Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
==========

УДК 635.21:632.51:581.524(571.63)

Флористический состав агроэкосистемы картофеля в Приморском крае

Собко О.А.

ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки

Аннотация

Сорные растения – неотъемлемая часть агроэкосистем. Они снижают урожайность сельскохозяйственных культур, так как успешно конкурируют за ресурсы среды (вода, освещённость, питательные вещества), а также способствуют развитию насекомых-вредителей и болезней растений. На обследуемых картофельных полях в 2019–2022 гг. нами выявлено 43 вида сорных растений, относящихся к 22 семействам. Самыми многочисленными являлись семейства Сложноцветные (Asteraceae) – 9 видов и Злаковые (Poaceae) – 6 видов. Сегетальную флору отличалась небольшим числом многовидовых родов и резким преобладанием одновидовых родов. Из 43 видов сегетальных растений резерваторами вирусной инфекции являлись 18 растений.

Ключевые слова: АГРОЭКОСИСТЕМА, СЕГЕТАЛЬНАЯ ФЛОРА, ФИТОВИРУСЫ, КАРТОФЕЛЬ

Введение

Сорные растения – неотъемлемая часть агроэкосистем. С одной стороны, они снижают урожайность сельскохозяйственных культур, так как успешно конкурируют за ресурсы среды (вода, освещённость, питательные вещества), а также способствуют развитию насекомых-вредителей и болезней растений. С другой стороны, разнообразие сорных растений поддерживает разветвлённые трофические уровни агроэкосистем, защищает почвы от ветровой эрозии, сохраняя её влажность и обогащая органическими веществами [1]. Изучение сорных растений имеет как фундаментальное значение для понимания процессов расселения растений под влиянием человека и формирования антропогенных вариантов растительных сообществ, так и большое прикладное. Эти работы являются научной основой для систем борьбы с сорняками в условиях устойчивого земледелия [2]. Высокое постоянство присутствия видов сорных растений в

составе агрофитоценозов имеет несколько причин. Во-первых, экологическая приуроченность сорных растений, как и культурных, к пашне – вторичному местообитанию с нарушенным естественным растительным покровом. Во-вторых, сорные растения, являясь дикорастущими, обладают присущими им признаками: обильное плодоношение, мелкосемянность, разновременность в созревании семян, в их осыпаемости и в появлении всходов, обеспечивающих развитие особей в разных погодных условиях, что приводит к разновозрастным растениям и формированию сложных популяций [3, 4]. Кроме того, развиваясь на протяжении многих веков в условиях пашни, наиболее приспособившиеся к условиям обработки почвы виды стали злостными сорными растениями [5].

Экономический порог вредоносности сорняков для картофеля — 5–12 малолетних и 2–4 экземпляра многолетних сорняков на 1 м². При этом уже их истребление обеспечивает прибавку урожая. Потери урожая картофеля от сорняков при общей засоренности более 50 экземпляров на 1 м² составляют от 20 до 25% запланированного урожая [6]. Сильные по своей конкурентоспособности сорняки, такие как подмаренник цепкий, виды горца, марь белая, лебеда раскидистая, влияют не только на урожайность, но и на размер клубней и их товарность, усложняют механизированную уборку, повышают потери. Кроме того, засоренные сорняками посадки хуже проветриваются, в них создаются благоприятные условия для поражения картофеля фитофторозом и ризоктониозом [7]. Многие виды сорных растений могут быть промежуточными растениями-хозяевами для вредителей и одновременно резерваторами возбудителей болезней; так, например: пастушья сумка, звездчатка средняя и фиалка полевая — вируса погремковости табака (Tobacco rattle virus), вызывающего ржавость клубней картофеля; донник желтый, донник мелкоцветковый, вьюнок полевой, дурман обыкновенный, крестовник обыкновенный, марь белая, молочай-солнцегляд, осот полевой, пастушья сумка, яснотка пурпурная — вируса PVY (Potato virus Y) [7].

Большинство исследователей растительного покрова юга Дальнего Востока, проводивших наблюдения за формированием сорной растительности Приморского края, описывают в основном их встречаемость и ботанический состав, и лишь единичные работы посвящены оценке численности сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур [8], и практически нет работ по резерваторам вирусной инфекции картофеля в Приморском крае.

Мониторинг распространённости и плотности произрастания сорной растительности в посевах сельскохозяйственных культур важен для получения оперативной информации, как об ожидаемом уровне засорённости полей, так и об ущербе от них для продуктивности растениеводства [2].

Исходя из вышеизложенного, целью нашего исследования является изучение видового разнообразия сорных растений и анализ накопления ими вирусных инфекций картофеля в Приморском крае.

Материалы и методы

Исследование проведено в 2019–2022 годах в Приморском крае на картофельных полях и прилегающей к ним территории. Учет растений-засорителей проводили в период массового появления основных видов сорняков в конце июня – начале августа. Результаты обследования посадок вносили в учетный лист засоренности поля. Каждое обследуемое поле проходили по диагонали, накладывая через равные расстояния учетные рамки площадью 0,25 м^2. Параметры учётной рамки для зерновых культур –0,5 × 0,5 м, для сои – 0,70 × 0,36 м. Рамки на обследуемом участке располагали равномерно, чтобы охватить и края и середину поля. Внутри рамки подсчитывали количество сорных растений каждого вида. При обследовании в каждой рамке учитывали все виды сорняков. Для более полного учета поля проходили не мене чем по 2–3 ломаным линиям, общее направление которых совпадало с длиной стороной поля. Виды, встречающиеся редко и не попавшие в рамку, записывали отдельно. Неопределенные виды объединяли в группу «прочие» и заносили в графу, соответствующую их наличию. В ходе обследований также фиксировали карантинные и ядовитые сорняки, не попавшие в учетные площадки, их записывали отдельной строкой [8]. Для определения видовой принадлежности сорной растительности используется Атлас – определитель [9].

Встречаемость рассчитывают по формуле:

$$R = \frac{100 \times n_1}{n}$$

где: R – встречаемость вида, %;

n – общее количества мест учета;

n_1 – количество мест учета с конкретным видом сорного растения.

Для оперативной оценки засоренности посевов используют метод А.И. Мальцева, при этом наличие сорной растительности оценивают по относительной численности сорняков по сравнению с густотой стеблестоя и выражают в баллах:

1 балл – единичные экземпляры сорняков в посеве, степень засоренности слабая;

2 балла – сорняков среди посевов мало, обычно теряются среди культурных растений, степень засоренности средняя;

3 балла – сорняков среди посевов много, но культурные растения преобладают, степень засоренности сильная;

4 балла – сорняки преобладают над культурными растениями, глушат их, степень засоренности очень сильная.

Поле или участок при учете засоренности проходят по двум диагоналям и внимательно осматривают, определяя численность различных видов и групп сорняков [10]. Для учета сорняков на полях по их абсолютной численности на единицу площади использовали визуальный метод [10]. В основу данного метода положен учет сорняков на полях по их абсолютной численности на единицу площади. Оценку вели в баллах, отдельно для одно-двухлетних и многолетних сорняков по шкале, приведенной в таблице 1. Обилие видов определяли по шкале Друде [11, 12].

Таблица 1. Шкала визуальной оценки численности сорняков

Балл	Одно – и двулетние		Многолетние		Степень засоренности
	Интервалы классовой численности, шт/м^2	Интервалы классовой численности, шт/м^2	Интервалы классовой численности, шт/м^2	Интервалы классовой численности, шт/м^2	
1	1-30	16	0,1-1	0,5	Очень слабая
2	31-100	65	1,1-3	2	Слабая
3	101-200	150	3,1-6	4,5	Средняя
4	201-300	250	6,1-10	8	Сильная
5	301-500	400	10,1-15	12,5	Очень сильная

Для выявления вирусов картофеля в сорных растениях методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) сорные растения собирали в отдельные биологические пакеты из фильтровальной бумаги, заворачивали в полиэтиленовые пакеты и быстро замораживали при t= - 20 ºС. Загрязнения с поверхности листьев удаляли нетканным материалом, смоченным в спирте [13].

Тотальную РНК выделяли из зеленых частей растений коммерческими наборами для выделения нуклеиновых кислот из растительного материала «ФитоСорб» (Синтол) с использованием магнитных частиц на автоматической станции выделения KingFisher Flex (ThermoScientific). Эффективность выделения определяли методом электрофореза в 1% агарозном геле, окрашенном бромистым этидием, с последующей визуализацией облучением ультрафиолетом в гель-документирующей системе GelDoc Go (BioRad). Наличие/отсутствие фитовирусов в пробах проводили одношаговой ОТ-ПЦР с флуоресцентной детекцией в реальном времени в амплификаторе QuantStudio 5 (Applied Biosystems) с использованием коммерческих наборов серии «Фитоскрин» «Potato Virus X. Y. M. L. S. A – PB» (Синтол), предназначенных для выявления вирусов PVX, PVY, PVM, PLRV, PVS, PVA. Идентификация инфекций осуществляется наличием или отсутствием нарастания сигнала флуоресценции по каналу флуорофора специфического флуоресцентного зонда, нацеленного на выявление ДНК конкретного вируса в результате протекания ПЦР.

Результаты и обсуждения

На обследуемых картофельных полях в 2019–20222 гг. нами выявлено 43 вида сорных растений, относящихся к 22 семействам. Самыми многочисленными являлись семейства Сложноцветные (*Asteraceae*) – 9 видов и Злаковые (*Poaceae*) – 6 видов (рис. 1). Сегетальная флора отличается небольшим числом многовидовых родов и резким преобладанием одновидовых родов [2].

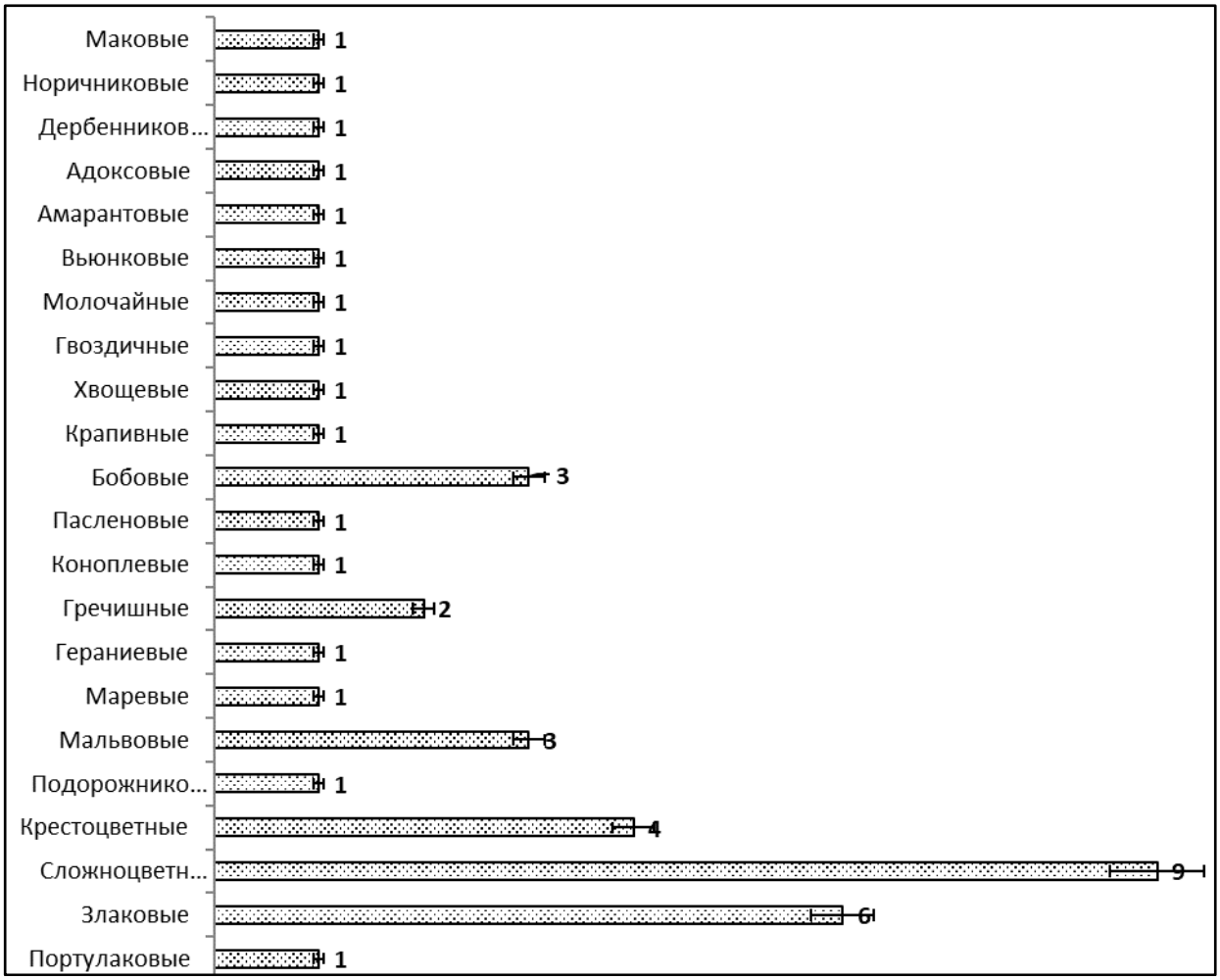

Рис. 1. Распределение сорной растительности по семействам

В наших исследованиях вся сегетальная флора относились к травянистым растениям. Преобладали монокарпическая группа – 26 видов (62%) над поликарпической – (16 видов, 38%). Доминирование монокарпической группы растений является характерной особенностью сегетальной флоры и отмечается многими учеными (Терехина, 2000; Хасанова и др., 2014; Палкина, 2015; Кондратков, Третьякова, 2019) [2, 14].

Преобладающей сегетальной растительностью в агроэкосистеме картофельного поля с встречаемостью от 80–100% являлись следующие виды: амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia*), ежовник обыкновенный (*Echinochloa crus-galli*), акалифа южная (*Acalypha australis*), марь белая (*Chenopodium album*), осот полевой (*Sónchus arvénsis*), виды семейства злаковые (*Poaceae*). Растения смыкались наземными частями, благодаря большому количеству или пышному разрастанию. В группу со средней встречаемостью 50–70 % входили портулак огородный (*Portulaca oleracea*), чертополох поникающий

(*Carduus nutans*), амарант сизоватый (*Amaranthus lividus*). Эти растения встречались на полях обильно, среднее минимальное расстояние между растениями составляло от 20 до 40 см. Все остальные виды составляли группу растений, которые встречались на полях изредка, рассеяно, в небольших количествах, были вкраплены в основной фон других растений, с частотой встречаемости от 10 до 40%: канатник теофраста (*Abutilon theophrasti*), галинсога мелкоцветковая (*Galinsoga parviflora*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*), гибискус тройчатый (*Hibiscus trionum*), марь белая (*Chenopodium album*), ромашка лекарственная (*Matricaria chamomilla*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), мальва маленькая (*Malva pusilla*), горошек полевой (*Vicia cracca*), гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus*), соя дикая (*Glycine soja*), дурман обыкновенный (*Datura stramonium*), герань луговая (*Geranium pratense*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*), сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris*), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris*), хмель японский (*Humulus japonicus*), крапива двудомная (*Urtica dioica*), подорожник большой (*Plantago major*) и трёхрёберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum*). К краю поля были приурочены тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris*), трёхрёберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum*), ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla*), подорожник большой (*Plantago major*), герань луговая (*Geranium pratense*), дурман обыкновенный (*Datura stramonium*), большое количество видов из семейства злаковых: мятлик обыкновенный (*Poa trivialis*), бекмания обыкновенная (*Beckmannia eruciformis*), тимофеевка луговая (*Phleum pratense*), ежа сборная (*Dactylis glomerata*), пырей ползучий (*Elymus repens*).

Количественный состав агроценозов, в отличие от качественного – видового состава, более изменчив. Однако количественная структура агроэкосистемы, характеризующая процентное соотношение особей по группам, незначительно изменялась по годам [15]. За четыре года исследований многочисленными засорителями картофельного поля являлись злаковое разнотравье (до 200 шт/м^2), марь белая (до 310 шт/м^2), амброзия полыннолистная (до 300 ш/м^2), портулак огородный (до 250 шт/м^2), ежовник обыкновенный (*E. crus-galli*), акалифа южная (*A. australis*). По данным Мороховец Т.В. с соавт. [8] обследованные посевы сельскохозяйственных культур в Приморском крае в максимальной степени были засорены ежовником обыкновенным (*E. crus-galli*) и акалифой южной (*A. australis*), что сопоставимо с нашими результатами. Так средняя засорённость ежовником обыкновенным по Мороховец Т.В. составила 95 шт./м^2

[8], в наших учетах частота встречаемости ежовника обыкновенного (*E. crus-galli*) составляла 201 шт/м^2, акалифы южной (*A. australis*) – 174 шт/м^2.

В составе сегетальной флоры мы наблюдали две генетические фракции: аборигенная и адвентивная. Высокий уровень адвентизации сегетальной флоры отмечался разными исследователями: А.С. Третьяковой, П.В. Кондратковым, З. В. Кожевниковой, Е.М. Олейниковой [2, 14, 16]. Состав адвентивного комплекса видов региональных флор изменяется более динамично по сравнению с аборигенным комплексом. Для Приморского края характерен наиболее высокий уровень адвентизации флоры по сравнению с другими регионами российского Дальнего Востока. По данным Кожевниковой с соавт. в среднем по краю он составляет более 23%, а для Южного Приморья возрастает почти до 25% [16]. Их встречаемость определяется как географическими факторами, так и антропогенными, например, источниками заноса, торгово-экономическими связями регионов [17].

После описания сегетальной флоры агроэкосистемы мы определяли растения-резерваторы вирусной инфекции картофеля. Из 43 видов сегетальных растений, резерваторами вирусной инфекции являлись 18 растений (табл. 2).

Таблица 2. Распределение вирусной инфекции картофеля по сорнякам

Виды	PVY	PVX	PLRV	PVM	PVS	PVA	PSTVD
Taraxacum officinale	+	-	-	-	-	-	-
Chenopodium album	+	-	-	+	+	-	+
Trifolium pratense	+	-	+	-	-	-	-
Plantago major	+	-	-	+	+	-	+
Tripleurospermum inodorum	-	-	-	-	-	+	-
Barbarea vulgaris	+	-	-	-	+	-	+
Ambrosia artemisiifolia	+	-	-	-	-	-	-
Sónchus arvénsis	+	-	+	-	-	-	-
Galinsoga parviflora	+	-	+	+	-	-	+
Poaceae	+	+	+	+	-	-	+
Rumex confertus	+	+	+	+	+	-	+
Hibiscus trionum	+	-	-	+	+	-	-
Vicia cracca	+	-	+	+	+	-	+
Urtica dioica	+	-	-	+	+	-	-
Elymus repens	+	-	+	+	+	-	+
Poa trivialis	+	-	+	-	+	-	-
Glycine soja	+	-	+	+	+	-	-
Chelidonium majus	+	-	+	+	+	-	-

Примечание: «+» - наличие вирусной инфекции, «-» - отсутствие вирусной инфекции.

Симптомы на листьях, вызванные вирусными инфекциями, неодинаковы для естественно восприимчивых видов растений. Большинство сорных растений являются латентными носителями фитовирусов. Лишь небольшое количество растений имели листовые симптомы поражения. Так на одуванчике лекарственном (*T. officinale*), инфекция проявлялась бело-серыми пятнами, обрамленными розовой каймой, на инфицированном чистотеле большом (*Chelidonium majus*) наблюдали хлорозы. Симптомы проявления на осоте полевом (*S. arvensis*) и трёхрёбернике непахучем (*T. inodorum*) описаны в предыдущей нашей работе [18]. Большинство сегетальной растительности носительствовали комплексную вирусную инфекцию, состоящую из двух и более вирусов. Ассоциативная инфекция включала вирусы мозаичной группы картофеля: PVY (Potato virus Y), PVX (Potato virus X), PVS (Potato virus S), PVM (Potato virus M), PVA (Potato virus A), вируса скручивания листьев картофеля – PLRV (Potato leafroll virus) и вироид вертеновидности клубней картофеля – PSTVd (Potato spindle tuber viroid).

Присутствие вирусов в сорняках-хозяевах важно для понимания распространения болезни, влияния локальных резервуаров фитовирусов на эпидемиологию вируса в культурных растениях. Большинство фитовирусов используют насекомых-переносчиков для распространения и заражения окружающих сельскохозяйственных культур [19]. Так, распространение тлей вирусов мозаичной группы картофеля указывает на то, что эти переносчики могут передавать вирус, как из местных, так и из отдаленных источников инокулята. Потенциал инокуляции этих чувствительных к вирусу растений также зависит от сезонной численности и эффективности, благодаря которым высаживающаяся тля может приобретать и впоследствии передавать вирус сельскохозяйственным культурам. Таким образом, сорные растения, являясь неотъемлемой частью флоры посевных площадей, влияют на заболеваемость сельскохозяйственных культур фитовирусами [20]. Наличие трав как резервуаров вируса может привести к более высокой вероятности заражения культурных растений [21]. Однако роль резервуаров как источника инокулята на сельскохозяйственных полях для многих вирусных болезней культурных растений недостаточно изучена.

Список использованных источников:

1. Лунева Н.Н. Особенности распространенности сорных растений в агроценозах агроклиматических районов Ленинградской области // Вестник защиты растений. – 2016. – № 4 (90). – С. 76–81.

2. Третьякова А. С., Кондратков П. В. Сорные растения Южного Зауралья // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2021. – Т. 20. – № 1. – С. 433–436. DOI: http://doi.org/10.14258/pbssm.2021086.

3. Ульянова Т.Н. Сорные растения во флоре России и других стран СНГ. – СПб: ВИР. 1998. – 233 с.

4. Лунева Н.Н., Федорова Ю.А. Фитосанитарное районирование сорных растений на макроуровне на примере Северо-Западного региона России // Вестник защиты растений. – 2019. – № 2 (100). – С. 15–23. DOI: http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-2(100)-15-23.

5. Лунева Н.Н. Сорные растения: происхождение и состав // Вестник защиты растений. – 2018. – № 1 (95). – С. 26–32.

6. Баздырев Г.И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии: Учеб. пособие для студентов вузов по агр. спец. // Г.И. Баздырев, Л.И. Зотов, В.Д. Полин. М.: Изд-во МСХА, 2004. 287 с.

7. Спиглазова С.Ю., Долматова Н.А. Трудноискоренимые сорняки в посадках картофеля больше не проблема // Картофель и овощи. – 2014.

8. Мороховец Т.В., Мороховец В.Н., Вострикова С.С., Басай З.В., Штерболова Т.В. Оценка обилия сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур Приморского края // Успехи современной науки. – 2017. – №11. – С. 233 -244.

9. Новиков В. С., Губанов И. А. Популярный атлас-определитель. Дикорастущие растения. – М. : Дрофа, 2002. – 416 с

10. Жевора С.В., Федотова Л.С., Старовойтов В.И., Зейрук В.Н., Коршунов А.В., Пшеченков К.А., Тимошина Н.А., Мальцев С.В., Старовойтова О.А., Васильева С.В., Васильева С.В., Шабанов А.Э., Деревягина М.К., Белов Г.Л., Киселев А.И., Князева Е.В. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле. – ВНИИКХ. – М.: ФГБНУ ВНИИКХ; 2019. – 120 с.

11. Drude O. Handbuch der Pflanzengeographie. – Stuttgart: J. Engelhorn, 1890. – 582 s.,

12. Ипатов В.С., Мирин Д.М. Описание фитоценоза: Методические рекомендации. Учебно-методическое пособие. – СПб, 2008. – 71 с.

13. Аникина И. Н., Сейтжанова Д. Д. Фитовирусология : учеб.-метод. пособие. – Павлодар : Кереку, 2015. – 97 с.

14 Олейникова Е.М. Биоморфология стержнекорневых травянистых растений // Modern Phytomorphology. – 2013. – № 4. – С. 139–142.

15 Шпанев А.М. Вредоносность сорных растений на юге-востоке ЦЧЗ // Земледелие. – 2013. – № 3. – С. 34–37.

16 Кожевникова З.В. Новые и редкие заносные виды сосудистых растений в Приморском крае // Turczaninowia. – 2021. – № 24 (4). – С. 186–201. DOI: http://doi.org /10.14258/turczaninowia.24.4.17.

17. Третьякова А.С., Баранова О.Г., Лунева Н.Н., Терехина Т.А., Ямалов С.М., Лебедева М.В., Хасанова Г.Р., Груданов Н.Ю. Сегетальная флора некоторых регионов России: характеристика таксономической структуры // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2020. – Т. 181. – № 2. – С. 123–133. DOI: https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-2-123-133

18. Viruses in the agrobiocenosis of the potato fields / O. A. Sobko, N. V. Matsishina, P. V. Fisenko [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. P. 52093. doi 10.1088/1755-1315/677/5/052093.

19. Bosquee E., Boullis A., Bertaux M., Francis F., Verheggen F.J. Dispersion of Myzus persicae and transmission of Potato virus Y under elevated CO2 atmosphere // Special Issue: 16th International Symposium on Insect-Plant Relationships. – 2008. – N 166. – P. 380–385

20. Navas-Castillo J., Fiallo-Olivé E. Special Issue “Plant Viruses: From Ecology to Control” // Microorganisms. – 2021. N 9. – 1136. DOI: doi.org/10.3390/microorganisms9061136.

21. Mueller E.E., Groves R.L., Gratton C. Crop and non-crop plants as potential reservoir hosts of *Alfalfa mosaic virus* and *Cucumber mosaic virus* for spread to commercial snap bean // Plant Dis. – 2012. N 96. – P. 506–514.

==========

Цитирование:

Собко О.А. Флористический состав агроэкосистемы картофеля в Приморском крае [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 4. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/4/st_418.pdf.
DOI: https://doi.org/10.51419/202134418.