

Л. С. Чумаков¹, М. А. Невердасова²

¹Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича, г. Минск, Республика Беларусь

²Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТРАВЯНИСТЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ И ЗОЛОТАРНИКА КАНАДСКОГО (*SOLIDAGO CANADENSIS* L.) ПОД ПОЛОГОМ ГОРОДСКИХ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

*В настоящее время на территории Беларуси широкое распространение среди агрессивных инвазивных видов получил золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.), активно внедряющийся в природные и антропогенные фитоценозы. Его внедрение под полог хвойных лесов несколько затруднено вследствие довольно специфических здесь условий среды, значительно отличающихся от открытых лугов, пустошей и светлых лиственных лесов. Негативное влияние ряда абиотических факторов в хвойных лесах отражается на проективном покрытии золотарника, а также некоторых его морфологических показателях.*

➤ **Ключевые слова:** фитоценоз, профиль, экологическая характеристика фитоценоза, золотарник канадский, морфология растения.

Введение

В настоящее время на территории Республики Беларусь зарегистрировано свыше 300 чужеродных видов растений [1, 2], из которых порядка 10 видов входят в перечень наиболее опасных агрессивных инвазивных видов. Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 10.01.2009 № 2 «О некоторых вопросах регулирования распространения и численности видов дикорастущих растений» в их число включен и золотарник канадский, который в послевоенный период XX в. использовался как растение озеленения, а также для повышения медоносности садов и сельхозугодий [3, 4].

В Беларуси золотарник канадский впервые появился в 50-е годы XX в. Кадастровое обследование территории страны в начале XXI в. позволило выявить более 200 мест его естественного произрастания общей площадью свыше 35,3 га [5]. А уже в 2013 г. только на территории г. Минска было зарегистрировано 198 таких мест общей площадью около 223,6 га [6].

Распространяясь по территории Беларуси, золотарник активно внедряется на луга, пастбища, выгоны, залежи, лесные опушки, вырубки, мелиорированные болота, пустыри и т. д. Основным источником его распространения являются приусадебные участки и кладбища, где золотарник используется в качестве растения озеленения.

Для разработки системы мероприятий по борьбе с этим инвазивным растением необходимо проведение целенаправленных исследований, как по инвентаризации всех мест его произрастания, так и установлению закономерностей его распространения в различных природных и антропогенных комплексах.

Оценка распространения золотарника на территории г. Минска выполняется нами с 2013 г. За период исследований установлено, что в городе золотарник произрастает на различных участках, предпочитая пустыри, выведенные из эксплуатации сельскохозяйственные земли, территории под ЛЭП, а также светлые городские леса и лесопарки по окраинам. Заслуживает внимания факт распространения золотарника под пологом не только светлых лесов с сосной в качестве основной лесообразующей породы, но и довольно темных участков городских ельников [6]. Внедрение золотарника в городские леса крайне нежелательно, поскольку в дальнейшем при отсутствии целенаправленных мероприятий по ограничению его распространения в этих массивах, именно они могут послужить основными резерватами золотарника на территории города.

С целью разработки мероприятий по ограничению распространения золотарника под пологом городских лесов необходимо установить закономерности его внедрения и стратегию поведения в этих сообществах. При изучении характера внедрения золотарника на новые территории, прежде всего, необходимо дать оценку фитоценозов и экологических условий этих территорий, что позволит установить основные закономерности и характер распространения золотарника в новых условиях. Изучение эколого-биологических характеристик золотарника в таких биогеоценозах даст возмож-

ность оценить качество его жизнедеятельности, что имеет большое значение для дальнейшей стратегии распространения этого растения.

В связи с вышесказанным основной целью настоящей работы явилась экологическая оценка травянистых фитоценозов городских хвойных насаждений в связи с внедрением в них чужеродного вида – золотарника канадского с одной стороны, и оценка эколого-биологических параметров золотарника в этих условиях с другой стороны.

Место и методы исследований

Для проведения исследований в полевой период 2015 г. был заложен профиль, включающий опушечную луговину, активно заселяемую золотарником в настоящее время, сосняк и ельник, под полог которых и происходит внедрение золотарника. Оба лесных массива, расположенные в лесопарковой зоне города Минска, подвергаются довольно мощной рекреационной нагрузке, вследствие чего напочвенный покров местами довольно сильно вытоптан, развита густая сеть троп, лесных дорог и полян, используемых населением для отдыха. Опушечная луговина не используется для отдыха и активно зарастает золотарником и злаковым травостоем.

Опушечная разнотравно-злаковая луговина, расположенная по окраине соснового массива, характеризуется крайне невыровненным рельефом. Имеет овальную форму и занимает площадь немногим более 1 тыс. м². С одной стороны она частично ограничена гаражным кооперативом, вдоль которого золотарник образует в настоящее время практически чистый покров. Эта часть луговины расположена наиболее высоко в рельефе местности. В центральной части луговины имеется довольно сильное ямообразное понижение, которое, вероятно, периодически может быть затопляемо осадками, вследствие чего влажность почв здесь может быть выше, нежели по краям на склонах. В направлении сосняка луговина вновь переходит на склон. От сосняка резко не отграничена, поскольку край луговины здесь не выровнен. Помимо заходящих на луговину отдельных сосен с этой же стороны леса на ее территорию внедряются несколько молодых деревьев ивы козьей. Широкой полосой неподалеку произрастает осина. Древостой, ограничивающий луговину практически с трех сторон, оказывает существенное влияние на освещенность на поверхности почвы, заметно снижая поток солнечной радиации.

Сосняк в рельефе профиля расположен наиболее высоко. Согласно данным лесной таксации этот массив представляют лесные культуры 8С2Е в возрасте 50 лет. Изначальный тип леса – сосняк орляковый с полнотой 0,7, в настоящее время довольно сильно трансформированный в результате мощной рекреации. Напочвенный травянистый покров сильно вытоптан, мозаичен. Мхи практически отсутствуют. На отдельных участках сосняка, менее посещаемых и вытаптываемых, наблюдается еловый подрост, образующий небольшие, но довольно плотные группы. В нижнем ярусе представлены: малина, лещина, дуб черешчатый (единично), ива козья, ирга, рябина (местами обильно), а также единичные деревья груши и алычи. Участок сосняка с расположенным на нем профилем в соответствии с составом растительности рассматривается нами как сосняк елово-разнотравно-злаковый.

Сосняк непосредственно переходит в значительный по площади массив дигрессирующего ельника кисличного (7ЕЗС) 65 летнего возраста с полнотой 0,7. Располагается ельник по склону, распростираясь вниз от сосняка на значительное расстояние. Рельеф слабоволнистый. Как и сосняк, ельник, активно используемый населением для отдыха, сильно вытоптан, местами разрежен, пересекается большим числом троп и дорог. В настоящее время широко распространены зеленые мхи: *Plagiomnium affine* (Bland.) T. Kop. – Плагиомниум близкий (преобладает), *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. in B.S.G. – Гилокомиум блестящий и *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. – Плеврозиум Шребера. Кислица встречается изредка, образуя пятна с покрытием до 40%. В подлеске представлены крушина, рябина, бузина красная, а также местами обильно малина. Работа выполнена на участке с преобладанием кислично-мшистой ассоциации.

Как сказано выше, профиль располагается по территории луговины, сосняка и ельника и включает 36 пробных площадок по 1 м². На каждом участке профиля пробные площадки закладывали с учетом ширины участка, в связи с чем, их количество неоднозначно. Наибольшее число площадок (20) приходится на ельник. Это, прежде всего, обусловлено тем, что под пологом ельника золотарник распространен неравномерно и в небольшом количестве. Больше число проб было необходимо для получения статистически достоверных данных, а также оценки проникновения золотарника вглубь этого массива.

Собранные материалы обработаны с применением методов стандартной статистики [7]. Для оценки сходства травянистых фитоценозов с каждого участка профиля по видовому составу и проективному покрытию использован индекс Чекановского-Серенсена для качественных ($K_{с-с}$ «А») и количественных ($K_{с-с}$ «Б») данных. Пространственное распределение отдельных видов оценивали по показателям встречаемости и коэффициенту агрегации λ . Выделение доминантных видов проводили на

основании распределения всех видов по классам обилия [8]. Видовое разнообразие фитоценозов оценивали с помощью индекса Симпсона [9]. Определение растений до вида проводили по [10].

Экологическую структуру фитоценозов анализировали на основе экологических характеристик видов растений по Д. Н. Цыганову [11]. При этом оценку соотношения различных экогрупп в фитоценозах проводили без учета золотарника, что позволило получить картину реальных экологических условий на участках недавнего по времени внедрения этого агрессивного вида с целью последующего установления закономерностей его распространения.

Для оценки жизнеспособности золотарника в обследованных биотопах данного профиля и потенциала его распространения по территории нами выполнены исследования по изучению некоторых морфометрических параметров отдельных растений. С этой целью проводили измерение высоты растений, ряда параметров соцветия и листьев. У соцветия измеряли высоту, а также размеры одной из его веточек (произвольно взята 5-я снизу) и количество цветочных корзинок на ней. Измерение параметров листьев у растений проводили по 25 листу вниз от нижней веточки соцветия. Последнее обусловлено тем, что листья непосредственно под соцветием у многих растений оказались недоразвитыми, поврежденными листогрызущими насекомыми, а также (изредка) засыхающими. Листья ниже 25-го по стеблю в период цветения у значительной части растений были в отмирающем состоянии.

Результаты исследований

Травянистая растительность на участке расположения профиля представлена 41 видом, из которых 16 отмечены на луговине и по 24 в сосняке и ельнике (табл. 1).

Таблица 1

Видовой состав и проективное покрытие растений на обследованной территории

Вид	Разнотравно- злаковая луговина	Сосняк елово- разнотравно- злаковый	Ельник кислично- мшистый
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth. – Вейник наземный	55,5±8,90	2,7±0,53	7,7±3,46
<i>Dactylis glomerata</i> L. – Ежа сборная	4,0±0,64	46,3±8,97	+
<i>Phleum pratense</i> L. – Тимофеевка луговая	+		
<i>Agrostis tenuis</i> Sibth. – Полевица тонкая	19,8±3,18	5,4±1,06	0,5±0,22
<i>Festuca ovina</i> L. – Овсяница овечья		+	
<i>Poa pratensis</i> L. – Мятлик луговой	+	+	
<i>Carex digitata</i> L. – Осока пальчатая			+
<i>Ranunculus repens</i> L. – Лютик ползучий			+
<i>Rumex obtusifolius</i> L. subsp. <i>sylvestris</i> (Lam.) Celak. – Щавель лесной		+	
<i>Hypericum perforatum</i> L. – Зверобой продырявленный	+	+	
<i>Viola canina</i> L. – Фиалка собачья			+
<i>Oxalis acetosella</i> L. – Кислица обыкновенная			+
<i>Geranium sanguineum</i> L. – Герань кроваво-красная		+	
<i>Plantago major</i> L. – Подорожник большой			+
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult. – Короставник полевой		+	
<i>Vaccinium myrtillus</i> L. – Черника обыкновенная			+
<i>Geum urbanum</i> L. – Гравилат городской	+	+	0,8±0,29
<i>Fragaria vesca</i> L. – Земляника лесная		+	14,3±3,65
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch. – Лапчатка прямостоячая	+		
<i>Veronica chamaedrys</i> L. – Вероника дубравная	+	+	+
<i>Veronica officinalis</i> L. – Вероника лекарственная		+	+
<i>Melampyrum pratense</i> L. – Марьянник луговой			1,2±0,55
<i>Prunella vulgaris</i> L. – Черноголовка обыкновенная		+	
<i>Clinopodium vulgare</i> L. – Пахучка обыкновенная		+	
<i>Ajuga reptans</i> L. – Живучка ползучая			+
<i>Thymus serpyllum</i> L. – Тимьян обыкновенный		+	
<i>Galium verum</i> L. – Подмаренник настоящий	+	+	
<i>Galium intermedium</i> Schult. – Подмаренник средний			+
<i>Trifolium pratense</i> L. – Клевер луговой		+	
<i>Vicia sepium</i> L. – Горошек заборный	+		
<i>Pimpinella saxifraga</i> L. – Бедренец камнеломковый	+	+	

Вид	Разнотравно-злаковая луговина	Сосняк елово-разнотравно-злаковый	Ельник кислично-мшистый
<i>Pimpinella dissecta</i> Retz. – Бедренец разрезной			+
<i>Peucedanum oreoselinum</i> (L.) Moench – Горичник горный		+	
<i>Artemisia vulgaris</i> L. – Полынь обыкновенная	+	+	+
<i>Achillea millefolium</i> L. – Тысячелистник обыкновенный	+	+	
<i>Taraxacum officinale</i> Wigg. – Одуванчик лекарственный	+	+	+
<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort. – Мицелис стенной			1,0±0,27
<i>Solidago virgaurea</i> L. – Золотарник обыкновенный			+
<i>Solidago canadensis</i> L. – Золотарник канадский	33,0±7,96	2,2±0,96	1,5±0,63
<i>Convallaria majalis</i> L. – Ландыш майский			+
<i>Pteridium aquilinum</i> L. – Орляк обыкновенный			+
Всего видов	16	24	24
Индекс Симпсона	0,329	0,481	0,265

Примечание: «+» – вид встречается единично либо проективное покрытие недостаточно

Широко распространены злаки, представленные на территории исследований 6 видами. Лишь три из них обнаружены в ельнике. Более равномерно распределены по участкам профиля сложноцветные, которых также насчитывается 6 видов. Прочие семейства представлены 1–4 видами. Анализ сходства видового состава травянистых фитоценозов на участках профиля показывает более высокую общность для травостоя луговины и примыкающего к ней сосняка (табл. 2).

Таблица 2

Величина индексов сходства видового состава и проективного покрытия травостоя по участкам исследованного профиля (Кс-с «А» / Кс-с «Б»), %

Биотоп	Разнотравно-злаковая луговина	Сосняк елово-разнотравно-злаковый	Ельник кислично-мшистый
Разнотравно-злаковая луговина	—	65,0/14,8	40,0/14,3
Сосняк елово-разнотравно-злаковый	65,0/14,8	—	41,7/26,2
Ельник кислично-мшистый	40,0/14,3	41,7/26,2	—

Это вполне закономерно, поскольку луговина расположена непосредственно на опушке сосняка, на территории которого в напочвенном покрове вследствие мощной рекреации четко проявляется олуговение. Орляк, представленный здесь прежде согласно данным лесной таксации, в период исследований нами не наблюдался. В то же время широкое распространение получили злаки с преобладанием *Dactylis glomerata* L. Данный вид, вероятно, наиболее устойчив к вытаптыванию вследствие особенностей его строения, что и позволяет его распространяться по всей территории сосняка.

Напочвенный травянистый покров луговины и ельника, а также ельника и сосняка по видовому составу существенно различаются. Величина показателя сходства составила здесь около 40%, что также вполне закономерно вследствие особенностей экологических условий этих биотопов, в том числе существенной разницы в освещенности у поверхности почвы, микроклимата и др. факторов.

В напочвенном покрове луговины наиболее обильны злаки, проективное покрытие которых составило 79,3±12,7%. Среди представителей семейства преобладают *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. и *Agrostis tenuis* Sibth. Проективное покрытие вейника превышает 50%. Однако, несмотря на 100% встречаемость, распределен он по территории относительно агрегированно, о чем свидетельствует величина показателя агрегации – $\lambda = 2,925$. Полевица тонкая менее агрегирована и обильна. Ее проективное покрытие на период исследований не превышало 19,8% при $\lambda = 1,749$.

Третью территорию луговины занята активно распространяющимся в настоящее время инвазивным видом *Solidago canadensis* L., который при 100% встречаемости распределен агрегированно ($\lambda = 3,393$).

Злаки господствуют и в травостое сосняка, где их проективное покрытие достигает 54,5±8,62%. Наиболее обильна здесь ежа сборная, покрытие которой на участке исследований превышает 46%.

Однако, несмотря на широкое распространение, ежа характеризуется довольно высокой степенью агрегированности ($\lambda = 4,171$). Такая неравномерность в распределении этого доминирующего растения помимо влияния абиотических факторов среды, вероятно, в некоторой степени может быть обусловлена и характером рекреации в данном лесном массиве.

Полевица тонкая, широко распространенная в Беларуси на лугах, в светлых лесах, на лесных опушках, вырубках и вдоль дорог [12] на участке исследований в данном сосняке необильна (проективное покрытие – 5,4%) и растет менее агрегированно ($\lambda = 1,432$). В небольшом количестве переходит под полог сосняка и вейник, характеризующийся случайным распределением ($\lambda = 1,016$).

Ельник с его специфическими условиями малоблагоприятен для большинства злаков, выявленных нами на данном профиле. Их общее покрытие составило $8,3 \pm 3,72\%$. Преобладает вейник (7,7%). Однако, в отличие от сосняка, под пологом елового леса вейник встречается довольно неравномерно и сильно агрегирован ($\lambda = 5,574$). На светлых участках ельника он образует пятна с покрытием до 50%, практически выпадая под густым пологом.

Существенные различия в проективном покрытии ряда видов растений, общих для всех участков профиля накладывают отпечаток на величину показателя сходства. Несколько выше он для травостоя хвойных массивов (см. табл. 2), тогда как общность травостоя луговины и хвойных лесов по проективному покрытию отдельных видов не превышала 14,8%.

81,2% всех видов травостоя луговины относятся к классу редких, немногочисленных и случайных, на которые приходится всего 8,2% суммарного проективного покрытия. В противоположность этому на долю доминирующих здесь вейника наземного и внедрившегося в сообщество золотарника канадского приходится 75,0% суммарного проективного покрытия.

В травостое сосняка и ельника доля редких и случайных видов возрастает до 91,6% видового состава и 21,0 и 31,8% суммарного проективного покрытия соответственно. Доля доминантов по проективному покрытию в этих фитоценозах – 68,0 и 44,3%. Обычные виды в исследованных травянистых сообществах составили 4,2–6,3% общего числа видов, а также 11,0–23,9% суммарного проективного покрытия. Несколько более значимы они в ельнике.

Такая структура доминирования накладывает отпечаток на величину показателя видового разнообразия Симпсона. Наиболее высок он для травостоя сосняка ($C = 0,481$), характеризующегося ярко выраженным монодоминированием *D. glomerata*. Единственным доминантом под пологом ельника в настоящее время является *Fragaria vesca* L., которая в сосняке относится к классу обычных видов. Однако доля этого доминанта в суммарном проективном покрытии травостоя ельника значительно ниже, чем доминирующей в сосняке ежи сборной. Это позволяет сделать предположение о более равномерном соотношении между видами в сообществе травостоя ельника по сравнению с сосняком и луговиной, где индекс Симпсона также несколько выше (0,329), чем в ельнике (0,265).

В целом, анализируя структуру травянистых фитоценозов всех трех участков профиля, следует отметить характерную для них монодоминантность, более выраженную под пологом дигрессирующего сосняка и примыкающей к нему опушечной луговины.

Экологические условия открытой луговины благоприятствуют развитию здесь группы растений, предпочитающих открытые пространства. В суммарном проективном покрытии травостоя на их долю приходится около 24%. Изменение характера освещенности под пологом хвойных лесов приводит к закономерному уменьшению доли этой группы в фитоценозах (рис. 1).

Доминируют растения полуоткрытых пространств, доля которых выше под пологом соснового леса. В ельнике, где степень освещенности на поверхности почвы под густым пологом заметно снижается, довольно значимы растения тенистых лесов, на долю которых приходится порядка 16% проективного покрытия травостоя.

Экологическая структура фитоценозов по отношению растений к трофности почв показывает существенные различия по биотопам данного профиля. В травянистом ярусе луговины преобладают растения, предпочитающие высокотрофные почвы (рис. 2). В сосняке наблюдается перестройка структуры фитоценоза, свидетельствующая о некотором обеднении почв элементами питания. Это отчасти может быть обусловлено деградацией почвенного покрова в результате сильной рекреации. Структура фитоценоза ельника показывает, что здесь наиболее активно развиваются растения, которые менее требовательны к содержанию в почве зольных элементов. Однако в целом соотношение экологических групп растений по данному показателю в ельнике может указывать на довольно выраженную здесь мозаичность почвенного покрова.



Рисунок 1 – Соотношение (%) групп растений по отношению к освещенности у поверхности почвы на исследованных участках профиля

Экологическая структура фитоценозов по отношению растений к трофности почв показывает существенные различия по биотопам данного профиля. В травянистом ярусе луговины преобладают растения, предпочитающие высокотрофные почвы (рис. 2). В сосняке наблюдается перестройка структуры фитоценоза, свидетельствующая о некотором обеднении почв элементами питания. Это отчасти может быть обусловлено деградацией почвенного покрова в результате сильной рекреации. Структура фитоценоза ельника показывает, что здесь наиболее активно развиваются растения, которые менее требовательны к содержанию в почве зольных элементов. Однако в целом соотношение экологических групп растений по данному показателю в ельнике может указывать на довольно выраженную здесь мозаичность почвенного покрова.

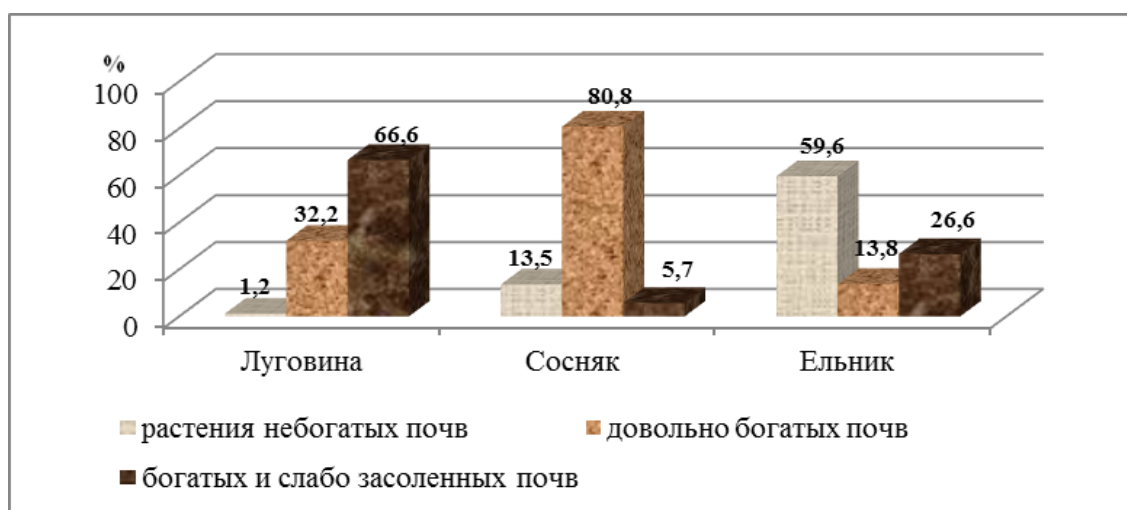


Рисунок 2 – Соотношение (%) групп растений по отношению к трофности почвы на исследованных участках профиля

Экологические условия профиля благоприятны для произрастания здесь растений, предпочитающих сухо-лесолуговой режим увлажнения почв (рисунок 3). В то же время в ельнике довольно хорошо представлены и более влаголюбивые растения, на долю которых приходится четверть суммарного проективного покрытия яруса. Такое соотношение экологических групп может являться довольно хорошим показателем повышенной увлажненности почв под пологом елового древостоя.

На влажные и тенистые условия ельника указывает также широкое развитие здесь зеленого мха *Plagiomnium affine* (Bland.) T.Kop., широко распространенного в Беларуси и произрастающего в сырых и тенистых лесах, особенно еловых, по сырым лугам и берегам водоемов [13].

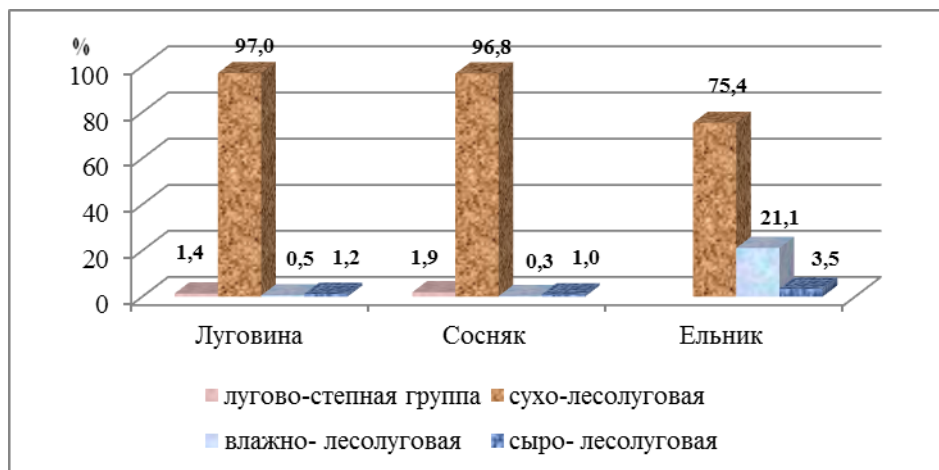


Рисунок 3 – Соотношение (%) групп растений по отношению к типу увлажнения почвы на исследованных участках профиля

Таким образом, экологическая оценка травянистых фитоценозов под пологом хвойных лесов и на опушечной луговине показала, что травостой здесь небогат и монодоминантен. Следовательно, эти сообщества неустойчивы, могут легко разрушаться и перестраиваться под воздействием изменяющихся условий среды, а также рекреационной нагрузки, характерной для данной территории. В такие неустойчивые монодоминантные сообщества могут довольно легко вселяться чужеродные виды растений, не испытывающие конкуренции со стороны местных видов. Внедрившись на эти территории новые чужеродные виды растений, не испытывая негативного давления со стороны, могут активно развиваться, образуя большие популяции и трансформируя прежние условия среды в благоприятную для себя сторону. Ограничением массового развития чужеродных видов на новых территориях могут явиться некоторые абиотические факторы среды, среди которых важную роль для растений играют свет, влажность и трофность почв. Под древесным пологом, вероятно, основным фактором будет являться степень освещенности у поверхности почвы. Недостаток света может негативно сказываться как на территориальном распространении тех или иных видов растений, так и некоторых их морфологических характеристиках.

Поскольку золотарник канадский в настоящее время уже внедрился в рассмотренные выше травянистые сообщества, то для установления характера и закономерностей его дальнейшего распространения под пологом древесных насаждений нами выполнена оценка его проективного покрытия на участках профиля, пространственного распределения, а также некоторых морфологических параметров, играющих важную роль в жизнедеятельности растения.

Внедрившийся на данную территорию золотарник канадский активно освоил опушечную луговину, а также довольно широко распространился под полог лесного массива, произрастая здесь преимущественно вдоль троп и дорог, а также по лесным полянам. Его проективное покрытие на луговине уже составляет 33,0%. При этом вид характеризуется 100% встречаемостью. Под пологом сосняка золотарник представлен значительно реже. Его встречаемость не превышает 60%, а проективное покрытие в период исследований составило всего 2,2%. В ельнике проективное покрытие золотарника не превышало 1,5% при его встречаемости 70%.

Следует заметить, что, несмотря на некоторое снижение проективного покрытия золотарника под пологом ельника, статистически достоверной разницы его для золотарника в обоих хвойных массивах не наблюдается. В противоположность этому его покрытие на луговине в 15–22 раза достоверно выше.

Анализ покрытия золотарника по отдельным пробным площадкам по профилю показывает, что произрастание этого растения на луговине более мозаично, чем под пологом хвойных лесов (рис. 4). Об этом же свидетельствует и величина коэффициента агрегации, которая более высока на луговине ($\lambda = 3,393$). Агрегированное распространение золотарника по луговине в некоторой степени может быть обусловлено его биологическими особенностями (например, кустистость), а также указывать на относительно недавнее заселение этой территории. Под пологом сосняка при низком проективном покрытии степень агрегированности золотарника меньше, чем на луговине ($\lambda = 2,055$). Это же характерно и для ельника ($\lambda = 2,294$), где более высокое проективное покрытие наблюдается на площадках, приходящихся на светлые участки (отдельные поляны и прогалины).

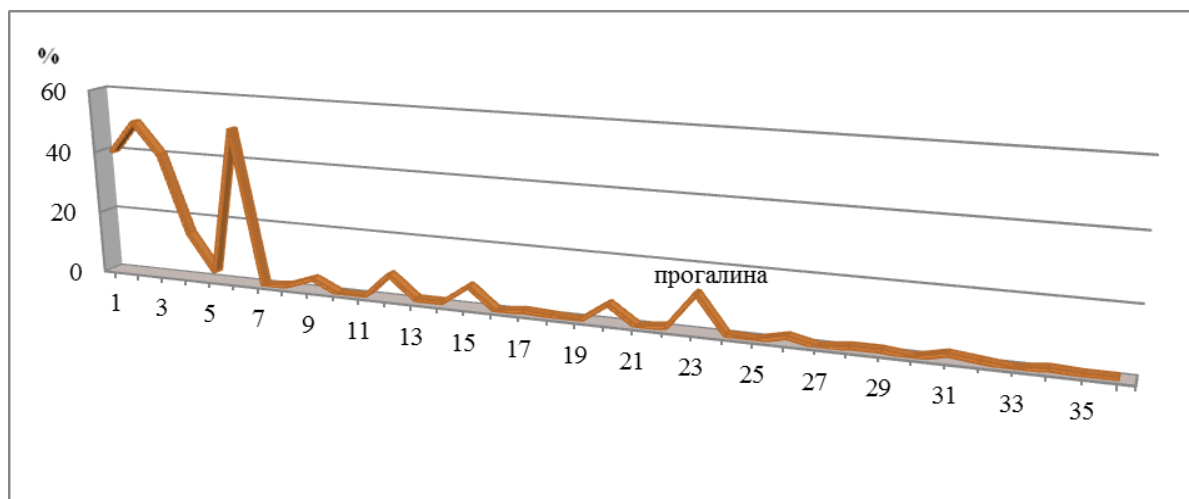


Рисунок 4 – Проективное покрытие золотарника по профилю
(пробы 1–6 – луговина, 7–16 – сосняк, 17–36 – ельник)

Экологические условия, ограничивая распространение золотарника по территории исследований, накладывают некоторый отпечаток и на отдельные его морфологические параметры (табл. 3).

Высота растений золотарника на открытой опушечной луговине и в разреженном сосняке достоверно выше, чем под пологом елового леса. Максимальная высота отдельных растений на луговине составила 163,4 см, а минимальная – 104,6 см, тогда как в сосняке – 138,6 и 102,2 см соответственно. Амплитуда колебаний высоты растений золотарника на луговине была несколько выше, чем в сосняке. Однако достоверной разницы средней высоты для этих участков не выявлено. В то же время в ельнике 46% обследованных растений имели высоту от 80 до 95 см и лишь у одного растения (на прогалине) она превысила 139 см.

Таблица 3

Морфометрическая характеристика золотарника на территории исследований

Участок	Высота растения, см	Лист (25-ый)		Соцветие		
		Длина, см	Ширина, см	Длина соцветия, см	Длина 5-ой веточки, см	Количество корзинок на 5-й веточке, шт.
Разнотравно-злаковая луговина	130,1±3,97	6,3±0,36	0,8±0,06	14,2±1,21	4,9±0,59	58,4±5,61
Сосняк елово-разно-травно-злаковый	122,1±3,96	7,2±0,24	0,9±0,04	11,3±0,67	3,2±0,31	43,7±4,87
Ельник кислично-мшистый	101,8±3,01	—	—	8,1±0,60	—	—

В условиях луговины, вероятно, наиболее благоприятных для развития золотарника, у растений формируются и наиболее крупные соцветия. Их средняя длина достигает 14 см. Длина наиболее крупных соцветий золотарника на этом участке профиля превышала 21 см. У растений под пологом сосняка формируются достоверно ($t_d = 2,097$, $P = 95,0\%$) менее крупные соцветия, средняя длина длинна которых составила 11,3 см, а максимальная не превышала 14,8 см. В условиях елового леса, характеризующихся значительно меньшим количеством солнечной радиации под густым пологом и меньшей трофностью почв, снижение общей длины растений золотарника сопровождается значительным сокращением длины соцветия. По сравнению с растениями сосняка и луговины у золотарника в ельнике соцветия достоверно ($P \geq 99,0\%$) короче соответственно в 1,4 и 1,8 раза (см. табл. 3).

В общей надземной длине растения золотарника на участках данного профиля на соцветие приходится порядка 8–11%. Достоверная разница ($t_d = 2,979$, $P = 99,0\%$) по данному показателю выявлена лишь для растений с луговины и ельника. Доля соцветия в общей длине растения на луговине в 1,4 раза больше, чем в ельнике. Это, очевидно, может указывать на тот факт, что в условиях значительного затенения у золотарника более активно развивается вегетативная масса растения. Под пологом обоих хвойных массивов данный параметр не различается ($0,09 \pm 0,004$ и $0,08 \pm 0,005$ или 9% и 8% соответственно в сосняке и ельнике).

Уменьшение длины соцветия под пологом хвойного леса сопровождается также сокращением линейных размеров составляющих его веточек. Длина 5-й снизу веточки соцветия у растений в сосняке в 1,5 раза достоверно ($t_d = 2,553$, $P = 95,0\%$) меньше, чем на луговине. В то же время, несмотря

на некоторое сокращение числа корзинок на более коротких веточках, статистически достоверной разницы по данному показателю не наблюдается. Абсолютно не изменяется среднее соотношение длины веточки и количества корзинок на ней, которое у растений на обоих участках составило $0,08 \pm 0,007$. Следовательно, можно предположить, что в более мелких соцветиях пропорционально изменяются и параметры цветочных корзинок, которые также становятся меньше. А это, вероятно, должно отразиться и на качестве семенной продукции.

Оценка параметров листьев золотарника (на примере 25-го от соцветия листа) не показала достоверной разницы как их длины, так и ширины для растений на луговине и в разреженном сосняке (см. табл. 3). Нет достоверной разницы и по такому параметру, как отношение ширины листа к его длине. У растений на луговине этот показатель составил $0,13 \pm 0,008$, а в сосняке – $0,12 \pm 0,006$.

В то же время индекс отношения длины листа к высоте растения золотарника достоверно ($t_d = 2,778$, $P = 95,0\%$) меньше на луговине, где его величина составила $0,05 \pm 0,002$ по сравнению с $0,06 \pm 0,003$ в сосняке. Вероятно, это дает основание предположить, что некоторое (пусть даже незначительное) снижение высоты растения в условиях уменьшения освещенности под пологом леса сопровождается аналогичным увеличением у растения доли фотосинтезирующего аппарата.

Заключение

Таким образом, исследования, проведенные на профиле, проходящем через последовательно расположенные биотопы с несколько различающимися условиями среды, показали довольно существенную видоспецифичность формирующихся здесь травянистых фитоценозов. Из представленных на профиле 41 вида травянистых растений 16 произрастают на опушечной луговине, в противоположность чему на обоих участках хвойного леса видовой состав травостоя наполовину богаче. Преобладают злаки и сложноцветные, широко распространенные на всей территории. Среди выявленных на профиле травянистых растений лишь два вида характерны только для фитоценоза луговины, в противоположность чему под пологом сосняка их было 9, а ельника – 12, что накладывает существенный отпечаток на сходство этих сообществ по видовому составу. Более высокая общность характерна для травостоя луговины и примыкающего к ней сосняка – 65,0%. Наименее схожи сообщества травостоя луговины и трансформированного рекреацией ельника (40,0%). Все травянистые сообщества профиля характеризуются монодоминантностью. Доминирующими видами луговины являются вейник наземный и внедрившийся сюда инвазивный вид – золотарник канадский. Под пологом соснового древостоя наиболее обильно развивается ежа сборная. Ельник с его специфическими условиями не весьма благоприятен для массового развития травянистой растительности. Некоторое преимущество в настоящее время здесь получила земляника лесная, активно заселяющая открытые участки.

Специфика освещенности на поверхности почвы, а также ее физико-химические свойства накладывают отпечаток на структуру фитоценозов по отношению растений к некоторым факторам среды. Доминируют на профиле растения полуоткрытых пространств, предпочитающие сухо-лесолуговой режим увлажнения почв. Условия опушечной луговины по сравнению с таковыми под пологом хвойного древостоя несколько благоприятнее для растений открытых пространств, на долю которых приходится четверть суммарного проективного покрытия травянистого яруса. В противоположность этому в ельнике активно развиваются растения, предпочитающие тенистые леса и более влажные почвы.

Несколько различается структура травянистых фитоценозов исследованных участков профиля по отношению растений к трофности почв. На луговине и в сосняке преимущество в развитии получили растения богатых элементами питания почв, в противоположность чему в ельнике более значимы растения, произрастающие на небогатых почвах.

Анализируя в целом структуру травянистых фитоценозов опушечной луговины и хвойных лесов, расположенных на данном профиле, следует отметить, что, с экологической точки зрения, эти сообщества в силу своей монодоминантности, небогатого видового состава и некоторой его специфики по отношению к отдельным факторам среды, довольно неустойчивы. И, как следствие, такие фитоценозы могут быстро и существенно изменяться в результате воздействия негативных факторов среды, в том числе биотических.

Внедрение в такие сообщества чужеродного инвазивного вида растений – золотарника канадского сопровождается его активным распространением по луговине с характерным для нее режимом освещенности, более соответствующим полуоткрытым пространствам, а также довольно богатыми с невысокой влажностью почвами.

Внедрение золотарника под полог хвойных лесов происходит неактивно. В сильно трансформированном в результате рекреационной нагрузки сосняке золотарник в настоящее время освоил лишь около половины территории, где встречается небольшими пятнами. Его проективное покрытие здесь невелико. Еще более редок золотарник под пологом елового массива. Основные пути распространения в ельнике – освещенные участки вдоль троп и лесных дорог, а также небольшие прогалины и открытые поляны.

Экологические условия хвойных лесов, характеризующихся сокращением потока солнечной радиации к поверхности почвы, негативно отражаются на некоторых морфометрических параметрах растений золотарника. В условиях сильного притенения в ельнике снижаются длина растения и соцветия. В более мелких соцветиях закономерно пропорционально изменяются и параметры цветочных корзинок, которые также становятся меньше. А это, вероятно, отражается и на качестве семенной продукции. Если данный факт действительно имеет место, (что требует дальнейшего изучения), то можно допустить, что активного массового распространения золотарника канадского в данном лесном массиве в ближайшем будущем, вероятно, не произойдет.

Список литературы

1. Парфенов, В. И. Современная антропогенная динамика флоры: к проблеме мониторинга инвазивных чужеродных видов / В. И. Парфенов // Мониторинг и оценка состояния растительного мира: материалы Междунар. науч. конф., - Минск, 22-26 сент. 2008 г./Ин-т эксперимент. бот. им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси; редкол.: Н. А. Ламан (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2008. – С. 82–83.
2. Дубовик, Д. В. Инвазионные виды во флоре Беларуси / Д. В. Дубовик, А. Н. Скуратович, Д. И. Третьяков // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы II-ой междунар. науч.-практ. конф. Сб. науч. работ / Под общ. ред. В. И. Парфенова. – Минск, 2012. – С. 443–446.
3. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 10.01.2009 N 2 "О некоторых вопросах регулирования распространения и численности видов дикорастущих растений"//[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.levonevsky.org/bazaby11/republic12/text030.htm> – Дата доступа: 20.02.2014.
4. Мотыль, М. Разнообразие золотарника в Беларуси и биорациональные способы ограничения его инвазионного распространения/ М.Мотыль, И.Гаранович. – Наука и инновации. 2014. – № 4. – С. 65–67.
5. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2011 / Под общ. ред. С. И. Кузьмина, И. В. Комоско. – Минск, «Бел НИЦ «Экология». – 2012. – С. 201–205.
6. Чумаков, Л. С. Эколого-биотопическая характеристика золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) в г. Минске / Л. С. Чумаков [и др.] // Экологический вестник. – 2014. – № 4 (30). – С. 110–117.
7. Зайцев, Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М.: Наука, 1984. – 424 с.
8. Песенко, Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. А. Песенко. – М.: Наука, 1982. – 288 с.
9. Одум, Ю. Экология: В 2-х т. Пер. с англ. / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. Т. 2. – С. 133–134.
10. Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В. И. Парфенова. – Минск: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
11. Цыганов, Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д. Н. Цыганов. – М.: Наука, 1983. – 197 с.
12. Флора Беларуси. Сосудистые растения. В 6 т. Т.2. Liliopsida (Acoraceae, Alismataceae, Araceae, Butomaceae, Commelinaceae, Hydrocharitaceae, Juncaginaceae, Lemnaceae, Najadaceae, Poaceae, Potamogetonaceae, Scheuchzeriaceae, Sparganiaceae, Typhaceae, Zannichelliaceae) /Д.И. Третьяков [и др.]; под общ. ред. В.И.Парфенова; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В.Ф.Купревича. – Минск: Беларус. навука, 2013. – С. 243.
13. Флора Беларуси. Мохообразные = Flora of Belarus. Bryophyta. В 2 т. Т. 1. Andreaeopsida–Bryopsida/ Г.Ф.Рыковский, О.М. Масловский; под ред. В.И.Парфенова. – Минск: Беларус. навука, 2004. – С.255–257.

**ECOLOGICAL ASSESSMENT OF HERBACEOUS PHYTOCENOSSES
AND *SOLIDAGO CANADENSIS* L. UNDER CANOPY
OF URBAN CONIFEROUS PLANTATIONS**

*The distribution of *Solidago canadensis* L. under the canopy of coniferous forest was studied. The research was conducted on the profile: the meadow on the forest edge – the pine forest transformed by recreation – spruce forest.*

*The grass canopy includes 41 plant species. It is poorer in the meadow. All investigated herbaceous phytocenoses are characterized by monodominance. *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. is abundant in the meadow, *Dactylis glomerata* L. prevails in the pine forest, *Fragaria vesca* L. – in the spruce forest.*

**S. canadensis* is currently well-established in the phytocenosis of the meadow, where it prevails with *C. epigeios*. The species settles inactive under the coniferous forest canopy. It is spread along trails, forest roads, clearings. Its projective cover is low here. The overall length of the plant and its inflorescence decreases under the forest canopy.*

*The research results suggest that the main refuge of *S. canadensis* on this area is the meadow on the edge.*