

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.4>ЭПИФИТОТИЙНОЕ РАЗВИТИЕ ЛИСТОВОЙ РЖАВЧИНЫ ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО В ГОРОДАХ  
ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Научная статья

Рунова Е.М.<sup>1,\*</sup>, Новоселова О.И.<sup>2</sup><sup>1</sup>ORCID : 0000-0001-6178-4038;<sup>1,2</sup>Братский государственный университет, Братск, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (runova0710[at]mail.ru)

**Аннотация**

В статье приведены результаты исследования массового поражения насаждений тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) в городах Иркутской области. Установлено, что эпифитотия произошла одновременно в различных городах Иркутской области: Братск, Иркутск, Саянск, Железногорск. Ранее массового заражения возбудителем *Melampsora larici-populina* Kleb в Иркутской области не отмечалось. Исследованию подлежали деревья тополя бальзамического, серебристого, осины, лиственницы как промежуточного хозяина в городах Иркутской области и республики Бурятия. Центром проведения исследований явились насаждения города Братска. Для выявления полной картины вспышки заболевания проведены выборочные исследования деревьев рода тополь в Иркутске, Саянске, Железногорске. В качестве фонового исследования непораженных древостоев послужили посадки тополя бальзамического в г. Улан-Удэ (республика Бурятия). Первые признаки заражения проявились на поросли тополя в начале июля 2023 года, затем признаки заражения начали стремительно проявляться на формованных, а затем и на неформованных деревьях. Установлено, что от 94,3 до 98,6% деревьев поражены листовой ржавчиной тополя при поражении 64,9-90,1% от площади листовой пластинки. Максимальная степень развития заболевания отмечена в конце августа, в сентябре и октябре наблюдалось почернение и опадение листьев. Проанализированы факторы погоды, влияющие на характер распространения болезни за 2020-2023 годы с целью выявления и прогнозирования распространения заболевания. Предположительно, споры *Melampsora larici-populina* Kleb. занесены из западных районов Сибири. Таким образом, учитывая фактор появления эпифитотии в Иркутской области впервые за историю наблюдений, прогнозы развития ржавчины по метеофакторам пока не оправдались.

**Ключевые слова:** тополь бальзамический, листовая ржавчина тополя (*Melampsora larici-populina*), эпифитотия, факторы погоды.

## EPIPHYTIC DEVELOPMENT OF BALSAM POPLAR LEAF RUST IN CITIES OF IRKUTSK OBLAST

Research article

Runova Y.M.<sup>1,\*</sup>, Novoselova O.I.<sup>2</sup><sup>1</sup>ORCID : 0000-0001-6178-4038;<sup>1,2</sup>Bratsk State University, Bratsk, Russian Federation

\* Corresponding author (runova0710[at]mail.ru)

**Abstract**

The article presents the results of the study of mass lesion of balsam poplar (*Populus balsamifera* L.) plantations in the cities of Irkutsk Oblast. It was found that the epiphytotic occurred simultaneously in different cities of the Irkutsk region: Bratsk, Irkutsk, Sayansk, Zheleznogorsk. Mass infection by *Melampsora larici-populina* Kleb has not been observed in the region before. Trees of balsam poplar, silver poplar, aspen, larch as an intermediate host in the cities of Irkutsk Oblast and the Republic of Buryatia were studied. The centre of the research was the plantations of the city of Bratsk. To identify a complete picture of the disease outbreak, sampling studies of poplar trees in Irkutsk, Sayansk and Zheleznogorsk were carried out. As a background study of uninfected stands, balsam poplar plantings in Ulan-Ude (Republic of Buryatia) were used. The first signs of infection appeared on poplar shoots at the beginning of July 2023, then signs of infection began to appear rapidly on moulded and then on unformed trees. It was found that from 94.3 to 98.6% of trees were affected by poplar leaf rust, with 64.9-90.1% of the leaf plate area affected. The maximum degree of disease development was observed at the end of August, while blackening and leaf fall were observed in September and October. Weather factors influencing the nature of the disease spread for 2020-2023 were analysed in order to identify and predict the spread of the disease. Presumably, the spores of *Melampsora larici-populina* Kleb. were introduced from the western regions of Siberia. Thus, taking into account the factor of epiphytotic occurrence in the Irkutsk Oblast for the first time in the history of observations, the forecasts of rust development based on meteorological factors have not yet been confirmed.

**Keywords:** balsam poplar, poplar leaf rust (*Melampsora larici-populina*), epiphytosis, weather factors.

**Введение**

Тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.) является наиболее распространенным деревом в городах Иркутской области (Иркутска, Братска, Железногорска и других городов). Доля тополя среди зелёных насаждений на территориях общего пользования достигает 70%. Облик озеленения городов Иркутской области формирует именно тополь бальзамический. В условиях сурового климата Иркутской области и высокого уровня промышленного

загрязнения тополь оказался неприхотливым, быстрорастущим деревом, способным активно поглощать пыль, газообразные и твердые выбросы, нетребовательным к плодородию почвы и уплотнению почвы. В зеленых насаждениях можно встретить также тополь белый или серебристый (*P. alba* L.), а также осину (*P. tremula* L.). В Иркутской области произрастают в естественных условиях два вида тополя – *P. laurifolia* и *P. suaveolens* [1], [2], [3], [4]. Наиболее массово высаживали в городах Иркутской области и республики Бурятия гибрид, известный под названием тополь сибирский бальзамический, который по своим морфологическим и биологическим признакам близок к тополю бальзамическому (*P. balsamifera* L.). Поэтому в работе название дается по публикациям Сибирских ученых [1].

Исследования состояния тополя бальзамического в города Иркутской области на примере Братска [5] показали, что даже в крайне неблагоприятных погодных и экологических условиях тополь обладает быстрым ростом. Высота деревьев порослевого происхождения в возрасте 5-7 лет достигает 4-6 метров. Средняя высота деревьев в городах достигает 15-17 метров, диаметр ствола – до 60 см на высоте 1,3 м. Тополь в городских посадках регулярно подвергаются формовке кроны с целью предотвращения распространения пуха, который является сильным аллергеном, скопления тополиного пуха являются пожароопасными. Кронирование тополей приводит к снижению их устойчивости и продолжительности жизни деревьев, сопротивляемости болезням и вредителям. По данным инструментального обследования более 50% всех тополей в г. Братске поражены различными заболеваниями стволов и листьев. К 30-40 годам тополя в городских посадках требуют замены по своему санитарному состоянию [5], [6].

В последнее время стали появляться публикации об эпифитотии листовой ржавчины тополя, вызываемой грибом рода мелампсора (*Melampsora* spp.). Листовая ржавчина тополя, как указывают многие авторы, является наиболее распространяемым заболеванием листьев, которое снижает декоративность растений, фотосинтетическую способность, общее снижение прироста деревьев [8], [11], [14], [15], [16].

На территории Российской Федерации наиболее часто встречаются случаи поражения листовой ржавчины тополя (ЛРТ), возбудители которой представлены двумя видами – *Melampsora larici-populina* Kleb. – промежуточные хозяева лиственницы (*Larix* sp.) и *M. allii-populina* Kleb. – промежуточные хозяева – виды лука (*Allium* sp.) [9]. Весеннее спороношение (спермогонии и эции) *Melampsora larici-populina* Kleb происходит на промежуточных хозяевах – лиственнице сибирской, летнее спороношение (уредино- и телиоспоры) развивается непосредственно на листьях тополя.

В 2023 году произошло массовое заражение листовой ржавчиной тополя на территории Иркутской области, до этого времени не было зафиксировано массовое распространение этого заболевания. Цель исследований – выявить причины появления, масштабы поражения и прогноз состояния насаждений рода тополь в Иркутской области.

#### Материалы и методы

Исследованию подлежали деревья тополя бальзамического, серебристого, осины, лиственницы как промежуточного хозяина в городах Иркутской области и республики Бурятия. Центром проведения исследований явились насаждения города Братска. Для выявления полной картины вспышки заболевания проведены выборочные исследования деревьев рода тополь в Иркутске, Саянске, Железногорске. В качестве фонового исследования непораженных древостоев послужили посадки тополя бальзамического в г. Улан-Удэ (республика Бурятия). Исследования проводились с июля по октябрь 2023 года, с момента появления явных признаков заболевания ржавчиной. Всего было исследовано 924 дерева и 1560 листьев тополя бальзамического, 456 листьев тополя серебристого, 567 листьев осины. Также было обследовано 84 дерева лиственницы сибирской, взяты образцы хвои на наличие грибных поражений. Исследовано состояние облиственности кроны с использованием летательных аппаратов. С целью прогнозирования развития заболевания проведены сравнения климатических характеристик Братска, Иркутска, Улан-Удэ с использованием материалов сайта [rogodaiklimat.ru](http://rogodaiklimat.ru). Определены показатели температуры и количества осадков в абсолютных и относительных величинах [9], [11]. Определен суммарный коэффициент погоды, который рассчитывается по формуле:

$$КП = Т \times Д, \quad (1)$$

где  $K_p$  – коэффициент погоды в июле,  $T$  – относительная температура в июле месяце,  $D$  – относительное значение осадков в июле.

Развитие заболевания определялось глазомерно, при этом отдельно рассматривалось состояние деревьев не поврежденных обрезке кроны, деревья с обрезанной, формованной кроной, а также порослевые экземпляры. При поражении до 25% поверхности листьев степень развития заболевания оценивалась как депрессия ( $D$ ), до 50% – как умеренное развитие ( $У$ ), и более 50% – как эпифитотия ( $Э$ ). Эпифитотии характеризуются массовым ранним пожелтением и опадением листьев, при депрессии болезни фенологическое развитие тополей происходит нормально в привычные сроки [11].

#### Результаты и обсуждение

В результате исследования установлено, что в 2023 году в большинстве городов Иркутской области произошла эпифитотия лиственной ржавчины тополя бальзамического, (возбудитель *Melampsora larici-populina*). До этого времени заболевание не фиксировалось на территории области.



Рисунок 1 - Начальная стадия развития ЛРТ в июле 2023 года:  
 а – урединопустулы на нижней стороне листьев; б – мозаичная окраска верхней стороны листьев  
 DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.4.1>

Первые признаки заражения проявились на поросли тополя в начале июля (см. рис. 1), затем признаки заражения начали стремительно проявляться на формованных, а затем и на неформованных деревьях. Поскольку в большинстве случаев описано поражение ЛРТ (возбудитель *Melampsora larici-populina*), проведено обследование состояние лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ldb.) как промежуточного хозяина возбудителя заболевания. Лиственница сибирская довольно часто встречается в посадках или в естественном произрастании в городах и поселках Иркутской области. Видимых следов поражения хвои лиственницы (спермогонии, эцидии) не обнаружено, что также отмечается в публикациях [11]. На основании этого можно сделать вывод, что источником первичной инфекции является распространение спор из западных районов, в которых уже было зарегистрировано массовое заболевание тополей ржавчиной (Екатеринбург, Томск, Красноярск) [4], [16].

Урединопустулы, содержащие одноклеточные урединоспоры, имеют вид оранжевых подушечек диаметром 1-3 мм, густо расположенных на нижней поверхности листьев тополя (см. рис. 1, 2). На верхней поверхности листьев появляется мозаичная окраска. Площадь поражения листовых пластинок резко увеличивалась, достигая до 70-90% от площади нижней поверхности листьев. Одновременно появились информация о развитии заболевания ЛРТ из других городов Иркутской области (Иркутск, Железногорск, Саянск). Обследование деревьев и листьев тополя бальзамического в этих городах подтвердило наступление эпифитотии ЛРТ на всей территории Иркутской области.

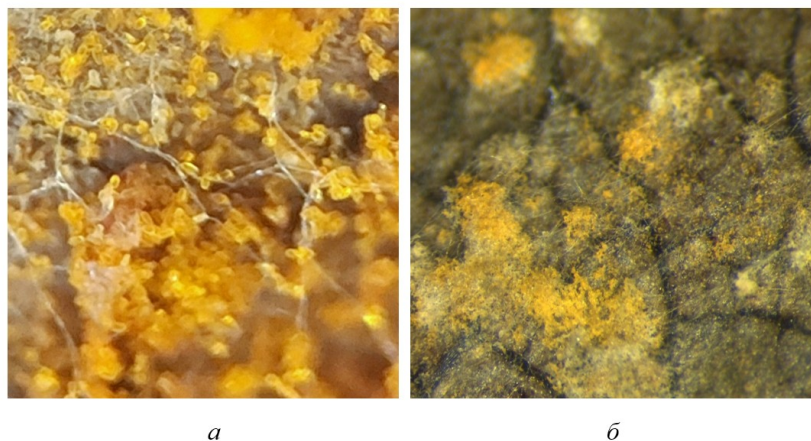


Рисунок 2 - Стадия интенсивного развития ЛРТ:  
 а - урединопустулы на нижней стороне листа; б - верхняя сторона пораженных листьев тополя  
 DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.4.2>

Таблица 1 - Динамика развития заболевания ржавчиной листьев тополя в Иркутской области в 2023 году

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.4.3>

| Месяц исследования | % поражения листовых пластинок урединопустулами | % пораженных деревьев ЛРТ | Состояние кроны деревьев, фенологическая фаза |
|--------------------|---|---------------------------|---|
|                    |   |                           |   |

|          | Неформованные деревья | Формованные деревья | поросль | Неформованные деревья | Формованные деревья | поросль | Неформованные деревья                                | Формованные деревья                                  | поросль  |
|----------|-----------------------|---------------------|---------|-----------------------|---------------------|---------|--|--|--|
| июнь     | 15,4                  | 23,1                | 20,5    | 48,8                  | 49,4                | 51,3    | нормальное   | нормальное   | нормальное   |
| июль     | 57,0                  | 87,2                | 88,3    | 68,9                  | 73,4                | 78,0    | Пожелтевшая листва                                   | Пожелтевшая листва                                   | Пожелтевшая листва                                   |
| август   | 64,9                  | 89,5                | 90,1    | 94,3                  | 99,3                | 98,6    | Опадение листьев; набухание почек; появление листьев | Опадение листьев; набухание почек; появление листьев | Опадение листьев; набухание почек; появление листьев |
| сентябрь | 64,9                  | 89,5                | 90,1    | 94,3                  | 99,3                | 98,6    | Опадение листьев; появление листьев                  | Опадение листьев; появление листьев                  | Опадение листьев; появление листьев*                 |
| октябрь  | 64,9                  | 89,5                | 90,1    | 94,3                  | 99,3                | 98,6    | Набухание почек                                      | Набухание почек, почек                               | набухание почек, появление листьев                   |

*Примечание: появление листьев в сентябре отмечено только в Железногорске, в октябре – на порослевых экземплярах в Братске и Иркутске*

На основании результатов, приведенных в табл. 1 можно сделать выводы, что максимальная степень развития заболевания отмечена в конце июля 2023 года, в сентябре и октябре наблюдалось почернение и опадение листьев. Так как сентябрь и начало октября 2023 года было теплым, то в сентябре – октябре после опадения листьев стали набухать почки и появляться молодые листья (см. рис. 3).



Рисунок 3 - Набухание почек:  
 а - и формирование молодых листьев; б - в сентябре – октябре  
 DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.4.4>

Данные табл.1 указывают на то, что деревья подвергшиеся формовке кроны в 2022 – 2023 году поражались ржавчиной более интенсивно, чем неформованные деревья. Также более уязвимым оказалось вегетативное порослевое возобновление тополя, которое является многочисленным на городских территориях.

Поскольку заболевание характерно для всех представителей рода тополь, были обследованы деревья и листья тополя серебристого (*P. alba* L.), а также осины (*P. tremula* L.). Тополь серебристый оказался наиболее устойчивым к ЛРТ, на обследованных деревьях не были зафиксированы следы поражения. При этом следует отметить, что тополь серебристый не так широко распространен в городских насаждениях, как тополь бальзамический (рис.4). Осина практически не повреждена ржавчиной, лишь на отдельных листьях встречаются единичные уренинопустулы (см. рис. 4).



Рисунок 4 - Состояние листьев:  
 а - тополя серебристого; б - осины  
 DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.4.5>

Таким образом, наиболее уязвимым видом к ЛРТ является тополь бальзамический. Но мониторингу должны подвергаться все виды рода тополь. Некоторые авторы [3], [8], [13], [17] указывают, что все виды тополей в той или иной степени подвержены поражению ЛРТ. Имеются публикации, в которых отмечается, что на территории соседнего Красноярского края выявляется поражение осины (*Populus tremula* L.) заболеванием *Melampsora pinitorqua* Rostr., которое вызывает сосновый вертун в молодых сосновых лесах [13].



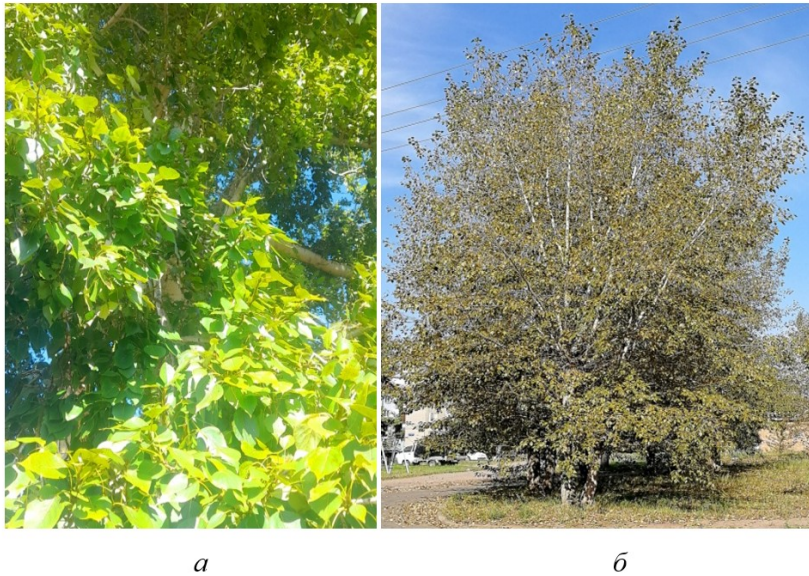


Рисунок 5 - Состояние тополя бальзамического:  
 а - в Улан-Удэ; б - в Братске  
 DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.4.6>

Как известно, развитие ржавчинных грибов тесно связано с погодными условиями. Поэтому были проанализированы данные метеостанций Братска, Иркутска и Улан-Удэ начиная с 2020 года за вегетационный период, а также за июль месяц, который в значительной мере влияет на скорость развития заболевания [9]. Прогнозирование возможности массового развития грибных заболеваний связано с погодными условиями, такими, как средняя температура воздуха, максимальная и минимальная температуры, количество осадков, относительная влажность воздуха [9], [10], [11], [17]. Географическое положение городов, взятых для исследования факторов погоды примерно равное – широта местности 51-56° с. ш., долгота 101 – 107° в.д., высота над уровнем моря от 416 до 515 метров.

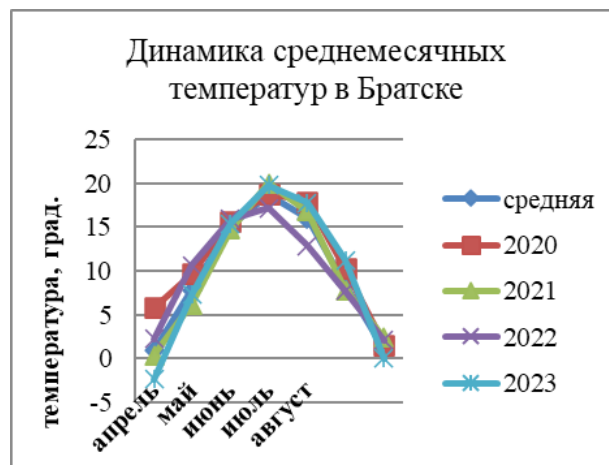


Рисунок 6 - График среднемесячных температур в Братске за вегетационный период  
 DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.4.7>



Рисунок 7 - Количество осадков в Братске за 2022-2023 годы  
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.4.8>

На рис.6 и 7 видно, что только 2022 год в Братске отмечен пониженными температурами вегетационного периода и большим количеством осадков, превысившим норму в июле, августе и сентябре более, чем в 2 раза. Согласно имеющимся публикациям о прогнозе развития ржавчинных грибов, именно этот год должен был привести в эпифитотии [11], но она произошла в 2023 году. По другим городам (Иркутск, Улан-Удэ) 2022 и 2023 годы существенно не отличались от средних значений температур и осадков, что не способствовало развитию эпифитотии.

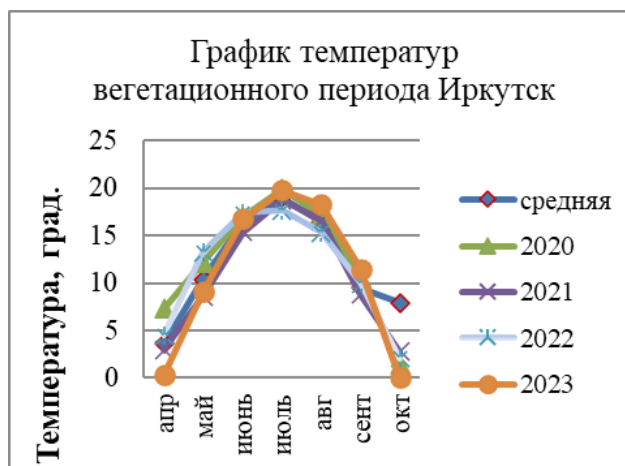


Рисунок 8 - График среднемесячных температур в Иркутске 2020-2023годы  
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.4.9>

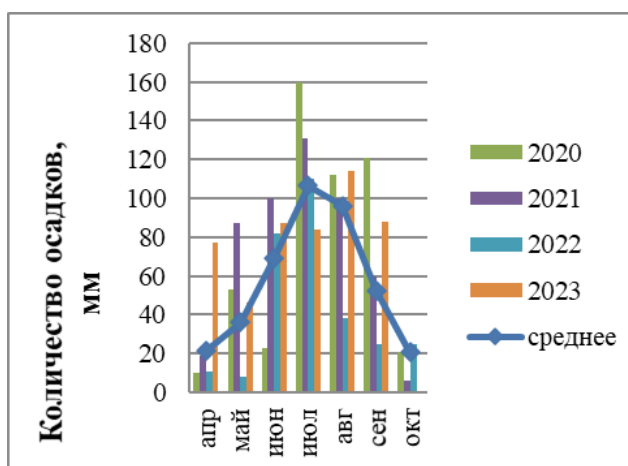


Рисунок 9 - Количество осадков в Иркутске за 2022-2023 годы  
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.4.10>

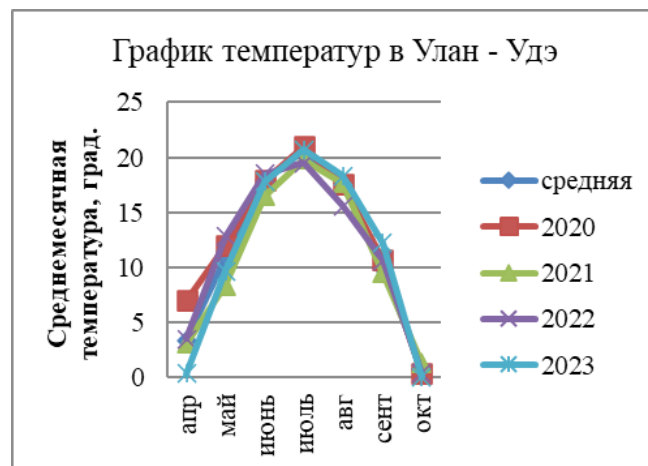


Рисунок 10 - Среднемесячные температуры Улан-Удэ  
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.4.11>



Рисунок 11 - Количество осадков в Улан-Удэ за 2020-2023 годы  
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.4.12>

В табл.2 определены показатели погоды, в наибольшей мере влияющие на интенсивность распространения ЛРТ – температуру и количество осадков за июль в 2020-2023 годах в абсолютных и относительных показателях.

Таблица 2 - Показатели погоды за июль 2020-2023 годы

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.4.13>

| Показатель погоды по годам | 2020 |          | 2021 |          | 2022 |          | 2023 |          | Средняя многолетняя |
|----------------------------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|---------------------|
|                            | Абс. | Относит. | Абс. | Относит. | Абс. | Относит. | Абс. | Относит. |                     |
| Средняя температура        |      |          |      |          |      |          |      |          |                     |
| Братск                     | 18,8 | 1,01     | 20,0 | 1,07     | 17,2 | 0,92     | 19,8 | 1,06     | 18,7                |
| Иркутск                    | 19,9 | 1,05     | 18,8 | 0,99     | 17,7 | 0,93     | 19,8 | 1,04     | 19,0                |
| Улан - Удэ                 | 21,0 | 1,02     | 19,8 | 0,96     | 19,5 | 0,95     | 20,7 | 1,01     | 20,6                |
| Количество осадков, мм     |      |          |      |          |      |          |      |          |                     |
| Братск                     | 65   | 1,06     | 38   | 0,62     | 149  | 2,42     | 32   | 0,52     | 61,2                |



|                              |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Иркутск                      | 160  | 1,50 | 131  | 1,23 | 110  | 1,03 | 84   | 0,77 | 106,7 |
| Улан - Удэ                   | 46   | 0,72 | 114  | 1,78 | 56   | 0,88 | 48   | 0,75 | 63,9  |
| Суммарный коэффициент погоды |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| Братск                       | 1,07 |      | 0,66 |      | 2,24 |      | 0,55 |      |       |
| Иркутск                      | 1,57 |      | 1,22 |      | 0,95 |      | 0,80 |      |       |
| Улан - Удэ                   | 0,73 |      | 1,71 |      | 0,84 |      | 0,76 |      |       |

Таким образом, учитывая фактор появления эпифитотии в Иркутской области впервые за историю наблюдений, прогнозы развития ржавчины по метеофакторам пока не оправдались. Суммарный коэффициент погоды за июль 2022 - 2023 года составил по городам Восточной Сибири следующие значения: Братск – 2,24 (2022) и 0,55 (2023); Иркутск – 0,95 и 0,80; Улан-Удэ – 0,84 и 0,76. Согласно публикации Минкевича И.И. [11] при значениях погоды менее 1,0 наблюдается стадия депрессии заболевания, при показателях более 1,0 происходит эпифитотия болезни. Согласно этим данным, в 2022 году в Братске должна была наступить эпифитотия, а 2023 – депрессия. В Иркутске и Улан-Удэ – депрессия. В связи с этим для подтверждения прогнозов развития ЛЖТ в Иркутской области требуется постоянный мониторинг за состоянием погоды и наличием заболевания и его распространением.

### Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать вывод об эпифитотии листовой ржавчины тополя бальзамического на территории Иркутской области в 2023 году. Предположительно, возбудитель ржавчины *Melampsora larici-populina* появился путем заноса спор из западных районов Сибири (Красноярск, Томск). Наиболее уязвимыми являются деревья, ослабленные формовкой кроны и поросль, которая появляется как реакция тополей на обрезку кроны. Массовое поражение тополей является причиной потери декоративности, раннего опадения листьев, нарушения фенологического ритма растений, что может в дальнейшем привести к необходимости замены тополя бальзамического на более устойчивые и декоративные виды древесных растений.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Гордеева И.В., Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Российская Федерация  
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.4.14>

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

Gordeeva I.V., Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russian Federation  
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.4.14>

### Список литературы / References

1. Бакулин В.Т. Использование тополя в озеленении промышленных городов Сибири: краткий анализ проблем / В.Т. Бакулин // Сибирский экологический журнал. — 2005. — № 4. — С. 563-571.
2. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда / Ю.З. Кулагин. — М.: Наука, 1974. — 125 с.
3. Мирон К.Ф. Интродукция тополей и перспектива выращивания их насаждений в лесах Белорусской ССР / К.Ф. Мирон // Сборник научных трудов. Белорусский лесотехнический институт им. С.М. Кирова. — Минск: Звезда. 1958. — Вып. XI: Лесоводство, лесные культуры и лесное почвоведение. — С. 86-109.
4. Фёдорова О.А. Влияние экологических факторов на радиальный прирост тополя бальзамического в г. Томске / О.А. Фёдорова, Д.А. Савчук // Вестник КрасГАУ. — 2013. — №3. — С. 84-90.
5. Runova E. Assessment of the Condition of Balsam Poplar Trees (*Populus balsamifera* L.) in a Residential Area of Bratsk / E. Runova, V. Verkhoturov, L. Anoshkina [et al.] // Acta silvae et Ligni. — 2021. — Vol. 126. — P. 53-60.
6. Рунова Е.М. Оценка состояния тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) в условиях Братска по результатам инвентаризации / Е.М. Рунова, О.И. Новоселова // Актуальные проблемы лесного комплекса. — 2023. — № 63. — С. 236-240.
7. 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
8. Басова С.В. Листовая ржавчина тополя / С.В. Басова, И.И. Минкевич. — Л.: ЛТА, 1999. — 44 с.
9. Минкевич И.И. Биологические основы подбора индексов при математическом методе долгосрочного прогноза болезней растений / И.И. Минкевич // Материалы научно-метод. совещания. — Л.: ВИЗР, 1968. — С. 81-86.
10. Степанов К.М. Грибные эпифитотии / К.М. Степанов. — М.: Издательство сельскохозяйственной литературы, 1962. — 472 с.
11. Минкевич И.И. Прогноз развития листовой ржавчины тополя (возбудитель *Melampsora populina* / Pers / Lev.) в зеленых насаждениях Санкт-Петербурга / И.И. Минкевич, Е.Ю. Варенцова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2012. — № 199. — С. 64-72.

12. Сурина Т.А. Ржавчина тополя, вызываемая грибами рода *Melampsora* / Т.А. Сурина, М.Б. Копина, А.В. Смирнова [и др.] // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике: материалы третьей Всероссийской конференции с международным участием. Москва, 11-15 апреля 2022 г. — Москва; Красноярск: ИЛ СО РАН, 2022. — С. 134-136.
13. Сенашова В.А. Фитопатогенные грибы филлосферы хвойных Красноярского края / В.А. Сенашова // Хвойные бореальной зоны. — 2009. — Т. XXVI. — № 1. — С. 105-109.
14. Молчанов А.Г. Физиологические исследования древесных растений / А.Г. Молчанов // Лесохоз. информ. — 2019. — № 4. — С. 23-31.
15. Поликсенова В.Д. Фитопатогенные микромицеты на чужеродных растениях из издания «Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения» / В.Д. Поликсенова, А.К. Храмов, И.С. Гирилович [и др.] // Журнал Белорусского государственного университета. Биология. — 2021. — № 3. — С. 78-87.
16. Томошевич М.А. Патогенная микобиота листьев рода *Populus* L. в ландшафтных объектах крупных городов Сибири / М.А. Томошевич, И.Г. Воробьева // Вестник НГАУ. — 2016. — № 1. — С. 42-51.
17. Чекмарёв В.В. Построение формул прогноза болезней растений на основе граничных значений факторов погоды / В.В. Чекмарёв, Ю.В. Зеленева, Э.А. Конькова [и др.] // Университет им. В.И. Вернадского. — 2017. — № 4(66). — С. 15-22.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Bakulin V.T. Ispol'zovanie topolja v ozelenenii promyshlennyh gorodov Sibiri: kratkij analiz problem [The Use of Poplar in Landscaping Industrial Cities of Siberia: a brief analysis of problems] / V.T. Bakulin // Sibirskij jekologicheskij zhurnal [Siberian Ecological Journal]. — 2005. — № 4. — P. 563-571. [in Russian]
2. Kulagin Ju.Z. Drevesyne rastenija i promyshlennaja sreda [Woody Plants and the Industrial Environment] / Ju.Z. Kulagin. — M.: Nauka, 1974. — 125 p. [in Russian]
3. Miron K.F. Introdukcija topolej i perspektiva vyrashhivaniya ih nasazhdenij v lesah Belorusskoj SSR [Introduction of Poplars and the Prospect of Growing Their Plantings in the Forests of the Byelorussian SSR] / K.F. Miron // Sbornik nauchnyh trudov. Belorusskij lesotekhnicheskij institut im. S.M. Kirova [Collection of scientific papers. Belarusian Forestry Institute named after. S.M. Kirov]. — Minsk: Zvjazda. 1958. — Iss. XI: Silviculture, Forest Crops and Forest Soil Science. — P. 86-109. [in Russian]
4. Feodorova O.A. Vlijanie jekologicheskikh faktorov na radial'nyj prirost topolja bal'zamicheskogo v g. Tomske [The Influence of Environmental Factors on the Radial Growth of Balsam Poplar in Tomsk] / O.A. Feodorova, D.A. Savchuk // Vestnik KrasGAU [Bulletin of KrasGAU]. — 2013. — №3. — P. 84-90. [in Russian]
5. Runova E. Assessment of the Condition of Balsam Poplar Trees (*Populus balsamifera* L.) in a Residential Area of Bratsk / E. Runova, V. Verkhoturov, L. Anoshkina [et al.] // Acta silvae et Ligni. — 2021. — Vol. 126. — P. 53-60.
6. Runova E.M. Ocenka sostojanija topolja bal'zamicheskogo (*Populus balsamifera* L.) v uslovijah Bratska po rezul'tatam inventarizacii [Assessment of the Condition of Balsamic Poplar (*Populus balsamifera* L.) in the Conditions of Bratsk According to the Results of Inventory] / E.M. Runova, O.I. Novoselova // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa [Actual Problems of the Forest Complex]. — 2023. — № 63. — P. 236-240. [in Russian]
7. Sinchuk N.V. Ustojchivost' razlichnyh vidov topolej (*Populus* spp.) k zabolevanijam i kompleksu vreditel'ej [Resistance of Various Types of Poplars (*Populus* spp.) to Diseases and Pest Complex] / N.V. Sinchuk, V.P. Kurchenko // Jekobiotech [Ecobiotech]. — 2021. — Vol. 4. — № 3. — P. 210-220 [in Russian]
8. Basova S.V. Listovaja rzhavchina topolja [Leaf Rust of Poplar] / S.V. Basova, I.I. Minkevich. — L.: LTA, 1999. — 44 p. [in Russian]
9. Minkevich I.I. Biologicheskie osnovy podbora indeksov pri matematicheskom metode dolgosrochnogo prognoza boleznej rastenij [Biological Basis for the Selection of Indices Using the Mathematical Method of Long-term Forecasting of Plant Diseases] / I.I. Minkevich // Materialy nauchno-metod. soveshhanija [Materials of scientific method. meetings]. — L.: VIZR, 1968. — P. 81-86. [in Russian]
10. Stepanov K.M. Gribnye jepifitotii [Fungal Epiphytotes] / K.M. Stepanov. — M.: Publishing House of Agricultural Literature, 1962. — 472 p. [in Russian]
11. Minkevich I.I. Prognoz razvitija listovoj rzhavchiny topolja (vzbuditel' *Melampsora populina* / Pers / Lev.) v zelenyh nasazhdenijah Sankt-Peterburga [Forecast of the Development of Poplar Leaf Rust (pathogen *Melampsora populina* / Pers / Lev.) in Green Spaces of St. Petersburg] / I.I. Minkevich, E.Ju. Varencova // Izvestija Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskij akademii [News of St. Petersburg Forestry Academy]. — 2012. — № 199. — P. 64-72. [in Russian]
12. Surina T.A. Rzhavchina topolja, vyzyvajemaja gribami roda *Melampsora* [Poplar Rust Caused by Fungi of the Genus *Melampsora*] / T.A. Surina, M.B. Kopyna, A.V. Smirnova [et al.] // Monitoring i biologicheskie metody kontrolja vreditel'ej i patogenov drevesyh rastenij: ot teorii k praktike [Monitoring and Biological Methods for Controlling Pests and Pathogens of Woody Plants]: from theory to practice. Materials of the third All-Russian Conference with International Participation. Moscow, April 11-15, 2022. — Moscow; Krasnojarsk: IL SB RAS, 2022. — P. 134-136. [in Russian]
13. Senashova V.A. Fitopatogennye griby fillosfery hvojnyh Krasnojarskogo kraja [Phytopathogenic Fungi of the Phyllosphere of Conifers in the Krasnojarsk Territory] / V.A. Senashova // Hvojnye boreal'noj zony [Conifers of the Boreal Zone]. — 2009. — Vol. XXVI. — № 1. — P. 105-109. [in Russian]
14. Molchanov A.G. Fiziologicheskie issledovanija drevesyh rastenij [Physiological Studies of Woody Plants] / A.G. Molchanov // Lesohoz. inform [Forestry. Info]. — 2019. — № 4. — P. 23-31. [in Russian]
15. Poliksenova V.D. Fitopatogennye mikromicety na chuzherodnyh rastenijah iz izdanija «Chernaja kniga flory Belarusi: chuzherodnye vredenostnye rastenija» [Phytopathogenic Micromycetes on Alien Plants from the Publication “Black Book of the Flora of Belarus: Alien Harmful Plants”] / V.D. Poliksenova, A.K. Hramcov, I.S. Girilovich [et al.] // Zhurnal Belorusskogo

gosudarstvennogo universiteta. *Biologija* [Journal of the Belarusian State University. Biology]. — 2021. — № 3. — P. 78-87. [in Russian]

16. Tomoshevich M.A. Patogennaja mikrobiota list'ev roda *Ropulus* l. v landshaftnyh ob'ektah krupnyh gorodov Sibiri [Pathogenic Mycobiota of Leaves of the Genus *Populus* l. in Landscape Objects of Large Cities of Siberia] / M.A. Tomoshevich, I.G. Vorob'eva // *Vestnik NGAU* [Bulletin of NSAU]. — 2016. — № 1. — P. 42-51. [in Russian]

17. Chekmarjov V.V. Postroenie formul prognoza boleznej rastenij na osnove granichnyh znachenij faktorov pogody [Construction of Formulas for Forecasting Plant Diseases Based on the Boundary Values of Weather Factors] / V.V. Chekmarjov, Ju.V. Zeleneva, Je.A. Kon'kova [et al.] // *Universitet im. V.I. Vernadskogo* [University named after V.I. Vernadsky]. — 2017. — № 4(66). — P. 15-22. [in Russian]