

**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД-ИНСТИТУТ –  
ОБОСОБЛЕННОЕ СТРУКТУРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
УФИМСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

*На правах рукописи*

**Баймурзина Зухра Мутагаровна**

**БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ ИНВАЗИОННОГО ВИДА  
*HORDEUM JUBATUM* L. НА ЮЖНОМ УРАЛЕ**

03.02.01 – Ботаника

03.00.16 – Экология

**НАУЧНЫЙ ДОКЛАД**

Научный руководитель:  
доктор биологических наук,  
профессор Л.М. Абрамова

**Уфа – 2019**

**Работа выполнена в Южно-Уральском ботаническом саду-институте – обособленном структурном подразделении Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского Федерального исследовательского центра Российской академии наук**

**Научный руководитель:** – **Абрамова Лариса Михайловна**  
доктор биологических наук, профессор

**Рецензенты:** – **Ямалов Сергей Маратович**  
доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений Южно-Уральского ботанического сада-института – обособленного структурного подразделения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук;

– **Хазиахметов Рашит Мухаметович**  
доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и безопасности жизнедеятельности Башкирского государственного университета

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** В середине XX в. человечество вступило в эпоху глобализации, которая ощущается во всех сферах жизни и порождает новые проблемы в биологии. Прежде всего, это касается чужеродных растений, расселяющихся по всему земному шару вслед за глобальными процессами миграции населения, движения транспорта, оборота грузов. Всего в мире зарегистрировано около 14 тыс. таких видов. Более 6 тыс. видов расселились из Америки, из Европы – более 4 тыс. (van Kleunen et al., 2015).

Проблема инвазионных видов – одна из наиболее актуальных в биологии и экологии (Rušek et al., 2012). Инвазионная экология является быстро развивающейся отраслью экологии (Rejmanek et al., 1999). Инвазии чужеродных организмов ныне признаны одним из ведущих факторов трансформации природных экосистем (Биологические инвазии..., 2004), а инвазионные чужеродные виды значатся в ряду важнейших угроз природному биоразнообразию (Olmstead, 2006).

Известно, что вселение инвазионных видов приводит к сокращению биологического разнообразия и вытеснению аборигенных видов (Hejda et al., 2009; Winter et al., 2009). Часто результатом внедрения инвазионных видов является трансформация естественных флористических комплексов с образованием замещающих сообществ с доминированием вида-вселенца. Натурализация инвазионных видов может полностью менять облик растительных сообществ (Туганаев, Пузырев, 1988). Кроме того, существует опасность гибридизации инвазивных видов с представителями местной флоры, и появления более устойчивых и агрессивных в данном климате гибридов, которые могут расселяться с большой скоростью. Поэтому всестороннее изучение инвазионных и потенциально видов в новых условиях обитания является актуальным.

Одним из агрессивных чужеродных видов, вселяющихся в природные и антропогенные экосистемы Южного Урала, является ячмень гривастый – *Hordeum jubatum* L. Активное внедрение вида наблюдается в регионе только с начала XXI века, а в последнее десятилетие происходит взрывообразное расселение и натурализация ячменя гривастого в самых разных природных зонах – от северной лесостепи и горно-лесной зоны до юга степной зоны. Эти процессы, а также современное распространение вида в Южно-Уральском регионе до последнего времени почти не изучались.

**Цель работы.** Выявление очагов инвазии агрессивного неофита *Hordeum jubatum* в Республике Башкортостан и прилегающих к Урале

районах Челябинской и Оренбургской областей и изучение его биологии и экологии во вторичном ареале.

**Задачи:**

- выявить новые очаги инвазии ячменя гривастого, составить карту его вторичного ареала на Южном Урале;
- описать сообщества с участием вида, провести их классификацию;
- оценить изменчивость морфометрических параметров *Hordeum jubatum* в разных природных зонах региона;
- изучить популяционные характеристики *Hordeum jubatum* в разных регионах Южного Урала.
- проанализировать динамику параметров и популяций и ее связь с эдафо-климатическими и сезонными факторами;

**Научная новизна.** Впервые для территории Южно-Уральского региона выявлено распространение чужеродного вида *Hordeum jubatum* и охарактеризована его эколого-фитоценотическая приуроченность. Изучена изменчивость и разногодичная динамика морфологических параметров вида в разных природно-климатических условиях произрастания. Проведены популяционные исследования и выявлена зависимость параметров вида и популяций от эдафо-климатических и сезонных факторов.

**Практическая значимость.** В результате исследований выявлены закономерности натурализации инвазионного вида *Hordeum jubatum* при его вселении в растительные сообщества Южного Урала. Это позволило определить основные пути миграции вида и оценить последствия его внедрения в растительные сообщества региона. Полученные материалы могут быть использованы в работе Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор), для прогноза и контроля дальнейшего расселения ячменя гривастого в регионах Южного Урала, при чтении курсов ботаники и экологии в профильных ВУЗах, а также при составлении «Черной книги Республики Башкортостан».

**Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Ячмень гривастый широко расселился во всех регионах Южного Урала и натурализовался в сообществах засоленных лугов на юге и в послелесных луговых сообществах – на севере региона, а также в рудерализованных сообществах населенных пунктов – по всей территории.

2. Распространение вида в сообществах определяют экологические факторы увлажнения, засоления и нарушения экотопов. Установлена достоверная зависимость параметров вида и популяций от эдафо-климатических и сезонных факторов.

3. Во вторичном ареале вид не обладает высоким морфоструктурным разнообразием, что связано с его недавним проникновением в регион и высокими адаптационными возможностями к разным экологическим условиям местообитаний.

**Связь работы с плановыми исследованиями и научными программами.** Исследования проводились в рамках плана НИР Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН и гранта РФФИ № 17-04-00371 – «Черный список» флоры Южного Урала и Приуралья: биология инвазионных неофитов, формирование вторичных ареалов, натурализация, экологические угрозы»

**Личный вклад автора.** Цели и задачи исследований определены автором вместе с научным руководителем. Сбор материала в течение полевых сезонов 2016-2018 гг. и его обработка осуществлялись лично автором диссертации. Обобщение полученных результатов и написание публикаций проводилось совместно с научным руководителем. Вклад автора в написание публикаций не менее 50%.

**Апробация.** Материалы диссертации докладывались на 8 Международном симпозиуме и Международном степном форуме Русского географического общества «Степи Северной Евразии» (Оренбург, 2018), 5-й Международной научной конференции «Изучение адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: итоги, проблемы и перспективы» (Ижевск, 2017) и Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) «Башкортостан – территория роста: предпринимательство, экология, язык и культура (проблемы, поиски, перспективы)» (Сибай, 2017).

**Объем и структура НКР.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и выводов, списка литературы и приложения. Объем работы 175 страниц машинописного текста, в том числе 28 таблиц, 26 рисунков. Приложение включает 15 таблиц и составляет 30 страниц. В списке литературы 280 наименований, в том числе иностранных 65 авторов.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **1. Особенности биологии инвазионных видов и процесса инвазии (литературный обзор)**

Приводится краткий обзор и современное состояние исследований по проблеме инвазий чужеродных видов за рубежом, в России и на Южном Урале. По данным литературы рассмотрены глобальные закономерности инвазионных процессов, распространение инвазионных неофитов, их жизненные стратегии, репродуктивная способность, способы расселения, формирования семенных банков и прочие биологические особенности, а также натурализация и ущерб от распространения чужеродных видов. Приводятся происхождение, история расселения и современное распространение *Hordeum jubatum* в РФ и на Южном Урале.

## 2. Природные условия, объект и методы исследований

Объект исследования – ячмень гривастый – *Hordeum jubatum* L. из семейства Poaceae.

Полевые исследования проводились в 2016-2018 гг. пределах трех регионов Южного Урала: в Республике Башкортостан и прилегающих районах Челябинской и Оренбургской областей. Всего было охвачено 8 природно-климатических районов исследований: в Зауралье – степная зона Оренбургской области; степная зона Челябинской области; степная зона Республики Башкортостан; южная часть лесостепной зоны Зауралья РБ; северная часть лесостепной зоны Зауралья РБ; в Предуралье – степная и лесостепная зона Предуралья РБ; а также горно-лесная зона РБ.

Характеристика природных условий районов исследований приведена по данным литературы (Крашенинников, 1941; Дубовик, 1964; Борисевич, 1968; Кадильников, Тайчинов, 1973; Кирин, 1973; Хазиев, Мукатанов, 1992; Почвы Башкортостана, 1995, 1997, Чибилев, 1995; Атлас Республики Башкортостан, 2005; Путеводитель Оренбургской области, 2006 и др.).

Для характеристики эколого-фитоценотической приуроченности вида были выполнены 34 полных геоботанических описания. Обилие видов оценивалось по шкале Ж. Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964; Миркин, Наумова, 1998). При определении видов использовались «Определитель высших растений Башкирской АССР» (1988, 1989) и «Сорные растения флоры СССР» (Никитин, 1983), названия видов в работе приведены по работе «Сосудистые растения России и сопредельных государств» (Черепанов, 1995).

Геоботанические описания были введены в базу данных TURBOVEG (Hennekens, 1995). Результаты обработки описаний программой количественной классификации TWINSpan (Hill и др., 1975; Hill, 1979) послужили исходным материалом для составления фитоценологических таблиц

с использованием программы MEGATAB (Hennekens, 1995). Описания обработаны в соответствии с принципами эколого-флористической классификации (Braun-Blanquet, 1964; Миркин, Наумова, 1998) при использовании дедуктивного метода Копечки-Гейны (Кореску, Нейну, 1974, 1978), позволяющего классифицировать обедненные, серийные и дериватные (замещающие) сообщества с участием инвазивных видов растений.

Ординация растительных сообществ была проведена DCA-методом, реализованном в программном приложении CANOCO 4.5 (Ter Braak, Smilauer, 2002). Для оценки экологических параметров местообитаний применена откорректированная для Южно-Уральского региона шкала Д.Н. Цыганова (Широких, Зверев, 2012). Подсчет средневзвешенных значений экологических факторов проводился в интегрированной геоботанической системе IBIS (2007).

Популяционные исследования проводились методом учетных площадок в 1 м<sup>2</sup>. Определялись основные параметры ценопопуляций (ЦП): плотность, высота растений, надземная биомасса адвента и общая биомасса. Для характеристики разногодичной динамики инвазионных ЦП в 3-х регионах Южного Урала популяционные параметры определялись в течение 3 лет (2016-2018 гг.).

Изучение основных биометрических параметров для оценки внутри- и межпопуляционной изменчивости в природе и культуре проводилось согласно методу В.Н. Голубева (1962) в фазе массового цветения на 25-и средневозрастных генеративных растениях каждой из ЦП.

В качестве объектов виталитетного анализа использовали растения средневозрастного генеративного состояния. Составлены виталитетные спектры, а также определен индекс качества ценопопуляции.

Статистическая обработка полученных данных была проведена с помощью пакетов статистических программ MS Excel 2010 и Statistica 6,0 с использованием стандартных показателей (Доспехов, 1973; Зайцев, 1990). Оценка влияния комплекса экологических факторов проведена методом двухфакторного дисперсионного анализа с повторениями (Зайцев, 1990; Лакин, 1990). Многомерный анализ проводили в программе Statistica 6,0 (Кулаичев, 1996; Халафян, 2008). В процессе дискриминантного анализа вычисляли фенотипическую дистанцию – расстояние Махаланобиса (Песенко, 1982).

### **3. Распространение и эколого-фитоценотическая характеристика**

#### ***Hordeum jubatum***

Приводится распространение *Hordeum jubatum* в Республики Башкортостан и прилегающих регионах Оренбургской и Челябинской областях.

Эколого-фитоценотическая характеристика вида выполнена на основе геоботанических описаний сообществ с участием вида.

Продромус сообществ с участием *Hordeum jubatum*

Класс *Polygono arenastri-Poëtea annuae* Rivas-Martínez 1975 corr. Rivas-Martínez et al. 1991

Порядок *Polygono arenastri-Poëtalia annuae* R. Tx. in Géhu et al. 1972 corr.

Союз *Coronopodo-Polygonion arenastri* Sissingh 1969

Ассоциация: *Polygono avicularis-Hordeetum jubati* Abramova, Golovanov 2016

Класс *Festuco-Puccinellietea* Soó ex Vicherek 1973

Порядок *Scorzonero-Juncetalia gerardii* Vicherek 1973

Дериватное сообщество *Hordeum jubatum-Juncus gerardii* [*Scorzonero-Juncetalia gerardii*]

Класс: *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937

Порядок: *Arrhenatheretalia* R. Tx. 1931

Ал. *Cynosurion* R. Tx. 1947

Дериватное сообщество: *Hordeum jubatum-Poa pratensis* [*Cynosurion*]

По результатам фитоценотического анализа выделены 3 типа сообществ с доминированием *Hordeum jubatum*: ассоциация *Polygono avicularis-Hordeetum jubati* и 2 дериватных сообщества: *Hordeum jubatum-Juncus gerardii* [*Scorzonero-Juncetalia gerardii*], *Hordeum jubatum* [*Cynosurion*], их распространение на Южном Урале представлено на рис. 1.

Для характеристики разнообразия и экологического диапазона местообитаний *H. jubatum* проведена ординация растительных сообществ (РСА-методом, с использованием экологических шкал Д.Н. Цыганова с учетом их корректировки для Южного Урала (Широких, Зверев, 2012).

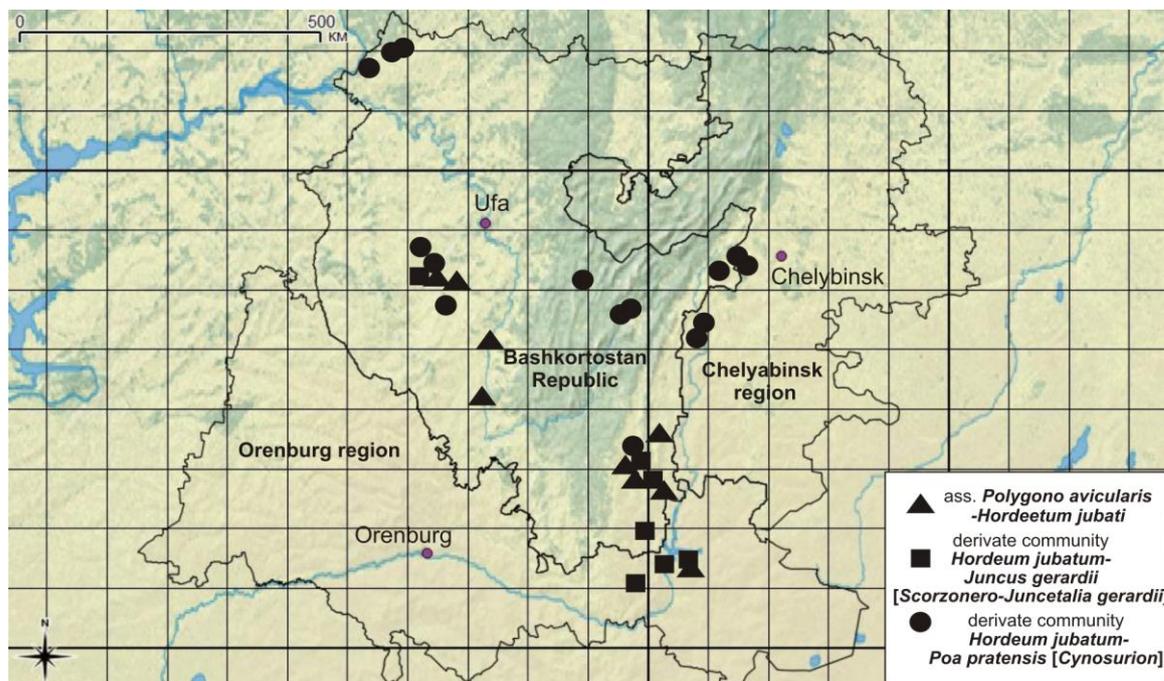


Рис. 1. Распространение сообществ с доминированием *Hordeum jubatum* на территории Южного Урала.

Результаты РСА-анализа показали (рис. 2), что увлажнение и засоленность играют ведущую роль в дифференциации сообществ с доминированием инвазионного вида *Hordeum jubatum*.

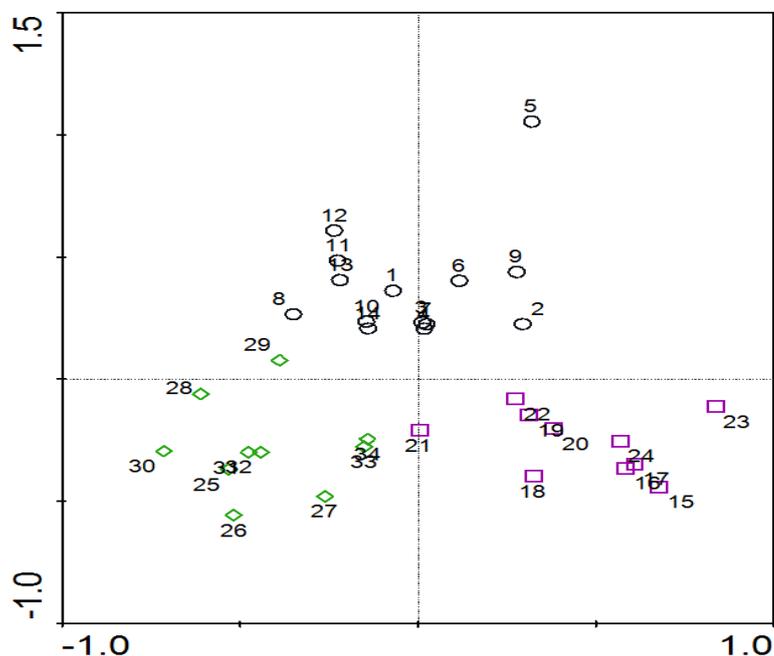


Рис. 2. Экологическая дифференциация типов растительности с доминированием *Hordeum jubatum*. Цифрами показаны номера описаний.

В пространстве главных осей ординации (увлажнение-засоление и антропогенный фактор) описания сформировали 3 группы: для ассоциации

*Polygono avicularis–Hordeetum jubati* (оп. 1-10) характерно наличие сильного антропогенного воздействия при сухих условиях, местообитания дериватного сообщества *Hordeum jubatum-Juncus gerardii* [*Scorzonero-Juncetalia gerardii*] (оп. 21-30) расположены на влажных и засоленных местообитаниях, наименьший уровень засоления и сухие условия характерны для дериватного сообщества *Hordeum jubatum-Poa pratensis* [*Cynosurion*] (оп. 21-34),

#### **4. Особенности биологии *Hordeum jubatum* в природных ценопопуляциях**

Биоморфологические параметры *Hordeum jubatum* измерялись в 32 ЦП каждого из 8 регионов исследования (зоны 1-8). Оценка влияний экологических условий на параметры растений *H. jubatum* с помощью однофакторного дисперсионного анализа для 8-ми исследуемых зон (табл. 1) показала статистически значимое влияние фактора на большинство признаков (уровень факторизации от 2,4 до 44,1%).

Подавляющее большинство параметров показали нормальный уровень изменчивости. Повышенная изменчивость во многих популяциях отмечена для числа генеративных и вегетативных побегов, числа семян и длины стебля. Эти параметры в наибольшей степени зависят от экологических условий произрастания, и от антропогенного воздействия на популяции.

Проведенный дискриминантный анализ (рис. 3) выявил почти полное фенотипическое перекрытие особей разных ценопопуляций. В целом особи *Hordeum jubatum* морфоструктурно однотипны между собой, лишь единичные особи ЦП 1, 2, 6, 7, 15, 25 имеют незначительное перекрытие с общим массивом. Это подтверждает заносность вида и его расселение от единой популяции, а также это говорит о том, что изучаемый инвазионный вид крайне адаптивен к экологическим условиям и антропогенно устойчив.

#### **5. Характеристика ценопопуляций *Hordeum jubatum* в разных экологических условиях местообитания**

При характеристике ЦП *Hordeum jubatum* в 8 исследуемых районах Республики Башкортостан, Челябинской и Оренбургской областей (табл. 2) использованы основные параметры популяций – высота растений, плотность, биомасса и доля участия инвазионного вида в сообществе (по биомассе).

Таблица 1

Влияние экологических условий на некоторые морфометрические параметры *Hordeum jubatum* L. (2017 г.)

Параметры	Сила влияния фактора	Средние значения по грациям факторов							
		Зона 1	Зона 2	Зона 3	Зона 4	Зона 5	Зона 6	Зона 7	Зона 8
Число генеративных побегов, шт.	15,3***	24,61	22,95	20,42	22,23	34,00	35,68	18,47	34,34
Число вегетативных побегов, шт.	19,2***	10,13	8,8	13,92	21,2	13,01	18,37	13,43	10,68
Длина корня, см	21,2***	8,32	9,11	10,13	8,15	10,00	9,16	11,22	9,69
Длина стебля, см	31,1***	36,89	24,06	32,34	30,91	31,74	33,72	36,70	30,57
Толщина стебля, шт.	8,2***	2,11	1,89	2,06	1,86	2,03	2,26	2,27	2,07
Число листьев, шт.	18,2***	3,41	3,91	4,4	3,59	3,88	3,84	3,89	4,31
Длина листа, см	20,1***	8,87	6,72	7,72	7,69	7,24	8,69	9,41	7,37
Ширина листа, см	31,4***	2,88	2,81	3,02	3,25	3,44	3,53	4,39	3,03
Длина соцветия, см	22,6***	11,33	9,44	11,26	10,66	11,51	11,66	11,70	11,57
Длина колоса, см	9,0***	6,94	6,02	7,01	7,17	7,26	7,24	7,47	7,13
Ширина колоса, мм	13,5***	3,23	3,2	2,97	3,06	3,27	3,83	3,35	3,17
Длина ости, см	18,7***	5,58	5,10	5,86	5,88	5,75	6,44	6,12	5,94
Число узлов, шт.	2,4**	3,44	3,43	3,48	3,33	3,52	3,25	3,24	3,59
Число семян, шт.	17,2***	53,90	40,97	50,47	54,08	53,15	56,65	53,96	52,23
Длина семени, мм	44,1***	3,75	5,05	4,55	4,09	4,32	6,11	5,04	4,95
Толщина семени, мм	28,0***	1,35	1,23	1,10	1,31	1,51	1,50	1,78	1,15

Примечание. \*\*\* – влияние фактора достоверно при уровне значимости  $p < 0,001$ ; \*\* – влияние фактора достоверно при уровне значимости  $p < 0,01$ ; \* – влияние фактора достоверно при уровне значимости  $p < 0,05$ .

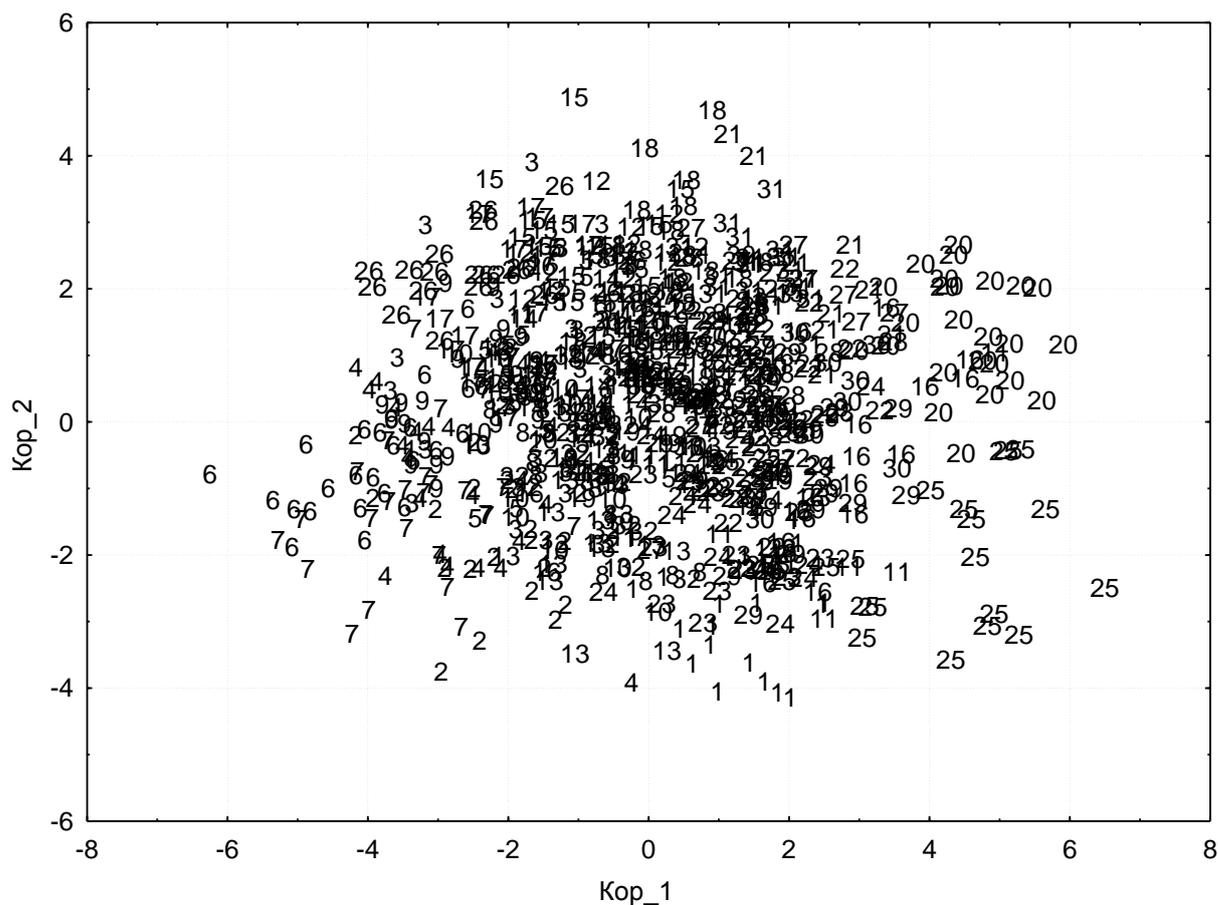


Рис. 3. Результаты дискриминантного анализа ценопопуляций *Hordeum jubatum* по совокупности морфометрических признаков

Таблица 2

Средние значения основных параметров популяций по зонам исследования

Районы исследования	Высота, см	Число растений на 1 м <sup>2</sup>	Надземная биомасса, г/м <sup>2</sup>	Биомасса площади, г/м <sup>2</sup>	Доля адвента, %
Зона 1	46,8	11,2	394,6	495,8	82,2
Зона 2	35,4	10,6	326,5	395,8	82,6
Зона 3	46,9	39,0	340,3	389,7	88,7
Зона 4	43,1	11,3	467,8	683,6	68,2
Зона 5	43,6	9,5	468,7	590,0	79,6
Зона 6	49,6	12,7	264,4	384,4	68,8
Зона 7	43,7	9,4	271,1	345,9	77,1
Зона 8	45,2	9,4	273,3	375,8	69,6
В среднем по зонам	43,9	14,1	350,8	457,6	77,1

Анализируя данные таблицы, можно сказать, что исследуемый инвазионный вид является высоко конкурентным сорным растением. При внедрении в сообщества он быстро захватывает лидирующие позиции и доминирует с долей участия 42,7-99,7%. Средняя высота растений – 44,5 см. Плотность популяций – от 7,5 до 19,9 растений на 1 м<sup>2</sup>. Биомасса вида не очень высока – 0,28-0,41 кг/м<sup>2</sup>.

Оценка влияния комплекса эдафо-климатических условий экотопа ценопопуляции и погодных условий года вегетации на основные морфометрические параметры методом двухфакторного дисперсионного анализа показала (табл. 4), что для большинства рассматриваемых признаков *Hordeum jubatum* влияние экологических факторов является статистически значимым, при этом вклад условий экотопа является определяющим.

Максимальные показатели силы влияния данного фактора (доля дисперсии от 40% до 80%) выявлены для длины листа, длины колоса, длины семени и ширины листа; фактора погодных условий – для длины семени, длины колоса и числа семян (доля дисперсии – 54,8, 35,1 и 32,8%). Таким образом, параметры растений *H. jubatum* зависят, в первую очередь, от условий экотопа, а погодные условия в большинстве случаев довольно выровнены.

Для многолетних наблюдений максимальные значения генеральных средних некоторых параметров по всем 3-м годам определяются – для числа семян, числа генеративных побегов и длины стебля. Максимальные значения генеральных средних для большинства параметров *H. jubatum* отмечены в условиях наибольшего увлажнения в степной зоне Предуралья ЦП Аслыкуль по показателям: число вегетативных побегов, длина соцветия и длина семени. Минимальные значения ряда параметров имеет ценопопуляция Давлеканово – длина колоса и число семян. Эти ЦП расположены в населенном пункте, где растения подвержены вытаптыванию и воздействию загазованности воздуха и антропогенного загрязнения.

Результаты проведенного кластерного анализа по комплексу морфометрических признаков приведены на рис. 4. Изученные ценопопуляции *H. jubatum* на расстоянии 13,8 разделились на наиболее обособленную ЦП 21 и остальные группы популяций. ЦП 21 расположена в горно-лесной зоне, в ней отсутствуют особи высшего класса, что говорит о низких показателях по большинству морфометрических параметров.

Таблица 4

Оценка влияния комплексных экологических и сезонных факторов на морфометрические параметры  
*H. jubatum* L. в природных ценопопуляциях РБ (2016-2018 гг.)

Параметры	Сила влияния факторов, %			Генеральные средние по градациям факторов												
	А	В	АВ	А1	А2	А3	А4	А5	А6	А7	А8	А9	А10	В1	В2	В3
Число генеративных побегов, шт.	<b>40,79*</b>	20,80*	18,10*	27,8	<b>43,9</b>	42,8	29,3	37,0	39,9	36,0	44,1	19,6	28,6	<b>42,7</b>	<b>28,0</b>	<b>34,0</b>
Число вегетативных побегов, шт.	<b>27,50*</b>	15,17*	11,14*	15,2	15,7	11,2	13,8	16,3	<b>23,2</b>	14,0	15,7	10,2	9,8	13,0	18,1	12,4
Длина корня, см	<b>55,21*</b>	16,51*	26,81*	8,8	8,7	8,0	<b>9,2</b>	9,1	8,8	7,5	6,6	7,5	8,4	7,0	9,4	8,4
Длина стебля, см	32,21*	19,85*	<b>32,63*</b>	32,4	32,6	<b>35,1</b>	29,7	27,4	31,6	30,9	30,0	25,6	29,0	<b>28,0</b>	<b>31,8</b>	<b>31,4</b>
Толщина стебля, мм	2,25	6,19*	5,01*	2,0	2,2	2,0	1,7	1,9	<b>2,4</b>	1,7	2,3	2,1	2,3	<b>2,1</b>	2,1	2,0
Число листьев, шт.	6,65	14,67*	6,75*	3,1	3,1	<b>3,8</b>	3,4	3,2	4,0	3,6	3,6	3,6	3,7	<b>3,6</b>	3,6	3,4
Длина листа, см	<b>56,06*</b>	5,32*	27,12*	<b>8,6</b>	8,1	8,0	8,1	7,4	7,5	8,1	8,1	7,6	8,1	6,6	8,5	8,6
Ширина листа, мм	<b>78,79*</b>	23,86*	25,28*	3,0	3,1	2,6	2,7	2,8	<b>3,9</b>	3,3	2,7	3,0	2,9	2,2	3,6	3,2
Длина соцветия, см	<b>41,42*</b>	24,94*	22,20*	11,6	11,6	11,4	10,0	10,7	<b>12,0</b>	10,7	10,9	9,6	10,5	10,2	11,1	11,4
Длина колоса, см.	<b>56,78*</b>	<b>35,05*</b>	<b>32,32*</b>	8,2	<b>8,4</b>	7,4	6,7	7,2	7,6	5,7	6,5	6,0	6,7	6,2	7,2	7,7
Ширина колоса, мм	<b>59,91*</b>	13,20*	6,50*	3,4	3,1	3,3	3,3	3,2	<b>3,9</b>	3,3	3,6	3,5	3,8	3,0	3,4	3,9
Длина ости, см	<b>45,88*</b>	16,34*	19,56*	6,3	6,4	6,3	5,7	6,3	<b>6,8</b>	5,9	6,3	5,3	5,9	5,7	6,0	6,7
Число узлов, шт	<b>14,47*</b>	9,48*	10,19*	3,0	2,9	3,2	3,3	3,2	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	3,0	3,1	3,1	3,0	3,3	3,3
Число семян, шт	31,55*	<b>32,81*</b>	20,89*	57,2	<b>61,0</b>	47,9	48,1	48,8	57,8	43,1	44,2	44,1	48,5	<b>46,2</b>	<b>51,3</b>	<b>52,7</b>
Длина семени, мм	<b>59,64*</b>	<b>54,84*</b>	<b>39,52*</b>	4,9	4,3	4,5	3,4	3,7	<b>6,4</b>	4,5	4,7	4,6	4,8	4,8	5,0	4,0
Толщина семени, мм	<b>19,58*</b>	24,85*	17,97*	1,5	1,3	1,4	1,3	1,5	1,3	1,6	1,7	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>	<b>1,6</b>	1,5	1,5

Градации фактора: А □ условия экотопа ценопопуляции (А1 – Семеновск-1, А2 – Баймак, А3 – Сибай-2, А4 – Баишево-1, А5 – Баишево-2, А6 – Аслыкуль, А7 – Давлеканово, А8 – Алга, А9 – Нефтекамск, А10 – Карманово) и фактора В – погодные условия года вегетации (В1 – 2016, В2 – 2017, В3 – 2018).

\* □ влияние фактора достоверно при уровне значимости  $p < 0,001$ , \*\* □ влияние фактора достоверно при уровне значимости  $p < 0,01$ , \*\*\* □ влияние фактора достоверно при уровне значимости  $p < 0,05$ .

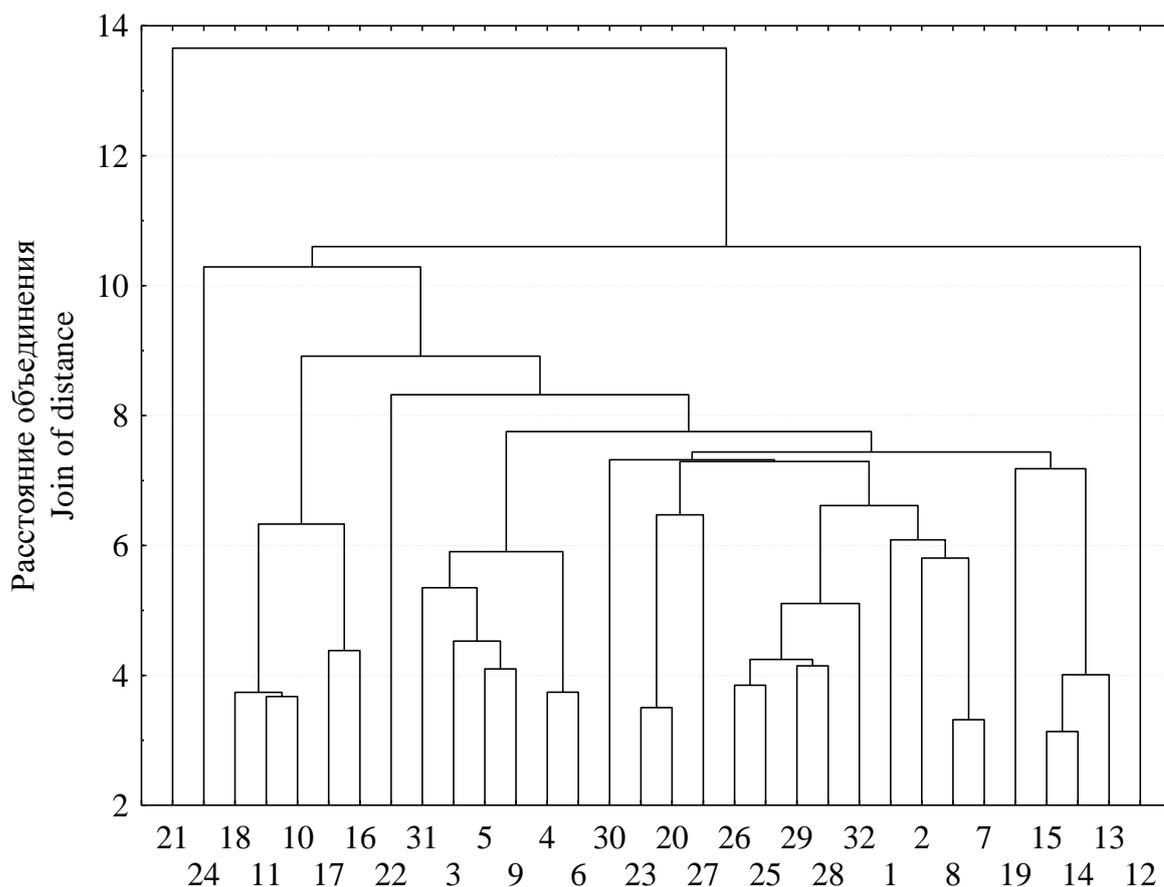


Рис. 4. Дендрограмма различий выборок *Hordeum jubatum* по средневыборочным значениям морфометрических параметров растений

Второй кластер на расстоянии 10,7 выделяет ЦП 12, и третий кластер на расстоянии 10,3 расходуется на ненарушенную ЦП 24 и оставшиеся популяции. ЦП 12 и 24 имеют мощные по габитусу растения с максимальными значениями по большинству морфометрических параметров и отличаются высоким жизненным состоянием. Остальные ценопопуляции на расстоянии 9,0 объединяются в две группы. В первой группе пять ценопопуляций, характеризующихся низким жизненным состоянием и минимальными морфометрическими параметрами. Вторая группа объединяет ЦП 22 и оставшиеся популяции, которые образуют еще несколько более мелких кластеров. Эти кластеры в основном объединяют популяции, произрастающие в сходных экологических условиях в одной климатической зоне.

Результаты распределения особей вида по классам виталитета в ценопопуляциях представлены в таблице 5. Жизненное состояние ЦП *Hordeum jubatum* меняется в разных экотопах. В большинстве ЦП отмечено преобладание особей высшего и промежуточного классов, и они отнесены к категории процветающих. Индекс качества ЦП здесь максимален и составляет 0,36–0,50. Эти ценопопуляции приурочены преимущественно к

более увлажненным местообитаниям, с оптимальными климатическими характеристиками, в различных экологических условиях – от солонцеватых местообитаний до улиц населенных пунктов. Одна ЦП – равновесная. Остальные исследованные ценопопуляции относятся к депрессивным, качество популяции составляет от 0 до 0,30. Произрастают они преимущественно на обочинах дорог. В пяти популяциях отмечено полное отсутствие особей с высоким виталитетом.

Таблица 5

Виталитетная структура некоторых популяций *Hordeum jubatum* (фрагмент)

№ ЦП	Относительная частота размерных классов			Качество популяции, Q	Виталитетный тип ЦП
	c	b	a		
12	0	0,16	0,84	0,50	процветающая
1	0,04	0,16	0,80	0,48	«
31	0,04	0,48	0,48	0,48	«
23	0,08	0,20	0,72	0,46	«
25	0,12	0,40	0,48	0,44	«
3	0,16	0,24	0,60	0,42	«
2	0,20	0,24	0,56	0,40	«
26	0,24	0,40	0,36	0,38	«
19	0,28	0,24	0,48	0,36	«
5	0,36	0,20	0,44	0,32	равновесная
7	0,40	0,36	0,24	0,30	депрессивная
27	0,44	0,56	0	0,28	«
13	0,48	0,48	0,04	0,26	«
9	0,52	0,40	0,08	0,24	«
30	0,60	0,24	0,16	0,20	«
15	0,72	0,24	0,04	0,14	«
17	0,80	0,20	0	0,10	«
14	0,84	0,16	0	0,08	«
10	0,96	0,04	0	0,02	«

### Выводы

1. Выявлено широкое распространение *Hordeum jubatum* во всех природно-климатических зонах Южного Урала. Описаны 3 типа сообществ с его участием: ассоциация *Polygono avicularis-Hordeetum jubati* и 2 дериватных сообщества: *Hordeum jubatum-Juncus gerardii* [*Scorzonero-Juncetalia gerardii*] и *Hordeum jubatum* [*Cynosurion*], принадлежащих к 3 классам растительности.

2. Экологический диапазон сообществ с участием ячменя гривастого широкий и охватывает сообщества разной степени увлажнения и разных сукцессионных стадий. Ведущими экологическими факторами в дифференциации сообществ с участием *Hordeum jubatum* являются увлажнение-засоление и антропогенный фактор.

3. Обследование 32 крупных очагов инвазии *Hordeum jubatum* в 8 районах степной, лесостепной и горно-лесной зон Южного Урала показало, что *Hordeum jubatum* является высоко конкурентным сорным растением: при внедрении в разнообразные сообщества он быстро захватывает лидирующие позиции и доминирует с долей участия 42,7-99,7%. Средняя высота растений – 44,5 см, плотность популяций – от 7,5 до 19,9 растений на 1 м<sup>2</sup>, биомасса вида – 0,28-0,41 кг/м<sup>2</sup>.

4. Влияния эдафо-климатического и сезонного (погодных условий года вегетации) факторов на основные морфометрические параметры *H. jubatum* является статистически значимым, при этом вклад условий экотопа является определяющим (уровень факторизации до 78,79%). Максимальные значения большинства параметров отмечены в условиях наибольшего увлажнения в степной зоне Предуралья в ЦП Аслыкуль.

5. Дискриминантный анализ выявил почти полное фенотипическое перекрывание особей разных ценопопуляций *Hordeum jubatum*, они морфоструктурно однотипны между собой, что подтверждает заносность вида и его расселение от единой популяции, а также это говорит о том, что изучаемый инвазионный вид крайне адаптивен к экологическим условиям и антропогенно устойчив.

6. Жизненное состояние ЦП *Hordeum jubatum* меняется в разных экотопах: 17 ЦП отнесены к категории процветающих, 1 ЦП – равновесная. 14 – депрессивные, в 5 ЦП отмечено полное отсутствие особей с высоким виталитетом. Жизненность популяций связана с условиями экотопа – она максимальна в более увлажненных местообитаниях, с оптимальными климатическими характеристиками, и минимальна – в антропогенных вытаптываемых экотопах населенных пунктов.

7. Широкое распространение и натурализация ячменя гривастого в естественных экосистемах Южного Урала приводит к смене существующих растительных сообществ с образованием угодий, непригодных для выпаса скота. Это требует особого контроля зараженных территорий. Основное внимание должно быть направлено на предотвращение дальнейшего заноса и распространения данного инвазионного вида по путям сообщения.

## Список опубликованных работ по теме диссертации

В изданиях, рекомендованных ВАК МОН РФ

1. **Баймурзина З.М.**, Абрамова Л.М., Крюкова А.В. К характеристике ценопопуляций *Hordeum jubatum* L. в Предуралье Республики Башкортостан // Вестник Удмуртского гос. ун-та. Серия Биология. Науки о Земле. 2016. Т. 26. № 4. С. 86-90.

2. **Баймурзина З.М.**, Абрамова Л.М., Янтурин С.И. К биологии инвазивного вида *Hordeum jubatum* L. в Зауралье Республики Башкортостан // Известия Саратовского университета. Новая серия. Химия. Биология. Экология. 2017. Вып. 2. С. 189-192.

3. Абрамова Л.М., Мустафина А.Н., Голованов Я.М., **Баймурзина З.М.**, Крюкова А.В. Некоторые особенности биологии и экологии инвазионного вида *Hordeum jubatum* L. (Poaceae, Liliopsida) на Южном Урале // Поволжский экологический журнал. 2019. № 1. С. 3-16.

Публикации в других изданиях:

4. Абрамова Л.М., **Баймурзина З.М.**, Голованов Я.М. Современное распространение инвазивного вида *Hordeum jubatum* L. в Республике Башкортостан // Экология России: на пути к инновациям. Межвуз. сб. науч. тр. Вып. 14. Астрахань, 2016. С. 68-71.

5. **Баймурзина З.М.**, Абрамова Л.М. Эколого-географическая изменчивость параметров инвазивного вида *Hordeum jubatum* L. в двух регионах Южного Урала // Вестник АН РБ. 2017. Т.24. № 3. С. 5-12.

6. Абрамова Л.М., **Баймурзина З.М.**, Янтурин С.И. Инвазия *Hordeum jubatum* в южном Зауралье // Башкортостан – территория роста: предпринимательство, экология, язык и культура (проблемы, поиски, перспективы). Сб. матер. Всеросс. науч.-практ. конф. (с международным участием). Сибай, 2017. С. 128-129.

7. **Баймурзина З.М.**, Абрамова Л.М. К биологии инвазивного вида *Hordeum jubatum* L. в Республике Башкортостан // Изучение адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: итоги, проблемы и перспективы. Матер. 5-й Междунар. науч. конф. Ижевск, 2017. С. 17-20.

8. Абрамова Л.М., **Баймурзина З.М.**, Голованов Я.М., Крюкова А.В., Мустафина А.Н. Ячмень гривастый (*Hordeum jubatum* L.) в степном Зауралье // Степи Северной Евразии. Матер. 8 Междунар. симпозиума. Международный степной форум Русского географического общества. Оренбург, 2018. С. 127-131.