

ISSN 1810-9810 (Print)
УДК 595.782:632.782 (476-21)

Н. В. Синчук, С. В. Буга

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ТОПОЛЕЙ МОЛЮ-ПЕСТРЯНКОЙ *PHYLLONORYCTER POPULIFOLIELLA* В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ МИНСКА В 2013 И 2023 ГОДАХ

Аннотация. На основе результатов обследования в октябре 2023 г. 147 местопроизрастаний тополей (*Populus* L.) оценены параметры их повреждаемости личинками моли-пестрянки *Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833) в зеленых насаждениях Минска. В 109 обследованных местопроизрастаниях заселенность минером составляла более 75 %, в 23 – от 25 до 75 %, в 12 – не превышала 25 %, в 3 местопроизрастаниях тополя были свободны от повреждений данным фитофагом. Среднее число мин (плотность мин) на листовых пластинках тополя канадского (*Populus* × *canadensis* Moench) варьировало от $1,87 \pm 0,25$ до $17,12 \pm 2,12$ экз./лист, относительная площадь поврежденной листовой поверхности составляла от $9,89 \pm 0,94$ до $25,11 \pm 3,92$ %, расчетные потери растениями суммарной фотосинтезирующей поверхности – от 7,9 до 22,6 %. Плотность мин личинок *Ph. populifoliella* на листовых пластинках тополей берлинского (*Populus* × *berolinensis* K. Koch) и китайского (*Populus simonii* Carriere) варьировала от 1,18 до 21,83 экз./лист, мины занимали от 6,00 до 39,17 % листовой поверхности. Относительная площадь поврежденной листовой поверхности составляла от $6,00 \pm 0,44$ до $39,17 \pm 5,25$ %, расчетные потери растениями суммарной фотосинтезирующей поверхности – от 1,2 до 38,8 %. Для большинства местопроизрастаний зарегистрированные в 2023 г. уровни заселенности и относительной площади поврежденной листовой поверхности превысили указанные в литературе для 2013 г., и данный листовой минер остается опасным вредителем тополей в зеленых насаждениях Минска.

Ключевые слова: Беларусь, вредоносность, вспышки массового размножения, минирующие фитофаги, моли-пестрянки

N. V. Sinchuk, S. V. Buga

Belarusian State University, Minsk, Belarus

ASSESSMENT OF DAMAGE OF POPLARS BY LEAF MINER *PHYLLONORYCTER POPULIFOLIELLA* IN GREEN AREAS OF MINSK IN 2013 AND 2023

Abstract. Based on registrations in October 2023, have been estimated parameters of susceptibility of 147 poplar (*Populus* L.) habitats to the larvae of the leaf miner *Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833) in the green stands of Minsk. Among the surveyed habitats, 109 ones have an occurrence rate of over 75 %, 23 registered an occurrence rate from 25 to 75 %, 12 – below 25 %, and 3 of the poplar habitats remained unaffected by the colonization of the poplar leaf miner. The average number of mines (mining density) on the leaf blades of the Canadian poplar (*Populus* × *canadensis* Moench) ranged from 1.87 ± 0.25 to 17.12 ± 2.12 mines/leaf. The relative area of damaged leaf surface varied from 9.89 ± 0.94 to 25.11 ± 3.92 %, resulting in calculated losses to the plants' total photosynthesizing surface ranging from 7.9 to 22.6 %. The density of *Ph. populifoliella* larvae mines on the leaf blades of Berlin poplar (*Populus* × *berolinensis* K. Koch) and Chinese poplar (*Populus simonii* Carriere) fluctuated between 1.18 and 21.83 mines/leaf, occupying 6 to 39.17 % of the leaf surface. The relative area of damaged leaf surface ranged from 6 ± 0.44 to 39.17 ± 5.25 %, resulting in calculated losses to the plants' total photosynthesizing surface ranging from 1.2 to 38.8 %. For the majority of the surveyed habitats in 2023, the recorded infestation levels and relative areas of damaged leaf surface exceed those documented in the literature for 2013, underscoring the persistent threat posed by this leaf miner to poplars in the green areas of Minsk.

Keywords: Belarus, Gracillariidae, Lepidoptera, pestfulness, leaf miners, outbreaks of mass reproduction

Н. У. Сінчук, С. У. Буга

Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт, Мінск, Беларусь

ПАРАЎНАЛЬНАЯ АЦЭНКА ПАШКОДЖАННЯ ТАПОЛЯЎ МОЛЮ-СТРАКАТКАЙ *PHYLLONORYCTER POPULIFOLIELLA* ў ЗЯЛЁНЫХ НАСАДЖЭННЯХ МІНСКА ў 2013 І 2023 ГАДАХ

Анотацыя. Па выніках абследавання ў кастрычніку 2023 г. таполяў (*Populus* L.) у 147 лакацыях у зялёных насаджэннях Мінска ацэнены параметры іх пашкоджання лічынкі молі *Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833). У 109 абследаваных лакацыях заселенасць мінірамі складала больш за 75 %, у 23 – ад 25 да 75 %, у 12 – не перавышала 25 %, у 3 лакацыях пашкоджання таполяў дадзенай моллю-стракаткай не рэгістраваліся. Сярэдняя колькасць мін *Ph. populifoliella* на ліставых пласцінках таполі канадскай (*Populus* × *canadensis* Moench) вар'іравала ад $1,87 \pm 0,25$ да $17,12 \pm 2,12$ экз./ліст, адноснае плошча пашкоджанай ліставай паверхні складала ад $9,89 \pm 0,94$ да $25,11 \pm 3,92$ %, разліковыя страты раслінамі сумарнай фотасінтэзуючай паверхні вагаліся ад 7,9 да 22,6 %. Сярэдняя колькасць мін *Ph. populifoliella* на ліставых пласцінках таполяў берлінскай (*Populus* × *berolinensis* K. Koch) і кітайскай (*Populus simonii* Carriere) вар'іравала ад 1,18 да 21,83 экз./ліст, міны займалі ад 6,00 да 39,17 % ліставай паверхні. Разліковыя страты раслінамі сумарнай фотасінтэзуючай паверхні вагаліся ад 1,2 да 38,8 %. Для большасці лакацый узроўні заселенасці і адноснае плошчы пашкоджанай

© Синчук Н. В., Буга С. В., 2024

ліставай паверхні, якія былі зарэгістраваны ў 2023 г., перавышалі даныя літаратуры для 2013 г., і таму ліставы мінер *Ph. populifoliella* застаецца небяспечным шкоднікам таполяў у зялёных насаджэннях Мінска.

Ключавыя словы: Беларусь, шкоднаснасць, успышкі масавага размнажэння, мініруючыя фітафары, Gracillariidae

Введение. Тополя являются одним из ярких и эстетически значимых элементов зеленых насаждений населенных пунктов Беларуси [1]. Внешняя привлекательность крон, быстрые темпы роста и высокая адаптивность к неблагоприятным условиям произрастания сделали их присутствие в декоративных посадках послевоенного периода массовым. В настоящее время в зеленом строительстве используются, хоть и менее широко, декоративные формы и культивары тополей [2, 3].

В условиях населенных пунктов тополя выполняют не только эстетическую функцию, но и обеспечивают фильтрацию воздуха, замедление воздушных потоков, шумопоглощение, что актуально с санитарно-гигиенической точки зрения. Очевидно и их архитектурно-планировочное значение. При этом тополя повреждаются широким кругом фитофагов-вредителей, некоторые из них являются массовыми видами либо регулярно дают вспышки массового размножения [4]. К числу последних принадлежит нижнесторонняя тополевая моль-пестрянка (*Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833); Lepidoptera: Gracillariidae). Это специализированный фитофаг тополей (*Populus* L., Salicaceae) [5]. Личинки *Ph. populifoliella*, являясь минирующими эндобионтами, развиваются в листовых минах – камерах в мезофилле листьев тополей, которые располагаются преимущественно с нижней стороны листовых пластинок, что и определяет русскоязычное название моли-пестрянки. Форма и другие характеристики мин данной моли-пестрянки видоспецифичны, что позволяет осуществлять идентификацию минера по повреждениям [6]. Пятновидные мины относительно крупных размеров могут сливаться, по мере развития личинок происходит некротизация минированных участков, впоследствии они могут выкрашиваться, а сильно поврежденные листовые пластинки досрочно опадать. В результате уже во второй половине лета кроны тополей могут оголяться, страдают эстетическая и санитарно-гигиенические функции насаждений.

Для нижнесторонней тополевой минирующей моли-пестрянки характерны вспышки массового размножения, повторяющиеся в течение нескольких лет. Возможно и формирование так называемых хронических очагов вредителя. В этом случае имеет место не только сезонная потеря зелеными насаждениями декоративности, но и ослабление посадок. Таким образом, тополевая моль-пестрянка вносит свой вклад в деградацию тополевых насаждений, уменьшая их общую жизнеспособность и устойчивость к другим неблагоприятным факторам среды, воздействию которых они подвергаются в населенных пунктах и вдоль транспортных магистралей.

В Беларуси первые вспышки массового размножения в Минске отмечены в 1960 г. [7]. В последующем они наблюдались в 1990-е гг., а в текущем столетии подробные обследования заселенности и поврежденности тополей были выполнены в 2013 г., их результаты изложены в статье Л. С. Чумакова и О. В. Лозинской [8]. За прошедшее десятилетие не произошло кардинальных изменений структуры посадок тополей в Минске, что позволяет сопоставить уровни заселенности и поврежденности данной молью-пестрянкой тополей в разное время, чтобы выявить возможно произошедшие изменения, что и составило цель настоящей работы.

Место и методы исследований. В целях обеспечения сопоставимости данных дизайн исследования максимально учитывал технические особенности выполненной Л. С. Чумаковым и О. В. Лозинской в 2013 г. работы [8]. Тополя ими были разделены на две группы: с листовыми пластинками широко-треугольной или треугольно-ромбической формы (группа А) и широко-яйцевидными, заостренно-яйцевидными и удлинненно-продолговатыми листьями (группа Б). Учеты и сбор гербарных материалов осуществлены по окончании развития второй генерации нижнесторонней тополевой моли-пестрянки в октябре 2023 г. в ходе обследования всех 147 местопроизрастаний тополей 2013 г. [8]. На рис. 1 визуализировано размещение (в сгруппированном виде) на карте Минска актуальных местопроизрастаний тополей групп А и Б соответственно.

Выборки листовых пластинок были взяты с 50 экземпляров тополей из групп А (тополь канадский) и Б (тополь берлинский и китайский), координаты местопроизрастаний которых представлены в табл. 1.

Для оценки уровня заселенности личинками *Ph. populifoliella* осуществляли подсчет доли несущих мины среди случайным образом отобранных на ветвях нижних частей крон 100 листовых пластинок. Поврежденность листовых пластинок (листовой поверхности) оценивали на основе анализа выборок рандомизированно коллектированных листовых пластинок. Листья в целях исключения потери влаги помещали в полиэтиленовые пакеты с замком типа Zip-Lock, от 30 листовых пластинок с каждого исследуемого растения; туда же вкладывали рабочую (временную) этикетку, на которой указывали шифр сбора, таксон растения, дату и место сбора, уровень заселенности, фамилию и инициалы коллектора [9]. Для сохранения минированных листовых пластинок в состоянии, пригодном для последующей камеральной обработки, материалы в течение суток после сбора помещали в гербарный

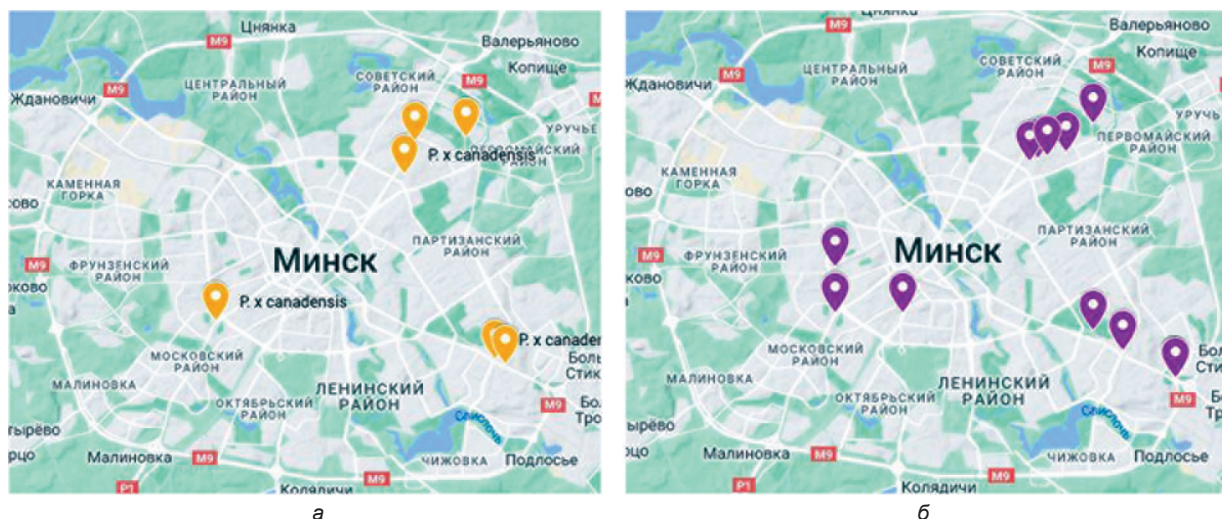


Рис. 1. Размещение на карте Минска обследованных в 2023 г. в ходе выполнения исследования местопроизрастаний тополей групп А (а) и Б (б)

Таблица 1. Местопроизрастание экземпляров тополей (*Populus L.*), с которых был выполнен отбор выборок минированных личинками нижнесторонней тополевой моли-пестрянки (*Phyllonorycter populifoliella (Treitschke)*) листовых пластинок (Минск, 2023 г.)

Локализация	GPS-координаты
Группа А	
Тополь канадский (<i>Populus × canadensis</i> Moench)	
ул. Большая Слепня	53°56'19"N, 27°37'54"E
пр-т Дзержинского / ул. Прилуцкая (сквер)	53°52'55"N, 27°30'3"E
ул. Чернышевского	53°55'38"N, 27°36'E
ул. Якуба Коласа	53°56'15"N, 27°36'18"E
ул. Радиальная, м. «Автозаводская»	53°52'13"N, 27°38'49"E
Партизанский пр-т, м. «Автозаводская»	53°52'7"N, 27°39'9"E
Группа Б	
Тополь берлинский (<i>Populus × berolinensis</i> K. Koch)	
ул. Большая Слепня	53°56'19"N, 27°37'54"E
ул. Вирская	53°52'56"N, 27°32'6"E
ул. Калинина	53°55'42"N, 27°36'15"E
ул. Кедышко	53°55'49"N, 27°37'6"E
пр-т Дзержинского / ул. Прилуцкая (сквер)	53°52'55"N, 27°30'2"E
ул. Харьковская	53°53'45"N, 27°30'4"E
ул. Чернышевского	53°55'37.9"N 27°35'59.6"E
ул. Кузьмы Чорного	53°55'45"N, 27°36'32"E
ул. Жилуновича	53°52'37"N, 27°37'54"E
ул. Радиальная, м. «Автозаводская»	53°52'14"N, 27°38'50"E
ул. Ангарская, м. «Могилевская»	53°51'46"N, 27°40'24"E
Партизанский пр-т, м. «Могилевская»	53°51'46"N, 27°40'24"E
Тополь китайский (<i>Populus simonii</i> Carriere)	
Партизанский пр-т, м. «Могилевская»	53°51'46"N, 27°40'26"E

пресс с использованием газетной бумаги в качестве переслаивающего материала. С целью ускорения процесса сушки и предотвращения потемнения листовые пластинки подвергали умеренному термическому воздействию (70 °С), при этом их укладывали между газетными листами во избежание механических повреждений как листьев, так и мин.

Оцифрованные изображения поврежденных листовых пластинок получали с использованием планшетного сканера CanoScan 9000F Mark II (разрешение 600 dpi, в область сканирования вводилась полоска координатной (миллиметровой) бумаги, сопроводительная этикетка, а также маркировочная этикетка для обозначения стороны (верхней/нижней) листовой пластинки). Определение

площади повреждений выполняли методами компьютерной планиметрии средствами специализированного графического редактора ImageJ [10], полученные данные аккумулировали в электронных таблицах. Устанавливали площадь отдельных мин (см²), общую (суммарную) площадь мин на отдельных листовых пластинках (см²) и относительную площадь поврежденной листовой поверхности (%). Регистрировали число мин на листовой пластинке, ее нижней и верхней сторонах с последующим расчетом средних арифметических.

Статистический анализ количественных данных выполнен средствами программного пакета PAST 4.15.

Контрольное выведение имаго *Ph. populifoliella* осуществлено стандартными для молей-пестрянок методами [9], определение видовой принадлежности вышедших бабочек выполнялось с использованием специализированных определительных таблиц [11, 12]. Картографические иллюстрации подготовлены с использованием сервиса «Google Карты».

Результаты и их обсуждение. Заселенность пригодных для питания частей растений (для нижнесторонней тополевой моли-пестрянки – листовых пластинок) является ключевым параметром при оценке повреждаемости фитофагами – вредителями декоративных растений [13]. Как уже указывалось выше, в 2023 г. исследованиями были охвачены все места произрастания тополей, указанные в работе Л. С. Чумакова и О. В. Лозинской 2013 г. В 109 обследованных местопроизрастаниях заселенность минером составляла более 75 %, в 23 – от 25 до 75 %, в 12 – не превышала 25 %, в 3 местопроизрастаниях тополя были свободны от повреждений данным фитофагом. Следовательно, нижнесторонняя тополевая моль-пестрянка должна быть отнесена к числу фоновых в условиях зеленых насаждений Минска видов фитофагов тополя.

С помощью предложенной в вышеупомянутой статье дифференциации по уровням заселенности представляется целесообразным осуществить с использованием возможностей картографии визуализацию результатов выполненных обследований (рис. 2).

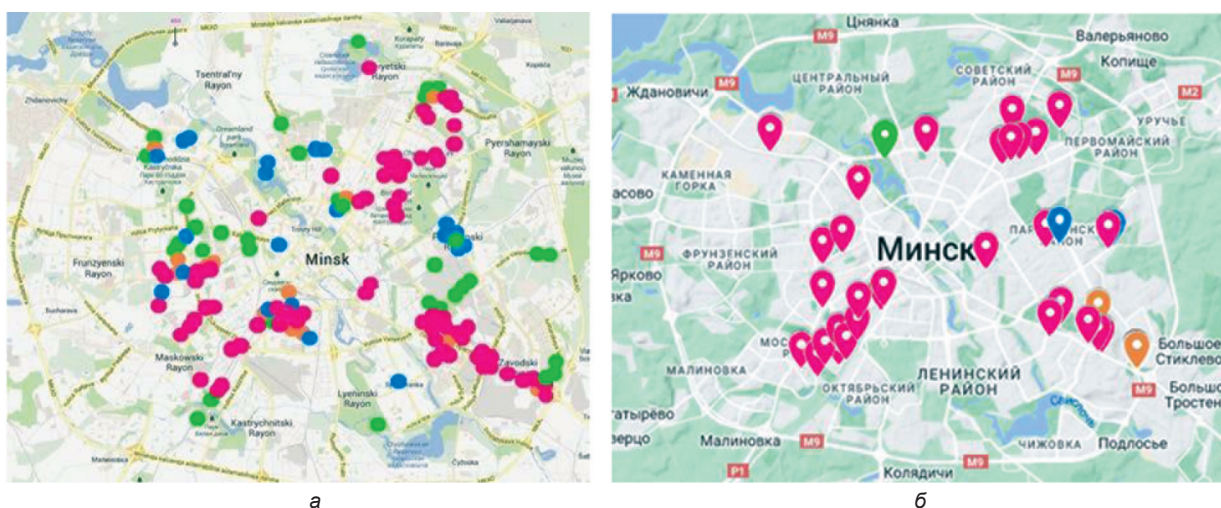


Рис. 2. Уровни заселенности листовых пластинок тополей (*Populus L.*) личинками нижнесторонней тополевой моли-пестрянки (*Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke)) в зеленых насаждениях Минска в 2013 г. [8] (а) и октябре 2023 г. (б): > 25 % – розовые, 5–24 % – оранжевые, < 5 % – синие, 0 % – зеленые маркеры

Нередко зарегистрированные в 2023 г. уровни заселенности тополей значительно превышают выявленные в 2013 г., например для местопроизрастаний по ул. Радиальной и Партизанскому пр-ту (метро «Автозаводская»). Для тополей группы Б в абсолютном большинстве обследованных местопроизрастаний заселенность личинками *Ph. populifoliella* составляет > 90 %, что более чем в два раза превышает показатели 2013 г. Уровни заселенности личинками минера листовых пластинок тополей в посадках по ул. Чернышевского в 2013 и 2023 гг. близки. Заселенность тополей в посадках по ул. Вирская, наоборот, в 2023 г. ниже (95 %), чем в 2013 г. (99 %).

Полученные по результатам анализа сформированных выборок листовых пластинок значения параметров повреждаемости личинками нижнесторонней тополевой моли-пестрянки тополей группы А (тополя канадского (*P. × canadensis*)) представлены в табл. 2.

Если рассматривать массив данных, полученных для всех обследованных местопроизрастаний, заселенность листовых пластинок отдельных экземпляров тополей группы А варьировала от 3,0 до 95,0 %, тогда как для мест отбора представленных выборок – от 50,0 до 95,0 %. При этом в половине

Таблица 2. Повреждаемость личинками нижнесторонней тополевой моли-пестрянки (*Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke)) тополя канадского (*Populus × canadensis* Moench) в зеленых насаждениях (Минск, 2023 г., группа А)

Локализация	Заселенность, %	Площадь листовой пластинки, см ²	Плотность мин, экз./лист	Суммарная площадь мин на листе, см ²	Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	Расчетные потери суммарной фотосинтезирующей поверхности, %
ул. Большая Слепня	80,0	20,09 ± 1,03	1,87 ± 0,25	2,02 ± 0,27	9,89 ± 0,94	7,9
пр-т Дзержинского / ул. Прилуцкая (сквер)	90,0	36,39 ± 1,94	17,12 ± 2,12	9,31 ± 1,68	25,11 ± 3,92	22,6
ул. Чернышевского	50,0	30,58 ± 1,87	13,85 ± 1,99	6,36 ± 1,12	21,62 ± 3,68	10,8
ул. Якуба Коласа	95,0	34,55 ± 2,22	12,71 ± 1,35	7,70 ± 1,21	23,70 ± 3,24	22,5
ул. Радиальная, м. «Автозаводская»	95,0	34,96 ± 2,60	5,83 ± 0,92	5,21 ± 0,86	14,42 ± 1,68	13,7
Партизанский пр-т, м. «Автозаводская»	95,0	26,73 ± 1,84	6,00 ± 1,07	3,97 ± 0,59	17,27 ± 2,53	16,4

местопроизрастаний заселенность растений личинками нижнесторонней тополевой минирующей моли составляла от 90,0 до 99,0 %. Высокий уровень заселенности листовых пластинок констатирован как для относительно разреженных насаждений (сквер), так и посадок вдоль дорог либо внутри кварталов жилой застройки. Наименьшая заселенность минером была свойственна экземплярам *P. × canadensis*, произрастающим вдоль железнодорожных путей (ул. Тимирязева, ул. Передовая), рядом с лесополосой (ул. Тимирязева), в уличных линейных посадках (при условии, что деревья подвергались ежегодной формообразующей обрезке крон (ул. Народная, ул. Семашко)). Не выявлено повреждений нижнесторонней тополевой минирующей молью тополей в парке музейно-паркового комплекса «Победа».

Среднее число мин (плотность мин) на листовых пластинках для рассматриваемых выборок варьировало от 1,87 ± 0,25 до 17,12 ± 2,12 экз./лист. Относительная площадь поврежденной листовой поверхности при этом составляла от 9,89 ± 0,94 до 25,11 ± 3,92 %. На основании представленных в табл. 2 данных можно рассчитать примерные потери растениями суммарной фотосинтезирующей поверхности (от 7,9 до 22,6 %).

Столь высокие значения показателей заселенности листовых пластинок и плотности мин в условиях ряда местопроизрастаний позволяют рассматривать соответствующие насаждения как очаги вспышек массового размножения вредителя. Утрата растениями почти четверти суммарной площади фотосинтезирующей поверхности не может не сказаться на эффективности ассимиляции и общем физиологическом состоянии растений, произрастающих в не самых благоприятных условиях урбанизированной среды.

Полученные по результатам анализа сформированных выборок листовых пластинок значения параметров повреждаемости личинками нижнесторонней тополевой моли-пестрянки тополей группы Б (в частности, тополей берлинского (*P. × berlinensis*) и китайского (*P. simonii*)) представлены в табл. 3.

Таблица 3. Повреждаемость личинками нижнесторонней тополевой моли-пестрянки (*Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke)) тополей берлинского (*Populus × berlinensis* K. Koch) и китайского (*Populus simonii* Carriere) в зеленых насаждениях (Минск, 2023 г., группа Б)

Локализация	Заселенность, %	Площадь листовой пластинки, см ²	Плотность мин, экз./лист	Суммарная площадь мин на листе, см ²	Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	Расчетные потери суммарной фотосинтезирующей поверхности, %
Тополь берлинский (<i>Populus × canadensis</i> Moench)						
ул. Большая Слепня	95,0	20,87 ± 1,33	4,71 ± 0,66	5,03 ± 0,69	22,89 ± 2,26	21,8
ул. Вирская	95,0	18,83 ± 1,12	5,63 ± 0,65	5,41 ± 0,65	28,47 ± 2,67	27,0
ул. Калинина	99,0	22,30 ± 1,18	7,44 ± 1,06	3,85 ± 0,65	17,18 ± 2,60	17,0
ул. Кедышко	95,0	28,35 ± 1,41	21,83 ± 2,24	10,27 ± 1,72	34,79 ± 5,04	33,1
пр-т Дзержинского / ул. Прилуцкая (сквер)	99,0	28,82 ± 1,38	20,49 ± 1,62	11,55 ± 1,82	39,17 ± 5,25	38,8
ул. Харьковская	99,0	25,74 ± 1,03	10,51 ± 1,33	7,20 ± 1,28	27,03 ± 4,08	26,8
ул. Чернышевского	95,0	18,93 ± 1,17	10,20 ± 1,75	4,71 ± 1,00	23,93 ± 4,10	22,7
ул. Кузьмы Чорного	99,0	17,73 ± 1,63	11,89 ± 2,09	6,74 ± 1,42	36,88 ± 5,11	36,5
ул. Жилуновича	97,0	22,97 ± 1,41	7,09 ± 1,07	5,53 ± 0,95	23,00 ± 3,15	22,3

Локализация	Заселенность, %	Площадь листовой пластинки, см ²	Плотность мин, экз./лист	Суммарная площадь мин на листе, см ²	Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	Расчетные потери суммарной фотосинтезирующей поверхности, %
ул. Радиальная, м. «Автозаводская»	99,0	25,27 ± 1,11	6,06 ± 0,67	5,43 ± 0,67	22,17 ± 2,88	21,9
ул. Ангарская, м. «Могилевская»	95,0	32,88 ± 1,61	4,47 ± 0,60	4,56 ± 0,60	13,18 ± 1,45	12,5
Партизанский пр-т, м. «Могилевская»	93,0	25,82 ± 1,17	2,74 ± 0,33	3,04 ± 0,40	12,15 ± 1,48	11,3
Тополь китайский (<i>Populus simonii</i> Carriere)						
Партизанский пр-т, м. «Могилевская»	20,0	27,26 ± 1,47	1,18 ± 0,08	1,54 ± 0,10	6,00 ± 0,43	1,2

Характерны разительные различия в уровне заселенности минером тополя берлинского во всех его местопроизрастаниях (93,0 % и более) и тополя китайского, для которого была получена выборка для единственного местопроизрастания (лишь 20,0 %). При этом плотность мин на листовых пластинках тополя берлинского для $\frac{3}{4}$ выборок превышала уровень 5 мин/лист, что позволяет классифицировать соответствующие местопроизрастания как локальные очаги массового размножения нижнесторонней тополевой моли-пестрянки.

В целом заселенность листовых пластинок тополей группы Б была высокой в большинстве местопроизрастаний. Так, высокая заселенность регистрировалась для тополей, произрастающих вдоль железнодорожных путей по ул. Захарова и ул. Бумажкова, в сквере у пересечения пр-та Дзержинского и ул. Прилукской, во внутриворотовых посадках, например по ул. Калинина и ул. Бумажкова. Повреждение минером 99 % листовых пластинок отмечено для тополей по ул. С. Ковалевской, ул. Машинистов, ул. Харьковской, ул. Кузьмы Чорного и др.

Плотность мин личинок *Ph. populifoliella* на листовых пластинках тополей группы Б по результатам анализа полученных выборок варьировала от 1,18 до 21,83 экз./лист, мины занимали от 6,00 до 39,17 % листовой поверхности. Максимальная плотность мин на отдельной листовой пластинке была отмечена для экземпляров тополя берлинского, произрастающих по ул. Кедышко (21,83 ± 2,24 экз./лист), однако эти же тополя отличаются наиболее крупными размерами листовых пластинок (их площадь превышает 28 см²) и высокой относительной площадью поврежденной минером листовой поверхности (34,79 ± 5,04 %), но не максимальной (для тополей в сквере у пересечения пр-та Дзержинского и ул. Прилукской она составила 39,17 ± 5,25 %). При этом столь высокие значения данных параметров явно указывают на высокую интенсивность повреждающего воздействия фитофага в очагах массового размножения.

В свете сделанной выше констатации часто более высоких уровней заселенности тополей личинками *Ph. populifoliella* в 2023 г. относительно зарегистрированных для тех же местопроизрастаний в 2013 г. следует отметить, что высокие значения данного показателя не всегда соответствуют более высоким уровням поврежденности (относительной площади поврежденной листовой поверхности): для тополей, растущих на ул. Калинина, заселенность стала выше (92 и 99 % соответственно), но поврежденность листовой поверхности оказалась ниже (66,9 и 17,2 % соответственно). И наоборот, регистрируемые для тополей по ул. Радиальная уровни заселенности стали выше (98 и 99 % соответственно), но поврежденности – ниже (64,1 и 22,2 % соответственно).

Для ряда местопроизрастаний тополей значения показателя поврежденности (относительной площади поврежденной листовой поверхности) в 2023 г. оказались выше, чем в 2013 г. (например, на ул. Харьковская 18 % в 2013 г. и 27 % в 2023 г.), однако для некоторых посадок тополей ситуация оказалась обратной (например, по ул. Большая Слепня 51,3 % в 2013 г. и 22,89 % в 2023 г., по ул. Вирская 46,1 % в 2013 г. и 28,47 % в 2023 г.).

При этом применение непараметрических U-критерия Манна–Уитни и критерия интегральных различий Колмогорова–Смирнова к данным о повреждаемости тополей личинками нижнесторонней тополевой моли-пестрянки в зеленых насаждениях Минска в 2013 г. (по [8]) и 2023 г. (табл. 4) позволило констатировать, что статистически значимы ($p < 0,05$) лишь различия значений показателя плотности мин (количество мин на отдельной листовой пластинке), а для показателя заселенности листовых пластинок значимость оказалась пороговой ($p = 0,05$). Таким образом, можно заключить, что повреждаемость тополей данным минирующим фитофагом в последнее десятилетие не претерпела существенных изменений, оставаясь на весьма высоком уровне.

Таблица 4. Результаты использования непараметрических критериев различий применительно к значениям параметров повреждаемости тополей (*Populus L.*) личинками нижнесторонней тополевой моли-пестрянки (*Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke)) в зеленых насаждениях г. Минска в 2013 г. и 2023 г.

Показатели	U-критерий Манна–Уитни		Критерий интегральных различий Колмогорова–Смирнова	
	z	p	D	p
Заселенность, %	1,88	0,05	0,48	0,08
Плотность мин, экз./лист	2,29	0,02	0,55	0,03
Суммарная площадь мин на листе, см ²	1,83	0,06	0,48	0,1
Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	0,27	0,79	0,15	0,99
Расчетные потери суммарной фотосинтезирующей поверхности, %	0,86	0,39	0,31	0,49

В целом в вегетационном сезоне 2023 г. площадь поврежденной минером листовой поверхности (суммарная площадь мин) достигала $\frac{1}{5} - \frac{1}{4}$ общей площади листовых пластинок. С учетом данных по заселенности листы расчетные потери общей фотосинтезирующей поверхности растений во многих местопроизрастаниях превышали 10–20 %. Таким образом, констатированные вспышки массового размножения фитофага приводят к изъятию существенной доли ассимилирующей поверхности, что не может не сказываться на физиологическом состоянии растений (значимо для декоративных посадок), сохранении эстетических свойств и санитарно-гигиенической ценности древесных насаждений.

Заключение. Выполненные в сезоне вегетации 2023 г. обследования тополей (*Populus L.*) в 147 местопроизрастаниях в декоративных посадках в Минске позволили сформировать массив данных по параметрам их повреждаемости нижнесторонней тополевой молью-пестрянкой (*Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke)). В 109 обследованных местопроизрастаниях заселенность минером составляла более 75 %, в 23 – от 25 до 75 %, в 12 – не превышала 25 %, в 3 местопроизрастаниях тополя были свободны от повреждений данным фитофагом, что позволяет отнести его к числу фоновых видов фитофагов в условиях зеленых насаждений города. Сопоставление с имеющимися в специальной литературе данными за 2013 г. показало, что нередко зарегистрированные в 2023 г. уровни заселенности их превышают. Например, для тополей группы Б в 91,3 % обследованных местопроизрастаний заселенность листовых пластинок личинками *Ph. populifoliella* составляла > 90 %, что более чем в два раза превысило показатели десятилетней давности.

Среднее число мин (плотность мин) на листовых пластинках тополя канадского (*Populus × canadensis* Moench), который отнесен к группе А, варьировало от $1,87 \pm 0,25$ до $17,12 \pm 2,12$ экз./лист. Относительная площадь поврежденной листовой поверхности при этом составляла от $9,89 \pm 0,94$ до $25,11 \pm 3,92$ %. С учетом данных по заселенности листовых пластинок расчетные оценки потерь растениями суммарной фотосинтезирующей поверхности составили от 7,9 до 22,6 %. Плотность мин на листовых пластинках тополя берлинского (*Populus × berolinensis* K. Koch), который отнесен к группе Б, для $\frac{3}{4}$ выборки превышала уровень 5 мин/лист. Столь высокие значения показателей заселенности листовых пластинок и плотности мин в условиях ряда местопроизрастаний позволяют рассматривать соответствующие насаждения как очаги вспышек массового размножения вредителя. Утрата растениями почти четверти суммарной площади фотосинтезирующей поверхности не может не сказаться на эффективности ассимиляции и общем физиологическом состоянии растений, произрастающих в не самых благоприятных условиях урбанизированной среды.

Для многих местопроизрастаний тополей значения показателей заселенности и поврежденности (относительной площади поврежденной листовой поверхности) в 2023 г. оказались выше, чем в 2013 г., однако статистически значимыми ($p < 0,05$) оказались лишь наблюдаемые различия значений показателя плотности мин в сезоны 2013 и 2023 гг. Полученные результаты подтверждают правильность отнесения нижнесторонней тополевой моли-пестрянки к числу основных вредителей тополей в декоративных зеленых насаждениях. Данное обстоятельство определяет целесообразность оценки вредоносности фитофага не только в декоративных посадках Минска, но и других населенных пунктов Беларуси.

Благодарности. Исследования выполнялись в рамках задания Государственной программы научных исследований «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 годы (№ ГР НИР 20211658). Авторы признательны доценту кафедры ботаники Белорусского государственного университета кандидату биологических наук, доценту В. Н. Тихомирову за помощь в определении таксономической принадлежности тополей.

Список использованных источников

1. Федорук, А. Т. Интродуцированные деревья и кустарники западной части Белоруссии / А. Т. Федорук. – Минск: Изд-во БГУ им. В. И. Ленина, 1972. – 191 с.
2. Котелова, Н. В. Тополя и их использование в зеленых насаждениях / Н. В. Котелова, М. Л. Стельмахович. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 127 с.
3. Новикова, А. Л. Фиторемедиация почв. Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения / А. Л. Новикова, М. В. Чубик // Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Югра, 27–28 нояб. 2014 г. – Томск, 2014. – С. 52–54.
4. Синчук, Н. В. Устойчивость различных видов тополей (*Populus* spp.) к заболеваниям и комплексу вредителей / Н. В. Синчук, В. П. Курченко // Экобиотех. – 2021. – Т. 4, № 3. – С. 210–220.
5. Барышникова, С. В. Семейство Gracillariidae / С. В. Барышникова; под ред. С. Ю. Синёва // Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России. – СПб.: Зоолог. ин-т РАН, 2019. – С. 36–43.
6. Ellis, W. N. *Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833) [Электронный ресурс] / W. N. Ellis. – Режим доступа: <https://bladmineerders.nl/parasites/animalia/arthropoda/insecta/lepidoptera/ditrysia/gracillarioidea/gracillariidae/lithocolletinae/phyllonorycter/phyllonorycter-populifoliella>. – Дата доступа: 15.11.2023.
7. Горленко, С. В. Вредители и болезни интродуцированных растений / С. В. Горленко, Н. А. Панько. – Минск: Наука и техника, 1967. – 143 с.
8. Чумаков, Л. С. Экологическая оценка поражения насаждений тополя тополевой минирующей молью (*Lithocolletis populifoliella*) в городе Минске / Л. С. Чумаков, О. В. Лозинская // Эколог. вестн. – 2015. – Т. 31, № 1. – С. 94–101.
9. Кириченко, Н. И. Методические подходы к исследованию насекомых, минирующих листья древесных растений / Н. И. Кириченко // Изв. С.-Петерб. лесотехн. акад. – 2014. – № 207. – С. 235–246.
10. Количественная оценка поврежденности инвазивными минирующими насекомыми листовых пластинок декоративных древесных растений / О. В. Синчук [и др.]. – Минск: БГУ, 2016. – 30 с.
11. A Linnaeus NG interactive key to the Lithocolletinae of North-West Europe aimed at accelerating the accumulation of reliable biodiversity data (Lepidoptera, Gracillariidae) [Electronic resource] / C. Doorenweerd [et al.]. – Mode of access: https://lithocolletinae.linnaeus.naturalis.nl/linnaeus_ng/app/views/matrixkey/index.php?epi=9. – Date of access: 15.11.2023.
12. Nel, J. Atlas des Lépidoptères Gracillariidae Lithocolletinae de France / J. Nel, T. Varenne // Revue Association Roussillonaise d'Entomologie (R.A.R.E.). – 2014. – Vol. 23. – P. 1–144.
13. Горленко, С. В. Устойчивость древесных интродуцентов к биотическим факторам / С. В. Горленко, А. И. Блинов, Н. А. Панько. – Минск: Наука и техника, 1988. – 189 с.

Поступила 16.01.2024