

## АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

### СОСТОЯНИЕ АГРОПОПУЛЯЦИЙ *ELYTRIGIA REPENS* (РОАСЕАЕ) НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТВАЛАХ НА ТЕРРИТОРИИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2022 г. Н. В. Шеремет<sup>1</sup> \*, Т. Г. Ламанова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия

\*e-mail: nsheremet@yandex.ru

Поступила в редакцию 16.07.2021 г.

После доработки 05.10.2021 г.

Принята к публикации 15.06.2022 г.

В статье приводятся результаты исследования агропопуляций длиннокорневищного многолетника *Elytrigia repens* (L.) Nevski s.l. (Poaceae) на спланированных вскрышных отвалах Кузнецкого угольного бассейна (Кемеровская область). На основании многолетних наблюдений (1990–2014 гг.) установлены проективное покрытие, плотность, морфометрические параметры, онтогенетическая структура и фитомасса *E. repens* в 7 искусственных травяных сообществах и 2 сообществах, сформировавшихся при естественном зарастании в условиях лесостепной зоны. Установлено, что вид в новых для себя экологических условиях относится к группе длительноживущих, продолжительность его жизни на разных типах отвалов превышает 25 лет. Среднее многолетнее значение воздушно-сухой надземной фитомассы на отвалах, сложенных четвертичными отложениями, составляет  $2.3 \pm 1.1$  ц/га, пермскими отложениями –  $0.9 \pm 0.6$  ц/га. Показано, что онтогенетические спектры агропопуляций *E. repens* нормальные, дефинитивные, неполночленные, левосторонние с максимумом на особях виргинильного и молодого генеративного состояний. Анализ эколого-фитоценологических стратегий показал, что вид выступает в качестве пациента или стресс-толеранта экотопического, а в оптимальные годы проявляет свойства виолента. Делается вывод о целесообразности использования *E. repens* при восстановлении земель, нарушенных при открытом способе добычи угля.

**Ключевые слова:** *Elytrigia repens*, агропопуляции, проективное покрытие, плотность, онтогенетическая структура, фитомасса, вскрышные отвалы, Кузнецкая котловина

DOI: 10.31857/S0033994622030116

Свыше половины объема добываемого и экспортируемого угля в России производится в Кузнецком бассейне, одном из крупнейших угольных бассейнов мира. Добыча полезных ископаемых открытым способом сопровождается уничтожением природных ландшафтов и возникновением огромных площадей нарушенных земель. В связи с этим весьма актуальны работы, связанные с нейтрализацией загрязнения окружающей среды и восстановлением биологической продуктивности техногенных ландшафтов, а также выявлением и внедрением новых перспективных видов растений для восстановления растительного покрова на нарушенных землях. Изучение искусственно созданных растительных сообществ на отвалах представляет значительный научный интерес в связи с процессами адаптации растений к новым экологическим факторам техногенного происхождения и имеет прикладное значение, связанное с рекультивацией нарушенных территорий.

Группой сотрудников Центрального сибирского ботанического сада (ЦСБС СО РАН, г. Новосибирск) была разработана и внедрена в производство методика, позволяющая создавать непосредственно на спланированной поверхности отвалов без нанесения водоупорного и плодородного слоев почвы, без внесения минеральных и органических удобрений, как это рекомендуется ГОСТом [1], высокопродуктивные и устойчивые искусственные сообщества.

Настоящая статья продолжает серию работ, посвященных изучению структурных особенностей агрофитоценозов и жизненного состояния агропопуляций на вскрышных породных отвалах в лесостепной зоне Кузнецкой котловины [2, 3]. В данной работе рассматриваются особенности агропопуляций пырея ползучего *Elytrigia repens* (L.) Nevski s.l. (Poaceae).

*E. repens* – многолетнее травянистое поликарпическое растение с внеклагалищным типом воз-

обновления побегов, образующее длинные плагиотропные гипогегенные корневища. Вегетативные побеги удлиненные корневищно-безрозеточные, реже полурозеточные со слабо выраженной розеточной частью. Генеративные побеги безрозеточные и корневищно-безрозеточные, озимые. Корневая система представлена придаточными корнями, формирующимися как в узлах корневища, так и у основания ортотропных надземных побегов [4]. Высота стеблей 60–170 см [5]. Ареал обычно относят к голарктическому типу, однако Н.Н. Цвелев [6] указывает на нахождение этого вида в качестве заносного или интродуцента во внетропических странах южного полушария. В связи с этим ареал пырея ползучего можно считать семиглобальным.

Пырей ползучий морозоустойчив, легко переносит суровые зимы. Хорошо растет на сухих почвах и в то же время переносит длительное затопление и значительное засоление почв. Требователен к богатству почв азотом и достаточной их аэрации. В хороших условиях на рыхлых, плодородных почвах пырей размножается только корневищами. Семена образуются в сухие годы при уплотнении и иссушении почвы, при наличии затруднений развития корневищ [7]. Злостный сорняк полей и огородов, истощает почву и содействует массовому появлению ряда вредителей. В то же время это ценное, высокоурожайное кормовое растение, отлично поедаемое всеми видами скота. Злак сенокосного пользования, но удовлетворительно переносит и умеренный выпас. Интенсивный выпас, уплотняя почву, способствует его вырождению. Считается молокогонным и нажировочным кормом [8, 9]. Широко распространен в поймах рек и на умеренно влажных лугах, встречается на солонцеватых, солончаковых степных лиманах, на черноземах лесостепи и степи, а также на темно-каштановых почвах степной зоны [10]. На орошаемых лугах и залежах часто образует чистые заросли, или же является одним из доминирующих видов. На территории Южной Сибири входит в видовой состав пойменных, суходольных лугов и их галофитных вариантов.

Для восстановления растительного покрова на землях, нарушенных в результате открытого способа добычи угля в Кузбассе, пырей ползучий испытывается впервые. Особенности его развития в растительных сообществах на вскрышных отвалах в лесостепи Кузнецкой котловины ранее не изучались. Имеются многочисленные работы, демонстрирующие важность изучения особенностей развития популяций *E. repens* в процессе восстановления антропогенно нарушенных территорий [11–14]. Однако информация о поведении пырея ползучего в искусственно созданных растительных сообществах на отвалах горнодобывающей промышленности за рубежом практически

отсутствует, в нашей стране представлена ограниченно [15, 16].

Цель данной работы – установить особенности развития и эколого-фитоценотической стратегии *E. repens* в искусственных сообществах, созданных на вскрышных породных отвалах разреза “Листвянский” (Кемеровская обл.). В задачи исследования входило определение продолжительности жизни и доминирования, проективного покрытия, облилия, морфометрических характеристик, онтогенетической структуры и фитомассы пырея ползучего на разных этапах развития агрофитоценозов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 1990–2014 гг. на отвалах разреза “Листвянский”, расположенного в лесостепной части на юге Кузнецкой котловины в 15 км к юго-западу от г. Новокузнецка.

Климат территории континентальный. Сумма среднесуточных температур более 10 °С составляет 1800–1900 °С. Годовое количество осадков – 450–600 мм. Зональными почвами района исследования являлись выщелоченные и оподзоленные черноземы [17]. В результате проведения вскрышных работ образовались отвалы, которые по относительному возрасту почвогрунтов можно разделить на две группы. При неглубоком залегании угольных пластов отвалы сложены четвертичными отложениями, которые представлены лессовидными суглинками; при глубоком залегании – пермскими отложениями, образованными аргиллитами, алевролитами и песчаниками. Характеристики гранулометрического и химического состава четвертичных и пермских отложений приведены в ранее опубликованных работах [2].

Агрофитоценозы на отвалах разреза “Листвянский” создавались нами в начале июля 1989 и 1990 гг. на производственных площадях качественно спланированных отвалов. Планировка поверхности отвалов была проведена бульдозерами, а затем обработана дисковым культиватором.

При создании злаковых травосмесей использовались семена злаков *Festuca pratensis* Huds., *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Dactylis glomerata* L. s.l., *Phleum pratense* L., *Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. Presl, *Agrostis gigantea* Roth и *Agropyron cristatum* (L.) Beauv., полученные на производственных площадях ЦСБС. В состав злаковой травосмеси с *Onobrychis arenaria* наряду с другими злаками, входила *Festuca arundinacea* Shreb. Пырей ползучий на отвалах семенами не высевался, присутствие вида в составе агрофитоценозов могло быть связано с попаданием частей его корневищ из ранее снятых с поверхности отвалов верхних почвенных горизонтов. На четвертичных отложениях *E. repens* внедрился в состав злаковой

травосмеси, в посевах *Medicago sativa*, в посевах *Festuca arundinacea* и на участок естественного зарастания этих отвалов. На пермских отложениях *E. repens* вошел в состав злаковой травосмеси, клеверо-злаковой травосмеси с повышенной нормой высева семян, злаковой травосмеси с *Melilotus officinalis*, злаковой травосмеси с *Trifolium pratense* и злаковой травосмеси с *Onobrychis arenaria*. Последние три агрофитоценоза к 1999 г. образовали единый агрофитоценоз с доминированием злаков и *Onobrychis arenaria*, некоторые виды которого, в том числе и *E. repens*, позднее начали внедряться в соседние с ним посевах *Trifolium pratense*.

Ежегодно, начиная со второго года жизни сообществ, с целью определения общей величины надземной фитомассы и доли участия отдельных видов в июле–начале августа в 1990–2004, 2013, 2014 гг. на площадках размером 0.5 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности проводили повидовой отбор надземной фитомассы. Кроме того, для выявления структурных особенностей агрофитоценозов и жизненного состояния ценопопуляций в каждом агрофитоценозе закладывалось по 10 учетных площадок размером 1 м<sup>2</sup>, на которых определяли проективное покрытие, плотность, онтогенетический состав, число генеративных побегов всех видов, размеры дерновин у злаков, в том числе и у *E. repens*. В 1990–1993 и 1998 гг. сбор материала на учетных площадках проводился на участках посевов злаковых травосмесей, посевов *Medicago sativa*, посевов *Festuca arundinacea* и на участках естественного зарастания; в 1991–1993 и 1999 гг. – на участке посевов клеверо-злаковой травосмеси с повышенной нормой высева семян; в 1991–1993 гг. – на участках посевов *Trifolium pratense*, злаковой травосмеси с *Trifolium pratense*, злаковой травосмеси с *Melilotus officinalis*, злаковой травосмеси с *Onobrychis arenaria*; в 2000, 2013 гг. – на участках посевов *Trifolium pratense*, злаковой травосмеси с *Onobrychis arenaria*; в 2013 г. – на участках посевов *Festuca arundinacea*, злаковой травосмеси на четвертичных отложениях. Ценность и оригинальность проводимых исследований заключается в регулярном долговременном проведении наблюдений за структурой сообществ и всеми ценопопуляциями растений, слагающих созданные фитоценозы.

Возрастное состояние особей *E. repens* устанавливали в соответствии с имеющимися рекомендациями [18]. Индекс возрастности популяции определяли по формуле [19]:

$$\Delta = \frac{\sum k_i m_i}{\sum k_i},$$

где –  $k_i$  численность каждой возрастной группы,  $m_i$  – “вес” возрастности одной особи  $i$ -й группы,  $k_j = 0.018$ ,  $k_{im} = 0.0474$ ,  $k_v = 0.1192$ ,  $k_{g1} = 0.06889$ ,

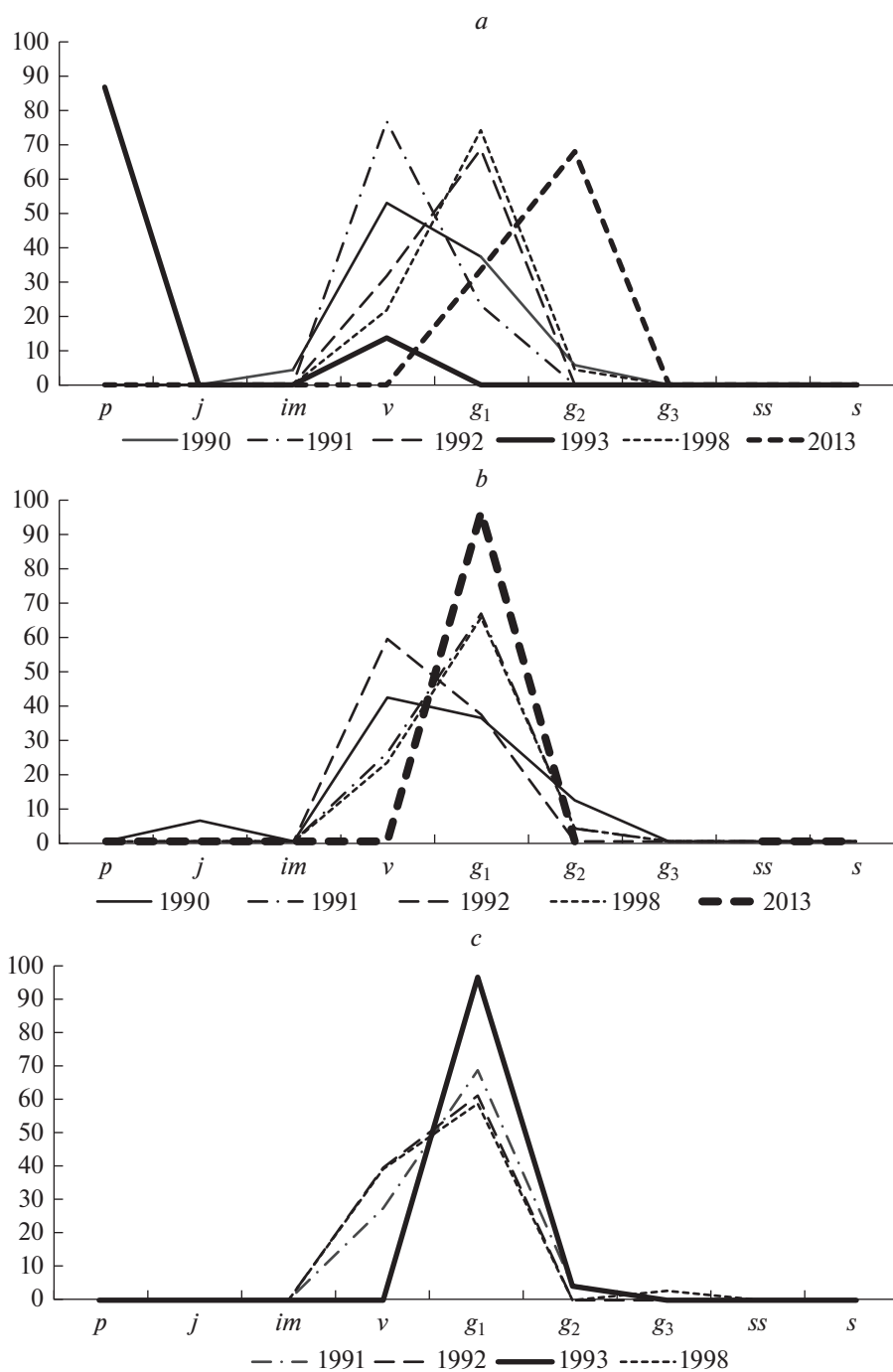
$k_{g2} = 0.5$ ,  $k_{g3} = 0.7311$ ,  $k_{ss} = 0.8808$ ,  $k_s = 0.9526$ ,  $k_j = 0.03$ ,  $k_{im} = 0.08$ ,  $k_v = 0.18$ ,  $k_{g1} = 0.38$ ,  $k_{g2} = 0.62$ ,  $k_{g3} = 0.83$ ,  $k_{ss} = 0.93$ ,  $k_s = 0.97$ . Количественные данные обработаны с использованием методов описательной статистики.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ ежегодных наблюдений за агропопуляциями *E. repens* выявил отличия в поведении вида в искусственных сообществах, созданных на отвалах, и на зональных типах почв. На спланированных вскрышных отвалах в лесостепной зоне Кузнецкой котловины пырей ползучий присутствует в посевах более 25–26 лет. Вид не только не выпадает из состава травостоя, но в 2013 г. в злаковой травосмеси на четвертичных отложениях становится одним из основных доминантов (долевое участие в сложении травостоя 44.7%) (рис. 1а).

Продолжительность полного онтогенетического цикла *E. repens* неизвестна. Л.А. Жукова [20] относит его к группе видов со средней продолжительностью онтогенеза, у которых этот период в составе посевов многолетних трав, предположительно, составляет 10–15 лет. На лугах с регулярным отложением рыхлых наносов пырей может существовать неопределенно долгое время. На черноземных залежах и в посевах на плотных почвах он вырождается после четырех–семи лет использования. Причинами вырождения являются уплотнение почвы, связанное с ухудшением аэрации, и самозагущение чрезмерно разрастающихся корневищ. Доля участия пырея в видовом составе травостоя на залежах изменяется от 10 до 50% [8]. Изучая динамику самозарастания вскрышных отвалов, созданных при угледобыче в Назаровской котловине Красноярского края, Н.П. Миронычева-Токарева [15] отмечала, что *E. repens* – это единственный вид, появившийся в первые месяцы самозарастания отвала, сохранившийся и зарегистрированный на 8–10, а также на 26–28 годы зарастания. На гидроотвале Шуралино-Ягодного россыпного месторождения золота в таежной зоне Среднего Урала Т.С. Чибрик и др. [16] отметили постоянство присутствия пырея ползучего в экспериментальных посевах *Dactylis glomerata* на протяжении 15 лет мониторинга.

Одним из существенных показателей жизненного состояния ценопопуляции является численность. На спланированных вскрышных отвалах в лесостепи Кузнецкой котловины в разные годы в разных агрофитоценозах средняя плотность *E. repens* изменялась от 0.1 до 32.7 экз./м<sup>2</sup> (табл. 1, 2). Самые высокие показатели плотности и проективного покрытия за весь период наблюдений отмечены в 1993 г. в злаковой травосмеси на четвертичных отложениях. Прирост плотности агропопуляций пырея происходит за счет большого



**Рис. 1.** Онтогенетические спектры агропопуляции *Elytrigia repens* в агрофитоценозах на вскрышных отвалах разреза “Листвянский”.

*a* – злаковая травосмесь на четвертичных отложениях, *b* – посев *Festuca arundinacea*, *c* – злаковая травосмесь на пермских отложениях, *d* – клеверо-злаковая травосмесь с повышенной нормой высева семян. По горизонтали – возрастные состояния особей: *j* – ювенильное, *im* – имматурное, *v* – виргинильное, *g*<sub>1</sub> – молодое генеративное, *g*<sub>2</sub> – средневозрастное генеративное, *g*<sub>3</sub> – стареющее генеративное, *ss* – субсенильное, *s* – сенильное; по вертикали – число особей данного возрастного состояния, % от общего числа.

**Fig. 1.** Ontogenetic spectra of *Agropyron cristatum* agronomic populations on open-cut spoil banks in the forest–steppe zone of Kuznetsk basin.

Agronomic phytocoenoses: *a* – cereal grass mixture on Quaternary deposits, *b* – *Festuca arundinacea* plantings; *c* – cereal grass mixture on Permian deposits; *d* – clover–grass mixture with increased seeding rate X-axis – ontogenetic groups of individuals: *j* – juvenile, *im* – immature, *v* – virginal, *g*<sub>1</sub> – young generative, *g*<sub>2</sub> – mature generative, *g*<sub>3</sub> – old generative, *ss* – sub-senile, *s* – senile; Y-axis – number of plants in the age group, % of entire number.

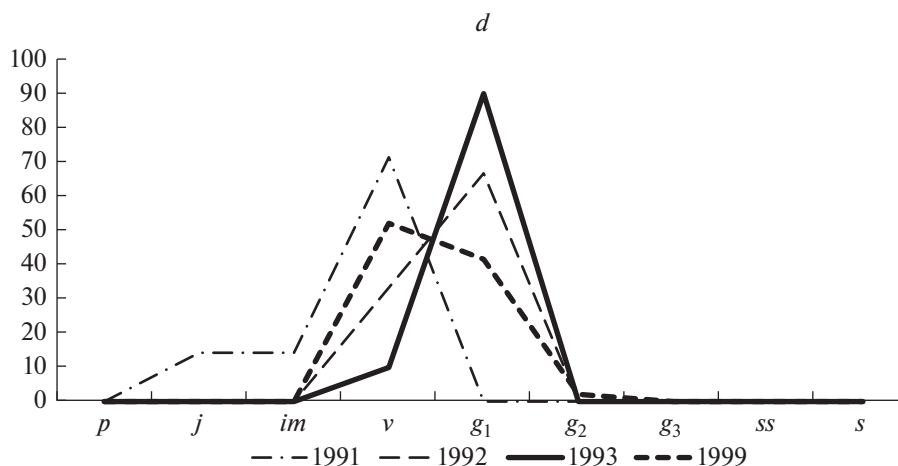


Рис. 1. Окончание. / Fig. 1. Ending.

числа проростков, на долю которых приходится почти 90% всех особей.

На пермских отложениях в клеверо-злаковой травосмеси с повышенной нормой высева семян показатель плотности постепенно растет с  $0.7 \pm 0.5$  экз./м<sup>2</sup> (второй год жизни) до  $4.8 \pm 1.6$  экз./м<sup>2</sup> (десятый год жизни). Проективное покрытие *E. repens* к десятому году жизни в этом же агрофитоценозе увеличилось с  $0.02 \pm 0.01$  до  $5.3 \pm 3.4\%$ . В посевах злаков самые высокие показатели плотности пырея ползучего на четвертичных отложениях отмечены на второй год жизни этого сообщества —  $7.0 \pm 4.9$  экз./м<sup>2</sup>, на пермских отложениях — на четвертый год —  $6.1 \pm 2.3$  экз./м<sup>2</sup>. В посевах злаков с разными видами бобовых на четвертичных и пермских отложениях показатели плотности пырея невелики (не более  $2.7 \pm 2.1$  экз./м<sup>2</sup>). Связи между плотностью особей и надземной фитомассой по годам наблюдений у пырея ползучего не наблюдается, что свидетельствует о его способности в зависимости от условий года ограничивать рост надземных частей, прочно сохраняя в тоже время свое участие в составе травостоя — свойство очень ценное в травосмесях длительно-го пользования.

По имеющимся данным [15], плотность особей *E. repens* в первые годы самозаращения спланированных отвалов Назаровского угольного разреза возрастала из года в год и на третьем году жизни сообщества в среднем составила 263 экз./м<sup>2</sup> при проективном покрытии 20–60%.

Число генеративных побегов на единицу площади (генеративное обилие) можно рассматривать как индикатор жизненного состояния, а также возрастного состава популяции. На спланированных вскрышных отвалах Кузбасса генеративные побеги *E. repens* присутствуют на второй, третий годы жизни во всех посевах (табл. 1, 2).

Самые высокие числа генеративных побегов на единицу площади отмечены в злаковой травосмеси на четвертичных отложениях на втором ( $14.2 \pm 8.7$ ) и пятом ( $17.4 \pm 7.9$  шт./м<sup>2</sup>) годах жизни агрофитоценоза. Резкое увеличение числа генеративных побегов требует значительных энергетических затрат, растения уходят в зиму ослабленными и ранней весной отмирают, из-за чего проективное покрытие вида на следующий год снижается. На отвалах, сложенных пермскими отложениями, максимальные числа генеративных побегов являются более низкими, чем на четвертичных породах и отмечены на четвертом году жизни посевов в злаковой травосмеси ( $4.7 \pm 1.8$ ) и в злаковой травосмеси с *Trifolium pratense* ( $4.8 \pm 3.9$  шт./м<sup>2</sup>).

На зональных рыхлых плодородных почвах в год посева пырей ползучий дает небольшое количество неплодущих стеблей, и всю силу роста направляет на развитие корневищ, которые, разрастаясь и ветвясь, дают многочисленные побеги к поверхности почвы. На втором году жизни пырей образует сплошной сомкнутый травостой [8]. На спланированных вскрышных отвалах Назаровского угольного разреза на начальных этапах зарастания отмечали постепенное увеличение численности как вегетативных, так и генеративных побегов пырея ползучего. При этом скорость процессов не одинакова, со временем доля вегетативных особей уменьшается, а доля генеративных возрастает. На третий год жизни из 263 побегов на одном квадратном метре 66 приходилось на генеративные особи и 197 на вегетативные [15].

Высота побегов отражает благоприятность почвенных условий в пределах размещения активной части корневой системы. В агрофитоценозах, созданных на отвалах разреза “Листвянский”, высота генеративных побегов изменялась от 17 до 155 см. Средние значения колебались от 29.7 см (естественное зарастание на четвертичных

**Таблица 1.** Характеристики агропопуляций *Elytrigia repens* в агрофитоценозах на спланированных вскрышных отвалах, сложенных четвертичными отложениями, в лесостепи Кузнецкой котловины**Table 1.** Characteristics of *Elytrigia repens* agronomic populations on the levelled open-cut spoil banks composed of Quaternary deposits in the forest-steppe zone of the Kuznetsk Basin

Год наблюдений (год после посева) Year of observation (year after seeding)	Проективное покрытие, % Projective cover, %	Плотность особей, экз./м <sup>2</sup> Density, ind./m <sup>2</sup>	Число генеративных побегов на м <sup>2</sup> Number of generative shoots per m <sup>2</sup>	Индекс возрастности ценопопуляции (Δ) Age index of coenopopulation (Δ)
Злаковая травосмесь Grass mixture				
1990 (2)	6.1 ± 4.6 <sup>1</sup>	7.0 ± 4.9	14.2 ± 8.7	0.275
1991 (3)	0.3 ± 0.3	3.9 ± 1.7	1.5 ± 1.5	0.226
1992 (4)	0.2 ± 0.1	1.9 ± 0.7	1.3 ± 0.6	0.247
1993 (5)	12.0 ± 4.9	32.7 ± 32.4	8.7 ± 4.7	0.300
1998 (10)	0.5 ± 0.1	2.3 ± 1.6	1.9 ± 1.3	0.346
2013 (25)	0.05 ± 0.05	0.3 ± 0.3	2.3 ± 1.2	0.436
Посевы <i>Medicago sativa</i> <i>Medicago sativa</i> plantings				
1991 (3)	0.1 ± 0.1	1.4 ± 1.4	4.1 ± 4.1	0.318
1992 (4)	0.07 ± 0.07	0.9 ± 0.9	4.0 ± 4.0	0.180
1998 (10)	0.9 ± 0.5	0.1 ± 0.1	2.3 ± 1.4	0.236
Посевы <i>Festuca arundinacea</i> <i>Festuca arundinacea</i> plantings				
1990 (2)	0.4 ± 0.2	1.6 ± 0.2	4.0 ± 2.5	0.335
1991 (3)	0.5 ± 0.1	2.6 ± 1.5	2.8 ± 1.9	0.301
1992 (4)	0.2 ± 0.1	1.3 ± 0.6	0.8 ± 0.7	0.257
1998 (10)	0.4 ± 0.2	2.5 ± 1.4	2.5 ± 1.3	0.359
2013 (25)	0.01 ± 0.01	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.380
Естественное зарастание Natural overgrowth				
1990 (2)	0.2 ± 0.2	1.4 ± 0.8	1.1 ± 0.7	0.368
1991 (3)	5.9 ± 5.5	9.8 ± 5.6	1.4 ± 1.1	0.274
1992 (4)	0.4 ± 0.4	2.3 ± 2.1	5.6 ± 4.9	0.338
1993 (5)	0.1 ± 0.02	2.6 ± 0.9	1.2 ± 0.7	0.201
1998 (10)	9.4 ± 4.6	26.2 ± 8.3	3.5 ± 0.9	0.203

Примечание: <sup>1</sup> среднее значение и его ошибка.Note: <sup>1</sup> The mean and error of the mean.

отложениях) до 122 см (злаковая травосмесь на четвертичных отложениях) (табл. 3, 4).

По данным К.А. Куркина [21], у видов позднелетнего цветения, к которым относится *E. repens*, рост генеративных побегов протекает в два этапа. Первый этап совпадает с периодом роста вегетативных побегов, второй с фазой выхода в трубку или колосения. Именно в эту фазу реализуется высокая энергия роста генеративных побегов, происходит усиленный рост верхних междоузлий, благодаря чему генеративные органы выносятся над травостоем. На генеративную фазу за-

трачивается большое количество влаги. Поэтому в тех случаях, когда генеративная фаза роста совпадает с сильной атмосферно-почвенной засухой, рост верхних междоузлий тормозится, и вынос генеративных побегов над травостоем в полной мере не реализуется. Такие неблагоприятные условия в районе исследования наблюдались в 1998 г., что повлияло на высоту генеративных побегов *E. repens*. Так, в злаковых травосмесях, созданных на отвалах, сложенных обоими типами отложений, а также в посевах *Festuca arundinacea* и при естественном зарастании отвалов на четвер-

**Таблица 2.** Характеристики агропопуляций *Elytrigia repens* в агрофитоценозах на спланированных вскрышных отвалах, сложенных пермскими отложениями, в лесостепи Кузнецкой котловины  
**Table 2.** Characteristics of *Elytrigia repens* agronomic populations on the levelled open-cut spoil banks composed of Permian deposits in the forest–steppe zone of the Kuznetsk Basin

Год наблюдений (год после посева) Year of observation (year after seeding)	Проективное покрытие, % Projective cover, %	Плотность особей, экз./м <sup>2</sup> Density, ind./m <sup>2</sup>	Число генеративных побегов на м <sup>2</sup> Number of generative shoots per m <sup>2</sup>	Индекс возрастности ценопопуляции (Δ) Age index of coenopopulation (Δ)
Злаковая травосмесь Grass mixture				
1991 (3)	0.4 ± 0.2 <sup>1</sup>	2.2 ± 0.7	1.9 ± 1.8	0.345
1992 (4)	1.6 ± 1.2	6.1 ± 2.3	4.7 ± 1.8	0.301
1993 (5)	0.6 ± 0.4	2.4 ± 1.2	3.2 ± 1.6	0.390
1998 (10)	0.5 ± 0.2	3.6 ± 1.5	2.4 ± 1.1	0.314
Клеверо-злаковая травосмесь с повышенной нормой высева семян Clover–grass mixture with increased seeding rate				
1991(2)	0.02 ± 0.01	0.7 ± 0.5	–	0.166
1992 (3)	0.04 ± 0.03	0.3 ± 0.3	0.2 ± 0.2	0.313
1993 (4)	0.5 ± 0.2	0.9 ± 0.4	0.9 ± 0.4	0.360
1999 (10)	5.3 ± 3.4	4.8 ± 1.6	2.6 ± 1.5	0.272
Злаковая травосмесь с <i>Melilotus officinalis</i> Grass mixture with <i>Melilotus officinalis</i>				
1991 (2)	0.02 ± 0.02	0.1 ± 0.1	0.3 ± 0.3	0.280
1992 (3)	0.3 ± 0.2	1.9 ± 1.0	2.0 ± 1.2	0.319
1993 (4)	0.4 ± 0.2	2.7 ± 2.1	0.9 ± 0.5	0.232
Злаковая травосмесь с <i>Trifolium pratense</i> Grass mixture with <i>Trifolium pratense</i>				
1993 (4)	0.1 ± 0.1	0.2 ± 0.2	4.8 ± 3.9	0.380
Злаковая травосмесь с <i>Onobrychis arenaria</i> Grass mixture with <i>Onobrychis arenaria</i>				
2000 (11)	0.06 ± 0.04	0.7 ± 0.5	0.3 ± 0.2	0.266
2013 (24)	0.5 ± 0.5	0.5 ± 0.5	0.8 ± 0.8	0.380
Посевы <i>Trifolium pratense</i> <i>Trifolium pratense</i> plantings				
2013 (24)	0.4 ± 0.4	1.3 ± 0.4	1.4 ± 1.2	0.380
Естественное зарастание Natural overgrowth				
1998 (9)	0.05 ± 0.05	0.4 ± 0.4	2.5 ± 2.5	0.230

Примечание: <sup>1</sup> среднее значение и его ошибка.

Note: <sup>1</sup> In the numerator – the mean and error of the mean.

тичных отложениях в 1998 г. отмечены одни из самых низких значений данного показателя за период наблюдений – 45–48 см (табл. 3, 4). Генеративные побеги *E. repens* на суходольных лугах достигают высоты 50–80 см, на пойменных лугах 100–120, иногда до 170 см [10].

Диаметр дерновин *E. repens* является одним из показателей жизненного состояния особей этого вида. На отвалах в лесостепной зоне Кузнецкой котловины вид, находясь в сложных экологических условиях, не образует мощных дерновин

(табл. 3, 4). Формируются системы из 4–6 однопобеговых молодых генеративных парциальных кустов, имеющих в большинстве случаев (70% особей) диаметр от 1 до 3 см. Увеличение средних показателей диаметра дерновин происходит при переходе *E. repens* в следующее возрастное состояние. Самое высокое значение средней величины диаметра 14.5 ± 0.5 см отмечено у средневозрастных генеративных особей в клеверо-злаковой травосмеси с повышенной нормой высева семян (1999 г.). По данным М.И. Ненарокова, в

**Таблица 3.** Диаметр дерновин и высота генеративных побегов *Elytrigia repens* в агрофитоценозах на спланированных вскрышных отвалах, сложенных четвертичными отложениями, в лесостепи Кузнецкой котловины  
**Table 3.** Diameter of turfs and height of generative shoots of *Elytrigia repens* agronomic populations on the levelled open-cut spoil banks composed of Quaternary deposits in the forest-steppe zone of the Kuznetsk Basin

Год наблюдений (год после посева) Year of observation (year after seeding)	Диаметр дерновин, см Turf diameter, cm			Высота генеративных побегов, см Height of generative shoots, cm	
	виргинильные особи virginal individuals	генеративные особи generative individuals			
		молодые G1	средневозрастные G2		старые G3
Злаковая травосмесь Grass mixture					
1990 (2)	$\frac{2.0 \pm 0.2}{0.3-6.5}$	$\frac{4.3 \pm 0.6}{0.5-7.5}$	10.0	—	$\frac{69.7 \pm 2.2}{40-103}$
1991 (3)	$\frac{1.1 \pm 0.2}{0.1-2.5}$	$\frac{2.4 \pm 0.3}{1.0-3.5}$	—	—	$\frac{47.4 \pm 15.0}{25-95}$
1992 (4)	$\frac{0.5 \pm 0.2}{0.2-1.0}$	$\frac{1.1 \pm 0.4}{0.3-2.5}$	—	—	$\frac{63.5 \pm 3.3}{69-78}$
1993 (5)	$\frac{3.4 \pm 0.4}{1.0-10.0}$	$\frac{2.2 \pm 0.4}{0.7-5.0}$	$\frac{7.1 \pm 0.9}{3.0-14.0}$	—	$\frac{120.5 \pm 18.6}{100-155}$
1998 (10)	$\frac{3.5 \pm 0.6}{0.2-6.0}$	$\frac{3.1 \pm 0.8}{0.2-10.0}$	—	—	$\frac{44.7 \pm 2.0}{26-59}$
2013 (25)	—	$\frac{1.3 \pm 0.2}{1.0-2.0}$	3.0	—	$\frac{122.0 \pm 6.1}{90-140}$
Посевы <i>Medicago sativa</i> <i>Medicago sativa</i> plantings					
1991 (3)	$\frac{1.3 \pm 0.3}{1.0-2.0}$	$\frac{2.3 \pm 0.4}{0.5-4.5}$	—	—	$\frac{56.9 \pm 3.3}{40-70}$
1992 (4)	$\frac{0.8 \pm 0.1}{0.2-2.0}$	—	—	—	—
1998 (10)	$\frac{3.6 \pm 0.6}{0.2-8.0}$	$\frac{3.4 \pm 2.3}{0.2-8.0}$	—	—	$\frac{53.3 \pm 3.3}{38-64}$
Посевы <i>Festuca arundinacea</i> <i>Festuca arundinacea</i> plantings					
1990 (2)	$\frac{3.3 \pm 0.8}{0.1-7.5}$	$\frac{2.8 \pm 0.9}{1.0-6.5}$	$\frac{10.3 \pm 0.2}{10.0-10.5}$	—	$\frac{55.6 \pm 1.6}{28-87}$
1991 (3)	$\frac{3.3 \pm 0.8}{0.1-7.5}$	$\frac{1.5 \pm 0.2}{0.3-2.5}$	6.5	—	$\frac{51.7 \pm 2.7}{20-79}$
1992 (4)	$\frac{0.9 \pm 0.3}{0.2-2.0}$	$\frac{3.9 \pm 1.1}{2.0-8.0}$	—	—	$\frac{56.3 \pm 5.5}{40-65}$
1998 (10)	0.2	$\frac{0.9 \pm 0.5}{0.2-5.0}$	6.0	17.0	$\frac{51.6 \pm 2.9}{25-83}$
2013 (25)	—	1.0	—	—	75



Таблица 3. Окончание / Table 3. Ending

Год наблюдений (год после посева) Year of observation (year after seeding)	Диаметр дерновин, см Turf diameter, cm				Высота генеративных побегов, см Height of generative shoots, cm
	виргинильные особи virginal individuals	генеративные особи generative individuals			
		молодые G1	средневозрастные G2	старые G3	
Естественное зарастание Natural overgrowth					
1990 (2)	$0.3 \pm 0.05$ 0.2–0.3	$2.1 \pm 0.7$ 0.3–6.5	5.5	–	$29.7 \pm 1.6$ 23–41
1991 (3)	$0.8 \pm 0.2$ 0.2–2.0	$1.5 \pm 0.1$ 0.3–3.5	–	–	$63.9 \pm 1.7$ 33–90
1992 (4)	$0.5 \pm 0.1$ 0.2–1.0	$2.1 \pm 0.3$ 0.3–4.0	7.0	–	$61.1 \pm 2.3$ 37–92
1993 (5)	$1.5 \pm 0.5$ 1.0–3.0	$1.5 \pm 0.2$ 1.0–2.0	–	–	$63.3 \pm 4.0$ 52–70
1998 (10)	$1.3 \pm 0.2$ 0.2–7.0	$2.0 \pm 0.5$ 0.2–19.0	–	–	$48.3 \pm 1.9$ 17–72

Примечание: в числителе – среднее значение и его ошибка, в знаменателе – диапазон величин, прочерк – особи данного онтогенетического состояния отсутствуют.

Note: The numerator is the mean and error of the mean, the denominator is the range of values, the dash means the absence of individuals of this ontogenetic state.

степной зоне на Павловском опытном поле в чистых посевах одиночные кусты *E. repens* к четвертому году жизни образовывали куртины до 2–3 м в диаметре [8].

Онтогенетическая структура – одна из существенных характеристик состояния ценопопуляции, от которой зависит способность популяционной системы к самоподдержанию и ее устойчивость. Онтогенетические спектры агропопуляций *E. repens* на отвалах разреза “Листвянский”, начиная с первых лет жизни агрофитоценозов, нормальные, дефинитивные, неполноценные, левосторонние с максимумом в абсолютном большинстве случаев на особях виргинильного и (или) молодого генеративного состояний (рис. 1а–д). Согласно Л.А. Жуковой [20], такой тип спектров характерен для длиннокорневищных злаков, произрастающих на зональных почвах, при этом локальные максимумы могут приходиться практически на любую группу. С увеличением возраста агрофитоценозов на отвалах разреза “Листвянский” максимумы в онтогенетических спектрах *E. repens* постепенно смещаются вправо. В спектрах на протяжении всего изучаемого периода сохранялась неполноценность: отсутствуют субсенильные и сенильные растения. Пропуск возрастных состояний может являться элементом

общей стратегии выживания растений в техногенных экотопах.

Возрастность популяции является оценкой воздействия ее на среду [19]. Если индекс возрастности близок к 0.05 (ценопопуляция преимущественно молодыми особями) или к 0.95 (преобладают старые, следовательно, ослабленные особи), влияние ценопопуляции на среду будет являться низким. Индекс возрастности большинства агропопуляций *E. repens* был низким, в разные годы значения показателя на отвалах, сложенных четвертичными отложениями, изменялись от 0.180 до 0.368, на пермских отложениях – от 0.166 до 0.390 (табл. 1, 2). Значение индекса, близкое к 0.5 (преобладают наиболее жизнедеятельные особи, находящиеся в молодом и средневозрастном генеративном состоянии) отмечено только в злаковой травосмеси на четвертичных отложениях (0.436) на двадцать пятом году жизни агрофитоценоза (табл. 1).

За 25 лет наблюдений вклад в надземную фитомассу *E. repens* в агрофитоценозах разреза “Листвянский” значительно колебался по годам: 0.2–44.3% – на четвертичных отложениях, 0.5–21.9% – на пермских отложениях. Высокие показатели отмечены нами в те годы, когда генеративная фаза роста растений совпадала с обильными атмосферными осадками. В тех случаях, когда не-

**Таблица 4.** Диаметр дерновин и высота генеративных побегов *Elytrigia repens* в агрофитоценозах на спланированных вскрышных отвалах, сложенных пермскими отложениями, в лесостепи Кузнецкой котловины  
**Table 4.** Some vitality indices of *Elytrigia repens* agronomic populations on the levelled open-cut spoil banks composed of Permian deposits in the forest-steppe zone of the Kuznetsk Basin

Год наблюдений (год после посева) Year of observation (year after seeding)	Диаметр дерновин, см Turf diameter, cm				Высота генеративных побегов, см Height of generative shoots, cm
	виргинильные особи virginal individuals	генеративные особи generative individuals			
		молодые G1	средневозрастные G2	старые G3	
Злаковая травосмесь Grass mixture					
1991 (3)	$\frac{2.1 \pm 0.8}{0.3-7.0}$	$\frac{1.1 \pm 0.2}{0.3-3.0}$	—	2.5	$\frac{53.9 \pm 4.1}{28-90}$
1992 (4)	$\frac{0.7 \pm 0.1}{0.2-2.0}$	$\frac{1.9 \pm 0.2}{0.3-5.0}$	—	—	$\frac{65.4 \pm 2.1}{37-84}$
1993 (5)	—	$\frac{1.4 \pm 0.1}{0.2-3.0}$	3.5	—	$\frac{57.3 \pm 2.1}{35-88}$
1998 (10)	$\frac{1.0 \pm 0.4}{0.2-6.0}$	$\frac{0.4 \pm 0.2}{0.2-5.0}$	—	—	$\frac{45.1 \pm 3.1}{23-65}$
Клеверо-злаковая травосмесь с повышенной нормой высева семян Clover-grass mixture with increased seeding rate					
1991(2)	$\frac{0.3 \pm 0.06}{0.2-0.5}$	—	—	—	—
1992 (3)	0.3	$\frac{1.3 \pm 0.2}{1.0-1.5}$	—	—	75
1993 (4)	1.0	$\frac{1.1 \pm 0.2}{0.5-2.0}$	—	—	$\frac{95.5 \pm 9.6}{55-120}$
1999 (10)	$\frac{1.1 \pm 0.3}{0.2-3.0}$	$\frac{1.5 \pm 0.3}{0.2-6.0}$	$\frac{14.5 \pm 0.5}{14.0-15.0}$	—	$\frac{50.0 \pm 2.8}{22-81}$
Злаковая травосмесь с <i>Melilotus officinalis</i> Grass mixture with <i>Melilotus officinalis</i>					
1991 (2)	$\frac{0.2 \pm 0.04}{0.1-0.5}$	—	5.0	—	$\frac{40.7 \pm 7.1}{27-51}$
1992 (3)	$\frac{1.1 \pm 0.2}{0.5-1.5}$	$\frac{1.5 \pm 0.2}{0.5-2.5}$	5.5	—	$\frac{56.0 \pm 2.6}{40-76}$
1993 (4)	$\frac{0.7 \pm 0.2}{0.5-3.5}$	$\frac{1.5 \pm 0.4}{0.2-3.5}$	—	—	$\frac{76.8 \pm 1.3}{73-85}$
Злаковая травосмесь с <i>Trifolium pratense</i> Grass mixture with <i>Trifolium pratense</i>					
1993 (4)	—	$\frac{2.8 \pm 1.2}{1.5-4.0}$	—	—	$\frac{95.7 \pm 0.4}{95-98}$

Таблица 4. Окончание / Table 4. Ending

Год наблюдений (год после посева) Year of observation (year after seeding)	Диаметр дерновин, см Turf diameter, cm				Высота генеративных побегов, см Height of generative shoots, cm
	виргинильные особи virginal individuals	генеративные особи generative individuals			
		молодые G1	средневозрастные G2	старые G3	
Злаковая травосмесь с <i>Onobrychis arenaria</i> Grass mixture with <i>Onobrychis arenaria</i>					
2000 (11)	$\frac{5.5 \pm 5.2}{0.2-16.0}$	$0.5 \pm 0.2$	–	–	$\frac{69.0 \pm 15.9}{43-98}$
2013 (24)	–	$\frac{1.8 \pm 0.7}{1.0-5.0}$	–	–	$\frac{79.3 \pm 6.3}{63-104}$
Посевы <i>Trifolium pratense</i> <i>Trifolium pratense</i> plantings					
2013 (24)	–	$\frac{0.3 \pm 0.1}{0.2-1.0}$	–	–	$\frac{52.1 \pm 3.9}{34-70}$
Естественное зарастание Natural overgrowth					
1998 (9)	0.2	8.0	–	–	55.0

Примечание: в числителе – среднее значение и его ошибка, в знаменателе – диапазон величин, прочерк – особи данного онтогенетического состояния отсутствуют.

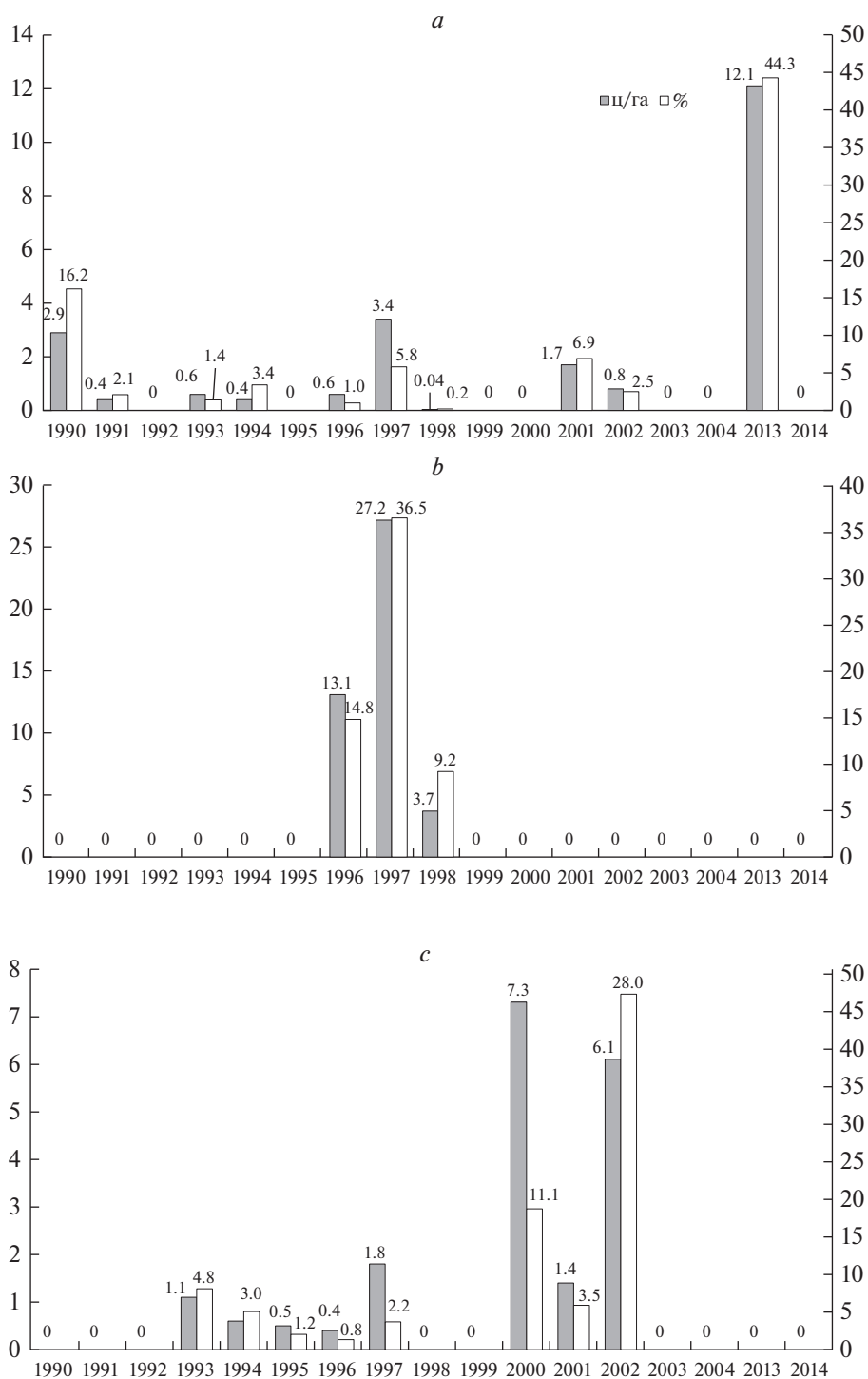
Note: The numerator – is the mean and its error, the denominator – is the range of values, the dash – means the absence of individuals of this ontogenetic state.

благоприятные условия осени предшествующего года и весны данного года сменялись затем благоприятными условиями лета, у поздноцветущих трав нередко закладывается дополнительная (летняя) серия генеративных побегов, которая резко отличается повышенной мощностью генеративных органов и высотой, по сравнению с побегами основной (осенней) закладки [21].

Следуя [22], условимся называть вид содоминантом, если его вклад в надземную фитомассу составляет 10% и более. На отвалах четвертичных отложений *E. repens* становился содоминантом в злаковой травосмеси на второй и двадцать пятый годы, а среднее многолетнее значение его воздушно-сухой надземной фитомассы составило  $2.3 \pm 1.1$  ц/га (рис. 2a). В посевах *Medicago sativa* пырей ползучий вошел в число содоминантов на восьмой и девятый годы, среднее значение сухой фитомассы за все годы исследований  $2.9 \pm 2.0$  ц/га (рис. 2b). В посевах *Festuca arundinacea* пырей ползучий был содоминантом на двенадцатый и четырнадцатый годы, среднее многолетнее значение сухой надземной фитомассы составило  $1.3 \pm 0.6$  ц/га (рис. 2c). При естественном зарастании четвертичных отложений *E. repens* был содоминантом на четвертый и десятый годы,

среднее многолетнее значение сухой надземной фитомассы  $1.0 \pm 0.4$  ц/га (рис. 2d). На отвалах четвертичных отложений максимум абсолютной и относительной сухой надземной фитомассы ( $12.1$  ц/га и 44.7%) *E. repens* наблюдался в злаковой травосмеси в 2013 г. (на двадцать пятый год жизни агрофитоценоза), когда генеративная фаза роста у пырея ползучего совпала с обильными летними осадками. Вследствие этого рост верхних междоузлий ускорился, вынос генеративных побегов над травостоем реализовался в полной мере, и высота генеративных побегов пырея ползучего за весь изучаемый период была максимальной ( $122.0 \pm 6.1$  см). В качестве содоминантов в 2013 г. отмечены *Bromopsis inermis* и *Arrhenatherum elatius*.

На отвалах пермских отложений *E. repens* становился содоминантом в злаковой травосмеси на шестом году жизни агрофитоценоза (рис. 3a). Среднее за годы исследований значение воздушно-сухой надземной фитомассы пырея в этом агрофитоценозе составляло  $0.9 \pm 0.6$  ц/га. В клеверо-злаковой травосмеси с повышенной нормой высева семян вид являлся содоминантом на десятый и двенадцатый годы (рис. 3b). Среднее многолетнее значение сухой надземной фитомассы:



**Рис. 2.** Динамика воздушно-сухой надземной фитомассы *Elytrigia repens* в агрофитоценозах на четвертичных отложениях.

*a* – злаковая травосмесь, *b* – посевы *Medicago sativa*, *c* – посевы *Festuca arundinacea*, *d* – естественное зарастание. По горизонтали: год наблюдения; по вертикали слева – ц/га, справа – % от общей фитомассы.

**Fig. 2.** The dynamics of air-dry aboveground phytomass of *Elytrigia repens* in agronomic phytocoenoses on Quaternary deposits. *a* – grass mixture, *b* – *Medicago sativa* plantings, *c* – *Festuca arundinacea* plantings, *d* – natural overgrowth. X-axis – observation year; left Y-axis: kg 10<sup>2</sup>/ha, right Y-axis: % of the total phytomass.

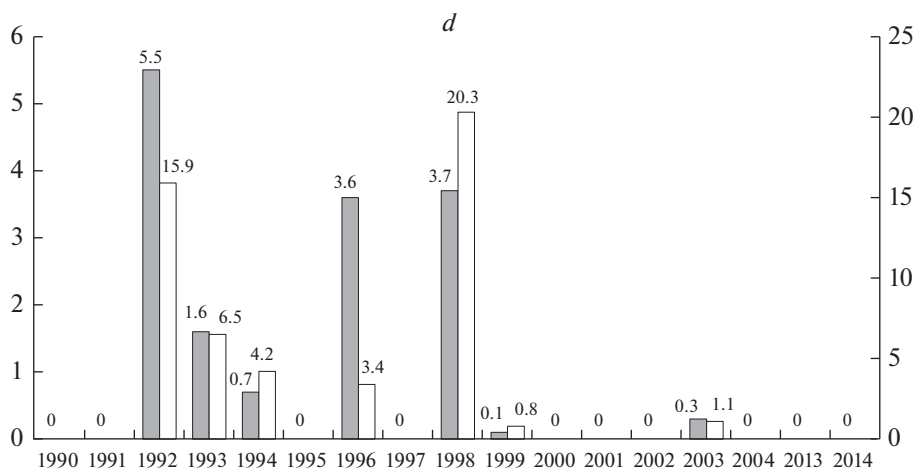


Рис. 2. Окончание. / Fig. 2. Ending.

0.6 ± 0.3 ц/га. В злаковой травосмеси с *Melilotus officinalis* пырей ползучий вошел в число содоминирующих видов на седьмой и восьмой годы (рис. 3с). Среднее многолетнее значение его сухой надземной фитомассы: 1.8 ± 0.9 ц/га. В злаковых травосмесях с *Trifolium pratense*, с *Onobrychis arenaria* и в посевах *Trifolium pratense* вид не входил в число содоминантов в годы исследований (рис. 3d, e, f). Его многолетняя средняя воздушно-сухая надземная фитомасса составляла не более 0.3 ц/га. При естественном зарастании пермских отложений *E. repens* выступал в качестве содоминанта на двенадцатый и тринадцатый годы (рис. 3g). Средняя за годы исследований величина надземной фитомассы: 0.4 ± 0.2 ц/га. Максимальную фитомассу (4.2 ц/га) и долю участия вида в общей фитомассе (21.9%) на отвалах, сложенных пермскими отложениями, отмечали в клеверо-злаковой травосмеси с повышенной нормой высева семян на одиннадцатом году жизни агрофитоценоза (2000 г.). В качестве содоминантов в этом году отмечены *Dactylis glomerata* и *Festuca arundinacea*.

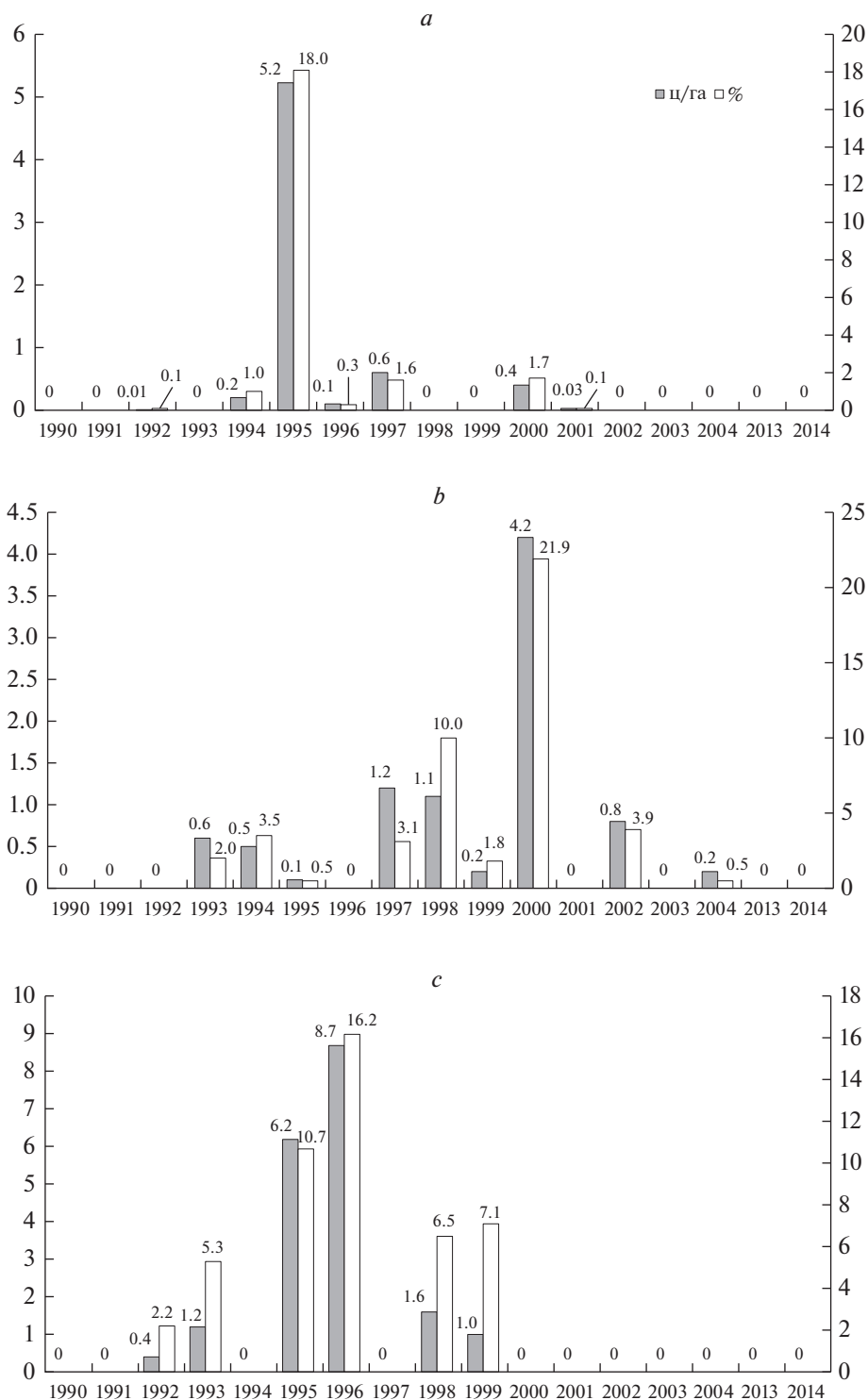
Таким образом, участие *E. repens* в сложении травостоя невелико: чаще он выступает в качестве ассектатора, но в отдельные годы ведет себя как содоминант созданных искусственных сообществ. Следует отметить высокую активность вида, который внедрился в состав сообществ, что не могло не сказаться на улучшении кормовых качеств травостоя.

Биологическая продуктивность пырейных лугов в лесостепи колеблется в значительных пределах: на залежах урожай сена — 8–12 ц/га, на пойменных лугах и лиманах 20–25 ц/га, при благоприятных условиях доходит до 60 ц/га [10]. В культуре вид чаще всего используют при создании долголетних сеяных лугов на влажных и сырых местообитаниях, где пырей ползучий является одним из основных доминантов на четвер-

тый—шестой и даже на тринадцатый год [8]. Продуктивность посевов пырея ползучего на лугах поймы Дона с регулярным мощным (3–5 см) отложением наносов составила 115 ц/га, с умеренными наносами — 35 ц/га [8]. Попытки создания чистых посевов пырея ползучего на краткий срок, предпринятые в черноземной полосе России, не получили широкого развития из-за сильного засорения им последующих культур.

При самозаращении спланированных отвалов Назаровского угольного разреза в лесостепи Назаровской котловины (Красноярский край) продуктивность пырея ползучего на втором году жизни растительного сообщества составила 2.9 ц/га, при вкладе его в фитомассу 8% [15].

Тип стратегии популяции того или иного вида выступает показателем степени его стабильности в техногенной экосистеме и, в итоге, отражает устойчивость системы к воздействию антропогенного фактора [23]. Анализ стратегий *E. repens* на участках естественного зарастания отвалов и в агрофитоценозах, созданных в лесостепной зоне Кузнецкой котловины, показал следующее. Вид чаще проявляет себя как пациент или стресс-толерант экотопический, отличающийся выносливостью к неблагоприятным условиям произрастания. Стратегия вида не является константной, экотопические пациенты, приспособленные к жизни в местообитаниях с постоянным абиотическим стрессом или в условиях ограничения ресурсов, при снижении нагрузки и улучшении фитоценологических условий могут становиться виолентами. Пырей ползучий, как и многие луговые растения, обладает свойством пластичности стратегии и в оптимальные годы на отвалах, проявляет свои виолентные качества, в то время как на зональных почвах отличается эксплерентностью [24]. В условиях техногенных экотопов изменение активности вида может служить показа-



**Рис. 3.** Динамика воздушно-сухой надземной фитомассы *Elytrigia repens* в агрофитоценозах на пермских отложениях *a* – злаковая травосмесь, *b* – клеверо-злаковая травосмесь с повышенной нормой высева семян, *c* – злаковая травосмесь с *Melilotus officinalis*, *d* – злаковая травосмесь с *Trifolium pratense*, *e* – злаковая травосмесь с *Onobrychis arenaria*, *f* – посевы *Trifolium pratense*, *g* – естественное зарастание. По горизонтали: год наблюдения; по вертикали слева – ц/га, справа – % от общей фитомассы.

**Fig. 3.** The dynamic of air-dry aboveground phytomass of *Elytrigia repens* in agronomic phytocoenoses on Permian deposits. *a* – grass mixture, *b* – clover-grass mixture with increased seeding rate, *c* – grass mixture with *Melilotus officinalis*, *d* – grass mixture with *Trifolium pratense*, *e* – grass mixture with *Onobrychis arenaria*, *f* – *Trifolium pratense* sowing, *g* – natural overgrowth. X-axis – observation year; left Y-axis: kg·10<sup>2</sup>/ha, right Y-axis: % of the total phytomass.

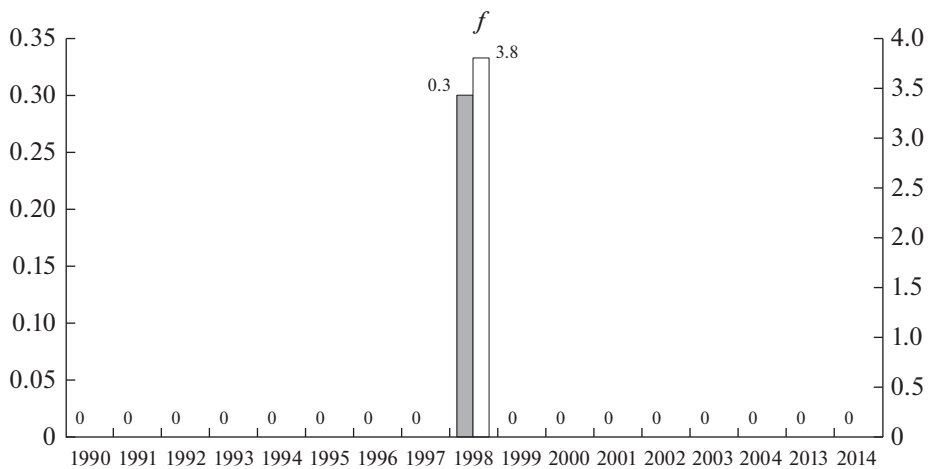
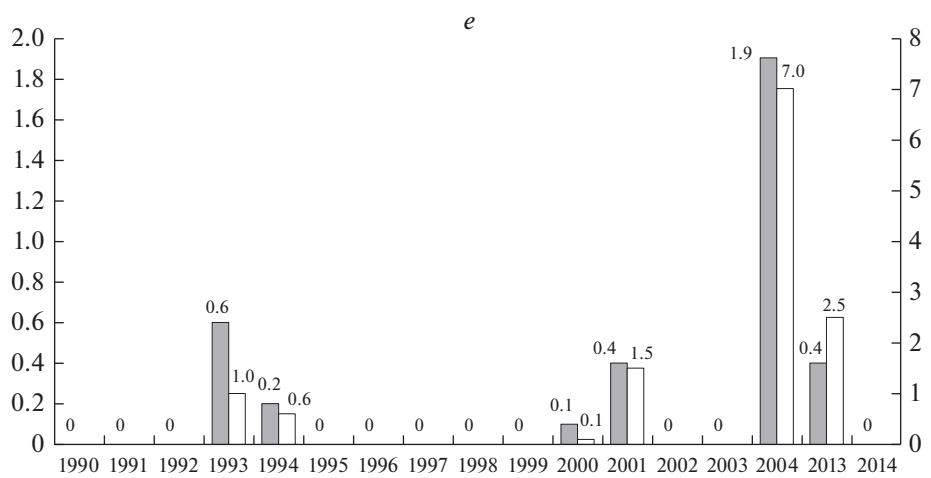
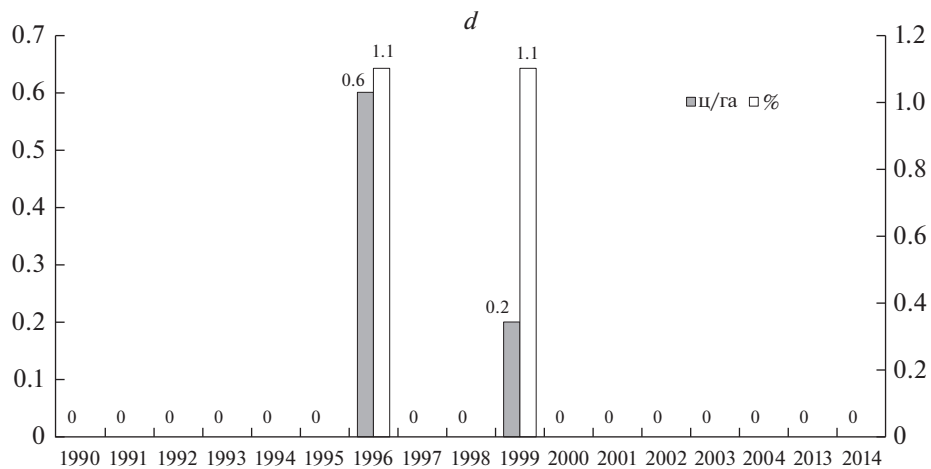


Рис. 3. Продолжение. / Fig. 3. Continuation.

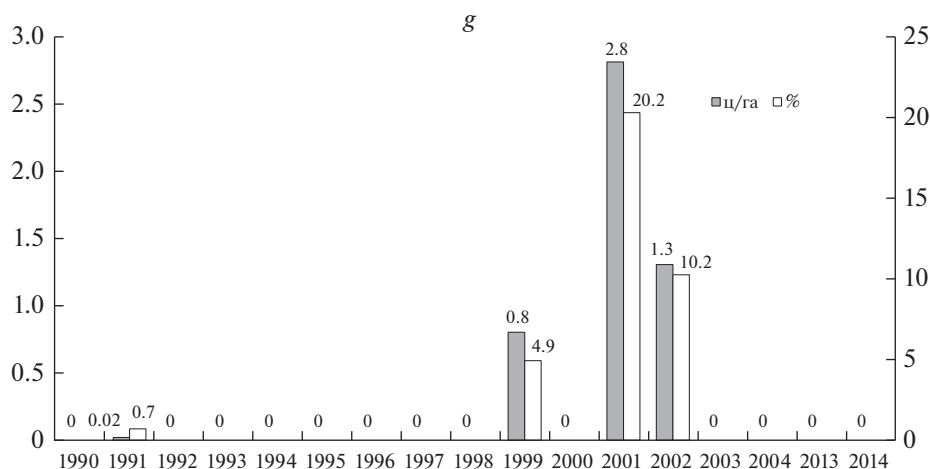


Рис. 3. Окончание. / Fig. 3. Ending.

телем его адаптивного потенциала, устойчивости к антропогенным нагрузкам.

Если учитывать оптимум экологических и фитотенотических условий произрастания *E. repens*, то виолентные качества вида, т.е. способность к энергичному захвату территории, полнота использования ресурсов, конкурентное подавление соперников, в большей степени должны проявляться на отвалах, сложенных четвертичными отложениями, что и показали результаты выполненного исследования. Пермские отложения из-за высокого процента крупнообломочной фракции в составе почвогрунтов, отсутствия гумусового слоя менее благоприятны для произрастания данного вида.

Таким образом, включение *E. repens* в качестве дополнительного компонента в состав злаковых и бобово-злаковых травосмесей на отвалах, сложенных четвертичными и пермскими отложениями, является перспективным для использования его в Кузбассе при восстановлении земель, нарушенных при открытом способе добычи угля.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение особенностей поведения агропопуляций пырея ползучего *Elytrigia repens* (L.) Nevski. s.l, проведенное в течении 25 лет в сообществах, созданных на спланированных вскрышных породных отвалах разреза “Листвянский”, расположенных в лесостепной зоне Кузбасса (15 км к юго-западу от г. Новокузнецка), позволяет отметить следующее.

В новых для себя экологических условиях вид относится к группе длительноживущих. Более 25 лет встречается в составе растительных сообществ как на отвалах сложенных четвертичными, так и пермскими отложениями, которые по ГОСТу [1] относят к малопригодным для рекультивации. Участие *E. repens* в сложении травостоя невелико:

чаще является ассектатором, в отдельные годы ведет себя как содоминант. Плотность в разные годы в разных агрофитоценозах и на участках естественного зарастания изменяется от 0.1 до 32.7 экз./м<sup>2</sup>, проективное покрытие соответственно от 0.01 до 12%. Генеративные побеги появляются на второй, третий годы жизни во всех изучаемых сообществах, высота их варьирует от 17 до 155 см. Не образует мощных дерновин, чаще всего формирует систему из 4–6 однобоговых молодых генеративных парциальных кустов. Онтогенетические спектры агропопуляций *E. repens*, начиная с первых лет жизни агрофитоценозов, нормальные, дефинитивные, неполночленные, левосторонние с максимумом на группах вегетативных или молодых генеративных особей. Среднее многолетнее значение воздушно-сухой надземной фитомассы *E. repens* составило на четвертичных отложениях  $2.3 \pm 1.1$  ц/га, на пермских –  $0.9 \pm 0.6$  ц/га. Проявляя в основном патентные качества, вид достаточно стабилен, устойчив и способен длительное время присутствовать в составе агрофитоценозов, становясь в оптимальные годы виолентом.

Включение *E. repens* в качестве дополнительного компонента в состав злаковых и бобово-злаковых травосмесей на породах разного геологического возраста является перспективным для рекультивации земель, нарушенных при открытом способе добычи угля в Кузбассе.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН № АААА-А21-121011290024-5.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 17.5.3.05-84. 2002. Рекультивация земель. Охрана природы, земли. М. С. 56–59.
2. Ламанова Т.Г., Шеремет Н.В. 2010. Агрофитоценозы на отвалах в южной части Кузнецкой котловины. Новосибирск. 224 с.
3. Шеремет Н.В., Ламанова Т.Г. 2017. Особенности структуры и жизненность агропопуляций *Agropyron cristatum* (Poaceae) на отвалах в лесостепи Кузнецкой котловины. — Раст. ресурсы. 53(1): С. 88–104. <https://elibrary.ru/item.asp?id=37315148>
4. Жукова Л.А. 1980. Пырей ползучий (*Agropyron repens* (L.) P. В.). — В кн.: Диагнозы и ключи возрастных состояний луговых растений. Ч. 1. Однодольные. Злаки. М. С. 99–108.
5. Справочник по кормопроизводству. 1985. М. 413 с.
6. Цвелев Н.Н., Пробатова Н.С. 2019. Злаки России. Москва. 646 с.
7. Денисов Г.В. 1983. Травосеяние в зоне вечной мерзлоты (эколого-биологические основы). Новосибирск. 240 с.
8. Многолетние травы в лугопастбищных севооборотах. 1951. М. 493 с.
9. Растения сенокосов и пастбищ. 1974. М. 195 с.
10. Андреев Н.Г. 1966. Луговое хозяйство. М. 511 с.
11. Carrington L.P., Diaz A. 2011. An Investigation into the Effect of Soil and Vegetation on the Successful Creation of a Hay Meadow on a Clay-Capped Landfill. — Restoration Ecology. 19(1): 93–100. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2009.00533.x>
12. Cavender N., Byrd S., Bechtoldt C.L., Bauman J.M. 2014. Vegetation Communities of a Coal Reclamation Site in Southeastern Ohio. — Northeastern Naturalist. 21(1): 31–46. <https://doi.org/10.1656/045.021.0104>
13. Rasmussen I. A., Melander B., Askegaard M., Kristensen K., Olesen J. 2014. *Elytrigia repens* population dynamics under different management schemes in organic cropping systems on coarse sand. — European J. Agronomy. 58: 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.04.003>
14. Winkler J., Koda E., Skutnik Z., Černý M., Adamcová D., Podlasek A., Vaverková M.D. 2021. Trends in the succession of synanthropic vegetation on a reclaimed landfill in Poland. — Anthropocene. 35: 100299. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2021.100299>
15. Миронычева-Токарева Н.П. 1998. Динамика растительности при зарастании отвалов на примере КАТЭКа. Новосибирск. 172 с.
16. Чибрик Т.С., Лукина Н.В., Филимонова Е.И., Глазырина М.А. 2011. Экологические основы и опыт биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель. Екатеринбург. 268 с.
17. Трофимов С.С. 1975. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. Новосибирск. 299 с.
18. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). 1976. М. 217 с.
19. Ценопопуляции растений (развитие и взаимоотношения). 1977. М. 183 с.
20. Жукова Л.А. 1995. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола, 224 с.
21. Куркин К.А. 1976. Системные исследования лугов. М. 284 с.
22. Титлянова А.А., Косых Н.П., Миронычева-Токарева Н.П., Романова И.П. 1996. Подземные органы растений в травяных экосистемах. Новосибирск. 128 с.
23. Глухов А.З., Хархота А.И., Прохорова С.И., Агурова И.В. 2011. Стратегии популяций растений в техногенных экосистемах. — Промышл. ботаника. 11: 3–13. <https://elibrary.ru/item.asp?id=37315148>
24. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. 2012. Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа. 488 с.

## State of *Elytrigia repens* (Poaceae) Agronomic Populations on Spoil Banks in the Forest–Steppe Zone (Kemerovo Region)

N. V. Sheremet<sup>a</sup>, \*, T. G. Lamanova<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

\*e-mail: nsheremet@yandex.ru

**Abstract**—The article presents the results of an original research on long-rhizomed perennial *Elytrigia repens* (L.) Nevski (Poaceae) agronomic populations on the levelled spoil banks of the Kuznetsk Basin. Based on long-term observations (1990–2014), *E. repens* projective cover, density and morphological parameters, ontogenetic structure, and phytomass were determined for seven artificial and two spontaneous plant communities. It was established, that under new environmental conditions, the species is a long-living one, with lifespan exceeding 25 years. The average above-ground phytomass reaches  $230 \pm 110$  kg/ha on spoil banks with Quaternary deposits, and  $90 \pm 60$  kg/ha on Permian deposits. Ontogenetic spectra were found to be normal, de-

finitive, incomplete, left-sided with maximum at the generative stage. The analysis of eco-phytocoenotic strategies shows that *E. repens* acts as an ecotopic patient or stress-tolerator and, in the optimal years, as a violent as well. The research demonstrates the efficiency of *E. repens* for reclamation of open-cut spoil banks.

**Keywords:** *Elytrigia repens*, agropopulations, projective cover, density, ontogenetic structure, phytomass, open-cut spoil banks, Kuznetsk Basin

#### ACKNOWLEDGEMENTS

The work was carried out within the framework of the State assignment to the Central Siberian Botanical Garden, SB RAS № AAAA-A21-121011290024-5.

#### REFERENCES

- [GOST 17.5.3.05-84. Reclamation of land. Conservation of nature, land.] Moscow. P. 56–59. (In Russian)
- Lamanova T.G., Sheremet N.V. 2010. [Agrophytocoenoses on the spoil banks in the southern part of the Kuznetsk Basin]. Novosibirsk. 224 p. (In Russian)
- Sheremet N.V., Lamanova T.G. 2017. Structural specificity and vitality of agropopulations of *Agropyron cristatum* (Poaceae) on spoil dumps in the forest-steppe zone of Kuznetsk basin. – Rastitelnye resursy. 53(1): 88–104. <https://elibrary.ru/item.asp?id=28949840> (In Russian)
- Zhukova L.A. 1980. [Wheatgrass (*Agropyron repens* (L) P. B)]. – In: [Diagnoses and keys of age-related states of meadow plants. Part 1. Monocotyledons. Cereals]. Moscow. P. 99–108. (In Russian)
- [Feeds Production Handbook]. 1985. Moscow. 413 p. (In Russian)
- Tzvelev N.N., Probatova N.S. Grasses of Russia. Moscow. 2019. 646 p. (In Russian)
- Denisov G.V. 1983. [Grass planting in the permafrost zone (ecological and biological basics)]. Novosibirsk. 240 p. (In Russian)
- [Perennial grasses in grassland crop rotations]. 1951. Moscow. 493 p. (In Russian)
- [Plants of hayfields and pastures]. 1974. Moscow. 195 p. (In Russian)
- Andreev N.G. 1966. [Meadow farming]. Moscow. 511 p. (In Russian)
- Carrington L.P., Diaz A. 2011. An Investigation into the Effect of Soil and Vegetation on the Successful Creation of a Hay Meadow on a Clay-Capped Landfill. – Restoration Ecology. 19(1): 93–100. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1526-100X.2009.00533.x>
- Cavender N., Byrd S., Bechtoldt C.L., Bauman J.M. 2014. Vegetation Communities of a Coal Reclamation Site in Southeastern Ohio. – Northeastern Naturalist. 21(1): 31–46. <http://dx.doi.org/10.1656/045.021.0104>
- Rasmussen I.A., Melander B., Askegaard M., Kristensen K., Olesen J. 2014. *Elytrigia repens* population dynamics under different management schemes in organic cropping systems on coarse sand. – European J. Agronomy. 58: 18–27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2014.04.003>
- Winklera J., Koda E., Skutnik Z., Černý M., Adamcová D., Podlasek A., Vavřková M.D. 2021. Trends in the succession of synanthropic vegetation on a reclaimed landfill in Poland. – Anthropocene. 35: 100299. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ancene.2021.100299>
- Mironycheva-Tokareva N.P. [Dynamics of vegetation during overgrowth of dumps by the example of KATEK]. Novosibirsk. 172 p. (In Russian)
- Chibrik T.S., Lukina N.V., Filimonova E.I., Glazyrina M.A. 2011. [Ecological bases and experience of biological recultivation of industrially disturbed lands]. Ekaterinburg. 268 p. (In Russian)
- Trofimov S.S. 1975. [Soil ecology and soil resources of the Kemerovo region]. Novosibirsk. 299 p. (In Russian)
- [Plant coenopopulations (basic concepts and structure)]. 1976. Moscow. 217 p. (In Russian)
- [Cenopopulations of plants (development and interrelations)]. 1977. Moscow. 133 p. (In Russian)
- Zhukova L.A. 1995. [Population life of meadow plants] Yoshkar-Ola, 224 p. (In Russian)
- Kurkin K.A. 1976. [Systematic studies of meadows]. Moscow. 284 p. (In Russian)
- Titlyanova A.A., Kosykh N.P., Mironycheva-Tokareva N.P., Romanova I.P. [Underground organs of plants in herbal ecosystems]. Novosibirsk. 128 p. (In Russian)
- Glukhov A.Z., Kharkhota A.I., Prokhorova S.I., Agurova I.V. 2011. Plant population strategies in technogenic ecosystems. – Industrial botany. 11: 3–13. <https://elibrary.ru/item.asp?id=37315148> (In Russian)
- Mirkin D.M., Naumova L.G. 2012. [Modern state of the vegetation science basic concepts]. Ufa. 488 p. (In Russian)