводять до зниження продуктивності й інших якостей насіннєвого матеріалу, а також посилюють ступінь прояву різних хвороб. Встановлено також, що сорти картоплі щодо стійкості (сприйнятливість) до кожного із вірусів, ступеня зниження врожайності у відповідь на ураження значно відрізняються один від одного. Для одного й того ж сорту картоплі шкодочинність окремих збудників хвороб неоднакова. Наприклад, віруси Х і S знижують урожайність не значно (в середньому на 10%), а стовбур, навпаки, дуже сильно (до 90-100%). За ступенем шкідливості (в міру зростання) поширені збудники вірусних хвороб розміщуються наступним чином: S, M, A, Y, віроїд веретеноподібності бульб, вірус L, збудник стовбура. Дуже шкідливі змішані інфекції, які спричиняються комплексом вірусів. У цих випадках уражені рослини мають симптоми тяжких форм вірозів і знижують урожайність до 50% і більше.

За результатами обстеження фітосанітарних умов у різних районах Житомирської області протягом 2019-2020 рр. щодо поширення вірусних хвороб, встановлено, що ураженість ними складала в Черняхівському районі - 2,9%; Попільнянському –15%; Пулинському районі – 9,4 % [11, 32]. (табл. 3.1). Отже, найбільше поширення вірусних хвороб виявлено при обстеженні насаджень картоплі приватного сектору Попільнянського району. Ураженість насаджень картоплі вірусною інфекцією відрізнялась за роками незначно, проте відмічена тенденція до збільшення вірусної інфекції у 2020 році, що, очевидно, пов’язано з кліматичними факторами. Відомо, що екологічні й кліматичні умови впливають не тільки на чисельність і рухливість переносників, але й на їх здатність передавати вірусну інфекцію. Згідно методу рослин-індикаторів та серологічних досліджень, М-вірус картоплі найбільш поширений в Попільнянському районі, S-вірус – в Попільнянському, Y-вірус – в Попільнянському районі [31].

*Таблиця 3.1.*

Поширення вірусних хвороб картоплі в умовах Житомирської області, %

(2019-2020рр.)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Район | Віруси | | | | | | | | | | |
| 2019 | | | | | 2020 | | | | | середнє |
| всього | S | M | Y | готика | всього | S | M | Y | готика | всього |
| Черняхівський, с. Велика Горбаша | 2,7 | 0,5 | 2,2 |  |  | 3,1 | 0,7 | 2,4 |  |  | 2,9 |
| Попільнянсь-кий,  с. Паволоч | 13,9 | 2,5 | 7,2 | 3,0 | 1,2 | 16,1 | 3,6 | 8,3 | 2,7 | 1,5 | 15 |
| Пулинський, с. Чернявка | 10,0 | 0,6 | 6,4 | 1,7 | 1,3 | 8,7 | 0,7 | 6,7 | 1,3 |  | 9,4 |

На родючих грунтах, або добре удобрених ділянках уражені вірусами рослини утворюють достатньо високі врожаї. Навпаки, шкідливість вірусів зростає на піщаних та малородючих грунтах, а також за недостатнього удобрення. За узагальненими дослідженнями шкідливість вірусної інфекції становить: у сприятливих для культури картоплі умовах щодо всіх латентних вірусів і слабких форм вірозів -10%, тяжких – 40%, в несприятливих умовах – відповідно 20 і 80%. За фактичної врожайності 150, 200 або 300 ц / га недобір урожаю відповідно 19, 26 або 30 ц / га.

**3.2. Ідентифікація вірусів картоплі**

Застосовуючи метод рослин-індикаторів, вивчали симптоми досліджуваних вірусних хвороб картоплі. На рослинах квасолі після інокуляції соком хворих рослин з′являлись чіткі симптоми досліджуваних вірусних хвороб картоплі. Для ідентифікації вірусів картоплі окрім візуального, рослин-індикаторів, застосовували серологічний метод – здійснювали реакції краплинної преципітації.

На основі візуальної діагностики, методу рослин-індикаторів, серологічного методу у досліджуваних зразках рослин картоплі ідентифіковано: У-вірус, УВК (Potato virus Y); М-вірус, МВК (Potato virus M), S-вірус, SBK (Potato virus S) та віроїд веретеноподібності (табл. 3.2).

*Таблиця 3.2.*

Виявлення У, S, M вірусів та віроїду веретеноподібності бульб картоплі

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Хвороба | Збудник | Основні ознаки захворю- вання | | Спосіб виявлення | | | |
| Візуально | тест | | |
| Серологгічний | Біологічний | |
| Смугаста мозаїка | У-вірус | Поздовжні чорні або бурі смужки, штрихуватий некроз на стеблах, черешках і жилках з нижнього боку листків. Рослина крихка. | | ++ | + | +++ | |
| Закручування листя | М-вірус | Хвилясті краї частинок листка загнуті до верху у ярусі рослин. Складчастість і загальний хлороз відсутні. У другій половині вегетації ознаки хвороби посилюються,іноді зникають зовсім. | + | | ++ | | + |
| Слабка крапчастість | S-вірус | Міжжилкова крапчастість; у деяких сортів закручування листків донизу, сильна зморшкуватість, бронзовість | - | | ++ | | + |
| Готика | Віроїд веретеноподібності | Листки підняті вгору вздовж стебла під гострим кутом і мають дрібні частинки. Пластинки частинок листків складені уздовж середньої жилки, краї на їх верхівці антоціанові. Вкорочені міжвузля роблять кущ карликовим. | + | | - | | + |

**3.3. Оздоровлення вихідного садивного матеріалу картоплі від вірусної інфекції**

Оздоровлення сортів – це перший найбільш відповідальний етап роботи з виробництва оздоровленого вихідного матеріалу. У технології оздоровлення сортів картоплі виділяють такі методи: метод верхівкової меристеми, термотерапія, хіміотерапія. Кожен метод проводять поетапно: термотерапія, виділення меристеми – хіміотерапія – регенерація рослин із меристем – клональне мікророзмноження рослин in vitro – вирощування рослин в культиваційних спорудах та в полі [2, 33].

Вперше метод термотерапії для оздоровлення бульб від вірусу скручування листя картоплі описаний в 1965 році Б. Кассанісом. Нині доведена ефективність термотерапії в оздоровленні рослин картоплі від вірусів, що мають сферичну форму часток.

Процес термотерапії здійснювали в наступній послідовності. Щоб отримати гарантовану кількість паростків для виділення меристем, в термокамеру закладали по 10 бульб кожного сорту. Кювети з бульбами ставили на термотерапію в затемнений термобокс при температурі 37-390 С та вологості не нижче 75%. Термотерапію проводили впродовж шести тижнів. За зазначеного режиму на бульбах утворювались довгі етіольовані паростки, які використовували для виділення меристеми (рис. 3.1).



**А**

**Б**

Рис. 3.1. А, Б, - виділення апікальної меристеми із паростків картоплі

Виділяли меристеми під бінокулярним мікроскопом при збільшенні у 24-50 разів. Меристеми розміром 100-200 ммк, з одним примордієм відокремлювали і переносили на агаризоване середовище у пробірки. У процесі оздоровлення сорту виділяли 50 меристем. Пробірки ставили у кімнати світлокультури. Регенерація меристем до утворення рослин з 5-7 листочками тривала 30-45 днів. Одержані рослини живцювали. Живці висаджували у пробірки на відповідне живильне середовище для регенерації рослин. Одночасно проводили контроль на наявність вірусної інфекції серологічним методом.

При застосуванні лише методу апікальної меристеми ефективність оздоровлення картоплі від вірусної інфекції була найнижчою і становила в середньому за сортами 23,4±5,9 % (табл. 3. 3). При цьому найвища регенераційна здатність відмічена у сорту Червона Рута – 36%.

При застосуванні термотерапії в поєднанні з меристемою найбільший відсоток оздоровлених ліній отримали по сорту Поліська 96 (див. табл. 3.4). Незважаючи на зниження регенерації меристем у досліджуваних сортів після термотерапії, кількість оздоровлених ліній підвищилась у порівнянні із застосуванням лише методу меристеми. Слід зазначити, що метод термотерапії не дозволяє оздоровити бульби від мозаїчних вірусів.

Хіміотерапію застосовували з другого пасажу культивування меристем. Як антивірусні сполуки (інгібітори вірусів) досліджували ефективність дії аміксину та ацикловіру. Препарати додавали стерильно до верхнього шару основного живильного середовища в концентрації 0,1% - аміксин; 0,01% - ацикловір. У процесі культивування спостерігали за морфогенезом, регенерацією меристем та ефективністю оздоровлення. Досліджувані сорти неоднаково реагували на оздоровлення, по-різному проходив морфогенез та регенерація рослин.

*Таблиця 3.3.*

Ефективність оздоровлення картоплі від вірусної інфекції методом апікальної меристеми

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Кількість виділених меристем, од. | Меристема | |
|
| регенерантів | безвірусних ліній,  од. |
| Сорт Поліська 96 | | |
| 50 | 10 | 3 |
| Ефективність, %:  регенерації  оздоровлення | 20 |  |
|  | 30 |
| Сорт Кобза | | |
| 50 | 14 | 4 |
| Ефективність, %:  регенерації  оздоровлення | 28 |  |
|  | 28,6 |
| Сорт Серпанок | | |
| 50 | 11 | 2 |
| Ефективність, %:  регенерації  оздоровлення | 22 |  |
|  | 18,2 |
| Сорт Червона Рута | | |
| 50 | 18 | 3 |
| Ефективність, %:  регенерації  оздоровлення | 36 |  |
|  | 16,7 |
| Ефективність оздоровлення (середнє), % | 23,38±5,85 | |
|

*Таблиця 3.4*

Ефективність оздоровлення картоплі від вірусної інфекції методом апікальної меристеми в поєднанні з термотерапією

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Кількість виділених меристем, од. | Меристема,  термотерапія | |
|
| регенерантів, шт. | безвірусних ліній,  од. |
| Сорт | Поліська 96 | |
| 50 | 12 | 4 |
| Ефективність, %:  регенерації  оздоровлення | 24 |  |
|  | 33,3 |
| Сорт | Кобза | |
| 50 | 11 | 2 |
| Ефективність, %:  регенерації  оздоровлення | 22 |  |
|  | 18,2 |
| Сорт | Серпанок | |
| 50 | 13 | 4 |
| Ефективність, %:  регенерації  оздоровлення | 26 |  |
|  | 30,8 |
| Сорт | Червона Рута | |
| 50 | 16 | 5 |
| Ефективність, %:  регенерації  оздоровлення | 32 |  |
|  | 31,25 |
| Ефективність оздоровлення (середнє), % | 28,38±5,83 | |
|

У процесі досліджень встановили, що антивірусні препарати під час хіміотерапії справляють стимулювальний вплив як на морфогенез, так і на регенерацію рослин (табл. 3.5). Найвищу регенераційну здатність рослин отримали щодо сорту Серпанок (50%) за використання аміксину.

*Таблиця 3.5*

Ефективність оздоровлення картоплі від вірусної інфекції методом апікальної меристеми у поєднанні з термотерапією та хіміотерапією

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Кількість виділених меристем, од. | Меристема, термотерапія, хіміотерапія | | | |
| Аміксин | | ацикловір | |
| регенерантів, од. | безвірусних  ліній, од. | регенерантів,  од. | безвірусних ліній,  од. |
| Сорт | Поліська 96 | | | |
| 50 | 24 | 7 | 20 | 6 |
| Ефективність, %:  регенерації  оздоровлення | 48 |  | 40 |  |
|  | 29,2 |  | 30 |
| Сорт | Кобза | | | |
| 50 | 20 | 7 | 16 | 6 |
| Ефективність, %:  регенерації  оздоровлення | 40 |  | 32 |  |
|  | 35 |  | 37,5 |
| Сорт | Серпанок | | | |
| 50 | 25 | 8 | 22 | 7 |
| Ефективність, %:  регенерації  оздоровлення | 50 |  | 44 |  |
|  | 32 |  | 31,8 |
| Сорт | Червона Рута | | | |
| 50 | 24 | 7 | 21 | 6 |
| Ефективність, %:  регенерації  оздоровлення | 48 |  | 42 |  |
|  | 29,2 |  | 28,6 |
| Ефективність оздоровлення (середнє), % | 31,4±2,4 | | 31,9±3,3 | |
| 31,7±0,4 | | | |

Найбільший оздоровчий ефект досягнуто з використанням методу хіміотерапії у поєднанні з методами термотерапії та верхівкової меристеми, ефективність оздоровлення в середньому становила 31,7±0,4 %. Ефективність оздоровлення при застосуванні аміксину становила 31,4±2,4 %, ацикловіру – 31,9±3,3 % (див. табл. 3.5.).

Таким чином, поєднання методів верхівкової меристеми, термотерапії, хіміотерапії для оздоровлення сортів картоплі від вірусної інфекції ефективніше ніж застосування лише методу верхівкової меристеми.

**ВИСНОВКИ**

1. В результаті фітовірусологічного моніторингу насаджень картоплі в агроценозах Житомирської області впродовж 2019–2020 рр. встановлено, що поширення вірусних хвороб в Пулинському районі становило 9,4%, в Попільнянському – 15% , в Черняхівському районі – 2,9% .
2. Згідно методу рослин-індикаторів та серологічних досліджень, М- , S-віруси картоплі найбільш поширені в агроценозах Попільнянського району, Y-вірус – в Пулинському районі.
3. Ефективність оздоровлення генотипів картоплі від вірусної інфекції методом апікальної меристеми становила в середньому 23,38±5,85%, в поєднанні з термотерапією – 28,38±5,83%. При поєднанні термотерапії, верхівкової меристеми, хіміотерапії (ацикловіру, аміксину) ефективність оздоровлення була найвищою – 31,7±0,4%.
4. Застосування аміксину та ацикловіру в оздоровленні сортів картоплі від вірусної інфекції в системі біотехнологій дозволяє підвищити ефективність оздоровлення на 3,32 %.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Анисимов Б. В. Фитопатогенные вирусы и их контроль в семеноводстве картофеля (практическое руководство). Москва: Росинформагротех, 2004. 80 с.
2. Артамонова Г. М., Герасимова С. И. Лабораторно-практические занятия по сельскохозяйственной биотехнологии : методические указания. Москва : МСХА, 1991. 94с.
3. Атлас болезней и вредителей картофеля / Иванюк В. Г. И др. М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Акад. аграр. наук Респ. Беларусь, Белорус. научн.-исслед. ин-т картофелеводства (БелНИИК). Минск: СоюзИнформ, 2000. 34 с.
4. Бойко А. Л. Екологія вірусів рослин. Київ : Вища школа, 1990. 164 с.
5. Бойко А. Л., Поліщук В. П., Токарчук Л. В. Практикум із загальної вірусології : навч. посібник / за ред. А. Л. Бойка. Київ : Видавничий центр «Київський університет», 2000. 269 с.
6. Болезни и вредители овощных культур и картофеля / Ахатов А. К. и др. Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2013. 463 с.
7. Бондар І. В., Гуляєв В. М. Основи біотехнології : монографія. Дніпродзержинськ : Вид-во ДДТУ, 2009. 444 с.
8. Бутенко Р. Г. Культура клеток растений и биотехнология. Москва: Наука, 1986. 285 с.
9. Дмитрук О. О., Дмитрук Ю. О., Бова Т. О. та ін. Моніторингові дослідження вірусних хвороб на посадках картоплі Полісся України. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2012. Вип. 15-16. С. 140-149.
10. Защита растений в устойчивых системах землепользования: в 4-х кн. / под общ. ред. Д. Шпаара. Торжок : Вариант, 2003. Кн. 2. 374 с.
11. Іващенко І. В., Сичевська Н. С., Воловець Ю. М. Дослідження вірусних хвороб в агроценозі картоплі дослідного поля Поліського університету. *Проблеми екології та екологічно орієнтованого захисту рослин :* матеріали I наук.-практ. конф. студентів, м. Житомир, 3 жовт. 2020 р. Житомир : Поліський національний університет. 2020. С. 67-70
12. Калинин Ф. Л., Кушнир Г. П., Сарнацкая В. В. Технология микроклонального размножения растений. Київ : Наук. думка, 1992. 232 с.
13. Калинин Ф. Л., Сарнацкая В. В., Полищук В. Е. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. Київ : Наукова думка, 1980. 488 с.
14. Карташева И. А. Сельскохозяйственная фитовирусология : учебное пособие. Ставрополь : АҐРУС, 2007. 168 с.
15. Картопля : енциклопедичний довідник / за ред. В. В. Кононученка, М. Я. Молоцького. Біла Церква. 2002. Т. 1. 536 с.
16. Картопля. Хвороби і шкідники / за ред. В. В. Кононученка, М. Я. Молоцького. Київ, 2003. Т. 2. 240 с.
17. Кирик Н. Н., Пиковский М. И. Болезни овощных культур и картофеля : монография. Київ : ЦП КОМПРИНТ, 2016. 434 с.
18. Коломієць Л. П. Фітосанітарний стан агроекосистем як фактор продуктивності сільськогосподарського виробництва. *Лідер України.* 2005. Вип. № 12. C. 124-126.
19. Марютін Ф. М., Панталеев В. К., Білик М. О. Фітопатологія : навч. посіб. Харків : Еспада, 2008. 552 с.
20. Мельник П. О. Сертифікація насіння картоплі. *Захист рослин*. 1998. № 6. С. 3.
21. Мельничук М. Д., Новак Т. В., Кунах В. А. Біотехнологія рослин. Київ : Поліграф Консалтінг, 2003. 519 с.
22. Мельничук М. Д. Фітовірусологія : навч. посіб. Київ : Поліграфконсалтинг, 2005. 320 с.
23. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею. Немішаєве : УААН, Інститут картоплярства, 2002. 182 с.
24. Метью Р. Вирусы растений / под ред. проф. И. Г. Атабекова. Москва : Мир, 1973. 600 с.
25. Міщенко Л. Т., Поліщук В. П., Таран О. П., Гордейчик О. І. Вірусні інфекції картоплі. Київ : Фітосоціоцентр, 2011. 144 с.
26. Московець C. Н., Бобир А. Д., Глушко Л. Е. Вірусні хвороби сільськогосподарських культур. Київ: Урожай, 1975. 164с.
27. Поліщук В. П. , Будзанівська І. Г., Рижук С. М. Моніторинг вірусних інфекцій рослин в біоценозах України / за редакцією В. П. Поліщука. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 220 с.
28. Олійник *Т. М.,* Слободян *К. А.*, Слободян *С. О.,* Грицай Р. В. Оздоровлення насіннєвого матеріалу картоплі*та* його діагностика в системі біотехнологій. *Сільськогосподарська мікробіологія.* 2011. Вип. 14. С. 156-166.
29. Пересипкін В. Ф. Сільськогосподарська фітопатологія : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2000. 451 с.
30. Рабенштейн Ф. Шуберт Ж., Шпаар Д. Проблемы идентификации штаммов Y-вируса картофеля. IV Міжнар. конф. «Біоресурси і віруси». Київ : Київський університет, 2004. С. 94.
31. Сичевська Н. С. Вірусні хвороби картоплі в агроценозах Житомирської області. *Проблеми екології та екологічно орієнтованого захисту рослин* : матеріали I наук.-практ. конф. студентів, м. Житомир, 3 жовт. 2020 р. Житомир : Поліський національний університет. 2020. С. 36–38.
32. Сичевська Н. С., Іващенко І. В. Фітовірусологічний моніторинг насаджень картоплі в агроценозах Житомирської. *Проблеми екології та екологічно орієнтованого захисту рослин* : матеріали I наук.-практ. конф. студентів, м. Житомир, 3 жовт. 2020 р. Житомир : Поліський національний університет. 2020. С. 38–42.
33. Страшнюк Н. М., Феник С. Й., Грубінко В. В. Лабораторний практикум з біотехнології. Тернопіль, 2000. 123 с.
34. Токарчук Л. В. Методичні вказівки до практикуму із вірусології для студентів біологічного факультету, 2000. 160 с.
35. Трофимец Л. Н. Вирусные болезни картофеля: Приложение к журналу «Защита растений». Москва: Агропромиздат, 1990. 79 c.
36. Фітовірусологічний моніторинг насаджень картоплі в агроценозах Чернігівської області / О. О. Дмитрук та ін. *Сільськогосподарська мікробіологія.* 2016. Вип. 23. С. 36-41.
37. Шевченко О. П. Розповсюдження та діагностика некротичних штамів Y-вірусу картоплі на Поліссі України. *Вісн. ХНАУ. Сер. «Рослинництво, селекція, насінництво, овочівництво».* Харків, 2006. № 5. С. 110–115.
38. Potato diseases: Diseases, Pest and Defects / Ed. by Dr. D. E. van der Zaag [et al.]. NIVAA (Netherlands Potato consultative Institute): Copyringht, 1996. 180 p. (найважл фітоп віруси
39. Potato, Global Research and Development / Eds: S.M. Paul Khurana, G.S. Shekhawat, B.P. Singh and S.K. Pandey. Shimla: Indian Potato Association, 2000. Vol. 1. 733 p. найважл фітоп віруси
40. Struik H. C., Wiersema S. G. Seed potato technology. Wageningen (The Netherlands): Wageningen Pres, 1999. 383 p.