

Regarding the inward portions of the fluid transport systems, the second iterations of the primary fractal systems (namely the leaves and the digestive system) both deliver energy-carrying, but energy-processor depleted fluids (i.e., deoxygenated blood and relatively dehydrated savia). These fluids get mixed with those coming from the first iteration of the primary fractal system, i.e., from the shoot and from the non-digestive part of the animal body. The latter fluids are featured by neither carrying energy nor energy processors. In this way, major vein circulation (i.e., from the organs to the heart) is compared to the inward (shoot) portion of phloem flow, whereas minor arterial circulation (i.e., from the lungs to the heart) is compared to the inward (root) portion of xylem flow. Careful observation reveals that the part-to-whole relation between the leaf and the shoot, is also an energy-source to energy processor (water) sink relation. Just as well, the part-to-whole relation between the intestines and the entire body is an energy-source to oxygen-sink relation.

Under this analysis, plants seem to lack a *central pumping* “heart”, unless we associate it to the *peripheral sucking* action of the leaves. And this is precisely where Goethe once predicted we would eventually find it. Furthermore, the *PETROSELINUM* genetic system has been proposed to specify the growth of either the leaf or the shoot apical meristem, depending on whether the module is polarized towards the genes *JAG* or *KNOX*, respectively. Based on priorly known genetic interactions, this module can be hypothesized to release rhythmic bursts of *KNOX* or *JAG* proteins (Ichihasi *et al.*, 2014; Torres and Flórez, in preparation), which are respectively responsible for leaf (second iteration of the primary fractal system) and shoot (first iteration) apical meristem morphogenesis in a sort of expansion/contraction molecular rhythm underlying leaf and SAM.

#### References

- Ichihasi Y. 2014. Evolutionary developmental transcriptomics reveals a gene network module. Langdale J.A., Harrison C.J. Developmental transitions during the evolution of plant form // In: Key themes in evolutionary biology / A. Minelli & G. Fusco, eds. Cambridge University Press. 2008.
- Taiz, Zeiger. 2002. *Plant Physiology*. 3<sup>a</sup> edición. Sinauer Associates. 2002.
- Torres A., Flórez C. inpreparation. The Whole-Shootness of the Leaf: A contemporary restatement of the partial-shoot theory of the leaf.
- Van Valen L. Homology and causes. *Journal of Morphology*. 1982. Vol. 173: 305-312.
- Zimmermann, W. 1976. *Evolución vegetal*. Omega editores. Barcelona

### **ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ НА ЮГО-ЗАПАДЕ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ**

**В.К. Тохтарь, А.Ю. Курской**

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,  
Белгород, Россия,

[tokhtar@bsu.edu.ru](mailto:tokhtar@bsu.edu.ru); [kurskoy@bsu.edu.ru](mailto:kurskoy@bsu.edu.ru)

### **ON FEATURES OF SPATIAL DIFFERENTIATION OF INVASIVE SPECIES IN THE SOUTH-WEST OF THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND**

**V.K. Tokhtar, A.Yu. Kurskoy**

Успешное внедрение адвентивных видов в местные фитоценозы и пути их миграции зависят от эколого-биологических особенностей инвазионных растений, экотопологических, орографических, эдафических, гидрологических характеристик

колонируемых ими территорий и детерминирующего действия антропогенных и природных факторов (Тохтарь и др., 2003; Тохтарь, 2005; Тохтарь, Грошенко, 2008; Тохтарь, Фомина, 2013).

Целью исследования было выявление особенностей пространственной дифференциации инвазионных видов на юго-западе Среднерусской возвышенности, которую мы рассматриваем в пределах административных границ Белгородской области.

Интенсификация процессов заноса адвентивных растений подтверждается находками новых для региона видов, сделанных за последнее время: *Amaranthus cruentus* L., *Anisantha sterilis* (L.) Nevski, *Asclepias syriaca* L., *Campanula* × *spryginii* Saksonov et Tzvelev, *Cenchrus longispinus* (Hack.) Fernald, *Centaurea montana* L., *Commelina communis* L., *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal, *Hordeum murinum* L., *Impatiens parviflora* DC., *Jurinea charcoviensis* Klokov, *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Nicotiana rustica* L., *Oenothera depressa* Green., *Oenothera glazioviana* Micheli, *Onobrychis tanaitica* Spreng., *Panicum capillare* L., *Panicum dichotomiflorum* Michx., *Physalis philadelphica* Lam. (= *Physalis ixocarpa* Brot. ex Hornem.), *Potentilla bifurca* L., *Ptelea trifoliata* L., *Thladiantha dubia* Bunge., *Veronica polita* Fries. (Тохтарь, Фомина, 2013; Курской и др., 2014; Сенатор и др., 2017).

В ходе исследования инвазионных видов были выявлены основные «коридоры» миграций адвентивных видов в регионе, к которым относятся в первую очередь железные и автодороги, долины рек и лесозащитные полосы. Ниже приведена характеристика комплексов инвазионных видов в различных макроэкоотопах региона.

**Долины рек** характеризуются уникальными природными условиями, которые позволяют сохраниться комплексу южных видов, диаспоры которых регулярно заносятся разными путями. На песчаных пустошах и лугах отмечены: *Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. Presl, *Conyza canadensis* L., *Epilobium adenocaulon* Hausskn., *Oenothera biennis* L. На отмелях часто встречаются однолетние виды. Наиболее часто в этих условиях произрастают: *Acer negundo* L., *Bidens frondosa* L., *Conyza canadensis*, *Echinocystis lobata* Torr. et Gray, *Epilobium adenocaulon*, *Impatiens glandulifera* Royle, *Oenothera biennis*, *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz. Вдоль течения рек активно расселяются *Acorus calamus* L. и *Elodea canadensis* Michx.

**Лесные участки** в силу наличия в них открытых пространств, опушек, вырубков, просек достаточно уязвимы к внедрению инвазионных видов. Условия для поселения чужеродных видов достаточно благоприятны, поскольку в них достаточно светло, травяной покров разрежен, благоприятные почвенные условия. Здесь нами отмечены такие характерные для этих местообитаний виды как: *Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. Presl, *Caragana arborescens* Lam., *Galinsoga parviflora* Cav., *Parthenocissus inserta* (A. Kern.) Fritsch, *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim., *Prunus cerasifera* Ehrh., *Robinia pseudoacacia* L., *Sambucus nigra* L.

В пределах насыпей **железных дорог**, относимых нами к техногенным экоотопам, не имеющим природных аналогов, флора формируется из «осколков» аборигенной флоры и случайно занесенных видов (Тохтарь, 1993; Тохтарь, 2010; Мартынова, Тохтарь, 2011;). Также отмечается, что интенсивность использования различных железных дорог положительно коррелирует с повышенной концентрацией чужеродных видов (Тохтарь, 1993).

Результатом строительства и эксплуатации транспортной сети, а также перевозки пассажиров и грузов, является расселение растений в новые регионы, что открывает возможности для вторжения наиболее агрессивным (инвазионным) видам в естественные сообщества (Hodkinson, Thompson, 1997; Kowarik, 2003; Тохтарь, 2005). Первоначально медленное осваивание появившихся в новых для себя условиях растений сменяется экспоненциальным ростом их популяций. Таким образом, распространение заносных видов из придорожной полосы на прилегающие территории оказывает влияние на биоразнообразие на ландшафтном уровне (Тохтарь, 1993).

Процесс видообразования на железной дороге идет очень активно, что выражается в появлении значительного количества тератных, карликовых форм,

способных к плодоношению: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Conyza canadensis*, *Oenothera biennis*, *Sisymbrium wolgense* Bieb. ex Fourn. (Тохтарь, 1993; Тохтарь и др., 2011).

Видами, наиболее характерными для склонов насыпей и междурельсовым пространством железных дорог исследуемой территории являются: *Acer negundo*, *Amaranthus albus* L., *Amaranthus blitoides* Wats., *Amaranthus retroflexus* L., *Ambrosia artemisiifolia*, *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Atriplex tatarica* L., *Conyza canadensis*, *Crepis rhoediifolia* Bieb., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Echinocystis lobata*, *Epilobium adenocaulon*, *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal, *Kochia scoparia* (L.) Schrad., *Lepidium densiflorum* Schrad., *Oenothera biennis*, *Oxybaphus nyctagineus* (Michx.) Sweet, *Panicum capillare* L., *Parthenocissus inserta*, *Phalacroloma annuum* (L.) Dumort., *Populus alba* L., *Portulaca oleracea* L., *Senecio viscosus* L., *Solidago canadensis* L., *Ulmus pumila* L., *Xanthium albinum*.

Транспортные пути являются основным очагом появления новых хозяйственно-ценных или вредных растений, способных натурализоваться в местах заноса. Именно на железных дорогах региона нами сделано большинство находок новых видов региона (Тохтарь, Грошенко, 2008; Тохтарь, Фомина, 2011; Курской и др., 2014; Сенатор и др., 2016).

Для **агрофитоценозов** региона характерен свой «набор видов». Это, преимущественно, сеgetальные виды, которые часто могут быть связаны с территориями, где выращиваются конкретные сельскохозяйственные культуры. Например, *Cuscuta campestris* Yunker паразитирует в условиях региона преимущественно в посевах сои и пшеницы. Наиболее характерными для агрофитоценозов региона видами являются: *Amaranthus retroflexus*, *Arrhenatherum elatius*, *Cardaria draba* (L.) Desv., *Conyza canadensis*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Galega orientalis* Lam., *Helianthus tuberosus* L., *Lepidium densiflorum*, *Lolium perenne* L., *Panicum capillare*, *Phalacroloma annuum*, *Portulaca oleracea*.

Флорокомплексы агрофитоценозов постоянно обогащаются новыми видами за счет растений защитных лесополос, адвентивных видов, мигрирующих вдоль проселочных дорог между полями, оросительных и ирригационных каналов.

**Парки** испытывают постоянное антропогенное воздействие. Флора, формирующаяся в этих условиях, представляет собой сложный комплекс интродуцентов, случайно занесенных адвентивных видов и «останцев» флор, которые сохранились с момента создания парков и скверов. Наиболее характерными для парков являются: *Acer negundo*, *Malus domestica* Borkh., *Parthenocissus inserta*, *Populus alba* L., *Pyrus communis* L., *Robinia pseudoacacia*, виды-гемикриптофиты, такие как *Arrhenatherum elatius*, терофиты – *Atriplex tatarica*, *Bidens frondosa*, *Hordeum murinum* L., *Impatiens glandulifera*, *Kochia scoparia*, а также декоративные однолетние растения, родов *Petunia* Juss. и *Tagetes* L.

В **лесополосах** региона активно распространяются инвазионные виды: *Acer negundo*, *Elaeagnus angustifolia* L., *Fraxinus pensylvanica* Marshall, *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus pumila*.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлены особенности пространственной дифференциации инвазионных видов на юго-западе Среднерусской возвышенности. Установлено, что по транспортным магистралям мигрируют преимущественно растения следующих жизненных форм и биотипов: терофиты, гемикриптофиты, ксенофиты, эуконофиты и эпикофиты, олиготрофы, ксеромезофиты или мезоксерофиты, принадлежащие к семействам Asteraceae, Brassicaceae, Poaceae.

В формировании инвазионного компонента флорокомплексов парков и лесополос главенствующую роль играют виды-интродуценты, относящиеся к эргазиофитам, фанерофитам, хамефитам, мезотрофам, которые принадлежат к семействам Fabaceae, Rosaceae. Здесь преобладают древесно-кустарниковые виды: *Acer negundo*, *Amorpha fruticosa* L., *Caragana arborescens*, *Elaeagnus angustifolia*, *Robinia pseudoacacia*.

Наибольшее количество инвазионных видов отмечено в пределах транспортных магистралей, долинах малых рек, по пойменным лугам, а наименьшее – на участках

злаково-луговых степей и в лесных фитоценозах. Активно внедряются в природные местообитания виды-трансформеры: *Acer negundo*, *Bidens frondosa*, *Conyza canadensis*, *Echinocystis lobata*, *Elodea canadensis*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Impatiens glandulifera*, *Phalacrologium annuum*, *Robinia pseudoacacia*.

Согласно классификации, предложенной нами, на основании подходов, разработанных S. Hejny и V. Jehlik (1972), все инвазионные виды в регионе по способу распространения разделены на монохоры (распространяющиеся в регионе только одним путем), олигохоры (несколькими путями, среди которых один является доминантным) и полихоры (распространяются многочисленными путями, из которых не менее двух доминантных). Проведенный нами анализ особенностей распространения инвазионных видов свидетельствует о том, что 44 вида (58,9 % от общего числа инвазионных видов) из них приходится на монохоры, 21 вид (26,6 %) – на олигохоры и 11 видов (14,5 %) – на полихоры.

#### Список литературы

- Курской А. Ю., Тохтарь В. К., Чернявских В. И. Флористические находки адвентивных и раритетных видов растений на юго-западе Среднерусской возвышенности // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 9 (часть 3). С. 78-82.
- Мартынова Н.А., Тохтарь В. К. Некоторые подходы к направленному подбору видов при создании устойчивых культурфитоценозов в антропогенно нарушенных экотопах // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2011. № 9 (104). Вып. 15. С. 311-315.
- Сенатор С. А., Тохтарь В. К., Курской А. Ю. Материалы к флоре железных дорог Белгородской области // Вестник Удмурдского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2016. Т. 26. вып. 4. С. 50-59.
- Сенатор С. А., Тохтарь В. К., Курской А. Ю. Материалы к флоре Белгородской области // Ботан. журн. 2017. Т. 102, № 5. С. 671-678.
- Тохтарь В. К. Флора железных дорог юго-востока Украины: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1993. 17 с.
- Тохтарь В.К., Хархота А. И., Ростаньски А., Виттиг Р. Сравнение локальных флор техногенных территорий Европы // Промышленная ботаника. 2003. Вып. 3. С. 7-13.
- Тохтарь В. К. Флоры техногенных экотопов и их развитие (на примере юго-востока Украины): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Киев, 2005. 36 с.
- Тохтарь В. К., Грошенко С. А. Глобальные инвазии адвентивных видов растений: проблемы и перспективы исследований // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер.: Естественные науки. 2008. № 7 (47). вып. 7. С. 50-54.
- Тохтарь В.К. Прогнозирование формирования флор техногенных экотопов в степной зоне // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер.: Естественные науки. – 2010. Т. 15. № 12. С. 13-18.
- Тохтарь В. К., Виноградова Ю. К., Грошенко С. А. Микроэволюция и инвазивность видов рода *Oenothera* L. в Европе // Российский журнал биологических инвазий. 2011. № 3. С. 49-61.
- Тохтарь В. К., Фомина О. В. Особенности формирования флор в урбанизированной среде на юго-западе Среднерусской возвышенности Белгород : ИД «Белгород», 2013. – 136 с.
- Hejny S., Jehlik V. Hemerochorous dispersal of adventitious plants from the viewpoint of frequency of different ways of introduction – a proposal of terminology // Folia Geobot. Phytotax. 1972. Vol. 7 P. 91-93.
- Hodkinson D.J., Thompson K. Plant dispersal: the role of man // J. of Applied Ecology. 1997. № 34(6). P. 1484-1496.
- Kowarik I. Human agency in biological invasions: secondary releases foster naturalisation and population expansion of alien plant species // Biological Invasions. 2003. № 5. P. 293-312.