

GERMINATION OF SEEDS OF *PINUS PALLASIANA* (PINACEAE)
AND EARLY SUCCESSION GRASSY PLANT SPECIES IN DIFFERENT
TYPES OF SUBSTRATUM FROM WOOD DETRITUS

V. P. Koba, T. P. Zhigalova

SUMMARY

The germination of seeds was studied in plants that compose a grassy tier on the burnt-out ericetum after sanitary clear-cuttings of the *Pinus pallasiana* D. Don stands damaged by a fire. It was shown that different components of detritus affected the character and intensity of seed germination of competition species. Energy of germination and germinating ability considerably went down, and the time of germination occasionally increased. The maximal inhibitory effect demonstrated detritus that contained pine-needles. Unlike seeds of grassy plants, seeds of *P. pallasiana* germinated in the different types of detritus successfully enough. Overrotten wood substrate was the best for *P. pallasiana* seed germination. It is necessary to spread the felling debris proportionally around the burnt-out ericetum for the improvement of seminal renewal of *P. pallasiana* after fires.

Key words: *Pinus pallasiana*, post-fire rehabilitation, pine forests, grassy plants, woody detritus, the germination of seeds.

Раст. ресурсы, вып. 1, 2014

**ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ
СЕМЯНОК *ECHINACEA PURPUREA* (ASTERACEAE)
НА ЮГЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

© Т. Н. Беляева,^{1,*} О. Л. Конусова**

Проведено сравнительное изучение семенной продуктивности и жизнеспособности семян различных образцов *Echinacea purpurea* в таежной зоне Западной Сибири. Выявлены образцы с максимальными показателями репродуктивных характеристик. Установлена зависимость всхожести семян от температурного фактора. Показано, что комплекс насекомых-посетителей и опылителей цветков *E. purpurea* включает 12 видов из 7 родов отряда Hymenoptera и 3 вида из 3 родов отряда Lepidoptera.

Ключевые слова: *Echinacea purpurea*, фертильность пыльцы, жизнеспособность семян, семенная продуктивность, Томская обл.

Одной из приоритетных задач отечественного здравоохранения является расширение ассортимента лекарственных средств за счет внедрения в медицинскую практику новых препаратов растительного происхождения. Эхинацея пурпурная *Echinacea purpurea* (L.) Moench относится к числу ведущих лекарственных культур, уникальных по своему иммуномодулирующему действию.

¹ E-mail: tbel10@sibmail.com

вию, и культивируется более чем в 15 странах мира (Echinacea., 2004). На территории России она используется для изготовления отечественных иммуностропных препаратов и биологически активных пищевых добавок, способствующих повышению устойчивости организма человека к различным неблагоприятным факторам внешней среды (Колхир и др., 2003; Государственный..., 2013). Вид имеет высокую нектарную и пыльцевую продуктивность и может применяться для улучшения кормовой базы пчеловодства (Самородов, Поспелов, 2001). Неуклонно возрастает популярность *E. purpurea* как декоративного многолетнего растения для пейзажных цветников и садовых композиций.

E. purpurea посвящены многочисленные публикации, однако информация о семенной продуктивности и влиянии условий проращивания на всхожесть семян ограничена. По сообщению Л. В. Анищенко с соавторами (2003), семенная продуктивность вида зависит от возраста растений и условий выращивания. Самыми высокими показателями семенной продуктивности в условиях Ростова-на-Дону отличались трехлетние растения, в засушливые годы реальная семенная продуктивность уменьшалась на 10—18 %. По данным Е. С. Васфиловой (2000), возраст растений в пределах от 2 до 7 лет слабо влияет на показатели семенной продуктивности, которые в большей степени определяются погодными условиями вегетационного сезона. Позднее она отмечает, что высокая всхожесть характерна для семян, собранных с растений не моложе 3 лет (Васфилова, 2006). Согласно Г. Г. Шайдуллиной (2000), для формирования генеративных органов наиболее благоприятны годы с достаточным количеством осадков и среднемесячной температурой вегетационного сезона +17.0—+17.5 °С.

Заметим, что однозначное мнение в отношении воздействия света на прорастание семян *E. purpurea* в литературе отсутствует. По исследованиям Т. Л. Егошиной с соавторами (2003), всхожесть семян в значительной степени зависит от температурного фактора и освещенности: при температуре +15 °С она снижалась почти вдвое, в темноте была почти в 2.5 раза меньше. По данным В. Н. Самородова и С. В. Поспелова (2001), максимальная энергия прорастания семян *E. purpurea* была при проращивании их в полной темноте, однако в целом всхожесть оказалась равной или немного выше показателя, полученного при проращивании на свету.

В Сибирском ботаническом саду Томского государственного университета (СибБС ТГУ) с 1995 г. создается коллекция различных образцов и сортов *E. purpurea* с высоким содержанием биологически активных веществ; выявлены хромосомные числа и проведено изучение кариотипа *E. purpurea* (Беляева и др., 2003, 2011).

Цель настоящей работы — изучение особенностей семенного воспроизводства *E. purpurea* в условиях культуры на юге Томской обл. в связи с перспективами использования вида в качестве лекарственного и декоративного растения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2009—2012 гг. в Сибирском ботаническом саду в лесной природно-климатической зоне, подзоне южной тайги. Климат г. Томска резко континентальный, с холодной зимой и теплым летом; средняя годовая температура воздуха составляет –0.6 °С. Продолжительность безморозного периода 114 суток. По количеству выпадающих осадков (в среднем

ТАБЛИЦА 1

**Морфометрические характеристики и масса 1000 семян
различных образцов *Echinacea purpurea***

Но- мер об- разца	Происхождение образца	2011 г.			2012 г.		
		Длина семянки, мм	Ширина семянки, мм	Масса 1000 се- мянок, г	Длина семянки, мм	Ширина семянки, мм	Масса 1000 се- мянок, г
1	Варшава	4.8 ± 0.3	2.3 ± 0.4	4.1 ± 0.4	4.9 ± 0.3	2.3 ± 0.1	4.3 ± 0.2
2	Берн	5.0 ± 0.3	2.3 ± 0.3	4.1 ± 0.4	4.9 ± 0.3	2.3 ± 0.2	4.0 ± 0.2
3	Румыния	5.3 ± 0.3	2.4 ± 0.3	4.1 ± 0.4	5.3 ± 0.2	2.4 ± 0.4	4.1 ± 0.2
4	Линц	4.9 ± 0.2	2.3 ± 0.3	4.0 ± 0.2	4.8 ± 0.3	2.2 ± 0.3	4.0 ± 0.2
5	Галле	4.9 ± 0.4	2.2 ± 0.4	3.8 ± 0.3	4.8 ± 0.3	2.1 ± 0.3	3.6 ± 0.3
6	Йошкар-Ола	5.8 ± 0.4	2.7 ± 0.3	5.0 ± 0.1	5.8 ± 0.4	2.8 ± 0.4	5.1 ± 0.4
7	Ижевск	4.9 ± 0.2	2.3 ± 0.3	4.0 ± 0.4	4.9 ± 0.2	2.1 ± 0.3	4.1 ± 0.4
8	Ижевск, «Альба»	5.5 ± 0.4	2.4 ± 0.3	4.4 ± 0.5	5.6 ± 0.4	2.6 ± 0.3	4.5 ± 0.3
9	Чебоксары	5.1 ± 0.3	2.4 ± 0.4	3.8 ± 0.4	5.0 ± 0.3	2.3 ± 0.3	3.5 ± 0.3
10	Репродукция СибБС, «King»	5.3 ± 0.4	2.4 ± 0.4	4.7 ± 0.4	5.4 ± 0.2	2.5 ± 0.3	4.9 ± 0.3
11	Репродукция СибБС, посев в грунт	5.9 ± 0.3	2.9 ± 0.4	5.4 ± 0.2	5.9 ± 0.2	2.8 ± 0.3	5.3 ± 0.2
12	Репродукция СибБС, Люблин	5.0 ± 0.2	2.4 ± 0.3	4.0 ± 0.3	4.9 ± 0.3	2.3 ± 0.3	4.1 ± 0.2
13	Болгария, «White Swan»	4.2 ± 0.2	1.8 ± 0.2	2.9 ± 0.3	4.3 ± 0.2	1.7 ± 0.4	2.9 ± 0.4

Примечание. В таблице приведено среднее арифметическое значение признака ± стандартное отклонение.

591 мм в год) г. Томск относится к зоне умеренного увлажнения. Средняя дата образования устойчивого снежного покрова 31 октября (Климат., 1982).

Объектами исследования были 13 образцов *E. purpurea* различного происхождения (табл. 1): Польша, Варшава, ботанический сад Варшавского университета; Швейцария, Берн, ботанический сад Бернского университета; Германия, Галле, ботанический сад университета имени Мартина Лютера; Болгария, ботанический сад Софийского университета (сорт «White Swan»); Австрия, Линц, ботанический сад; Румыния, Клуж-Напока, ботанический сад; Россия, Йошкар-Ола, ботанический сад-институт Марийского государственного технического университета; Россия, Ижевск, ботанический сад Удмуртского государственного университета; репродукция СибБС от образцов из Польши, Люблин, ботанического сада университета Марии Склодовской-Кюри; Польша, Люблин (сорт «King»). Полевые опыты проводили на опытном участке, расположенном в юго-восточной части г. Томска. Участок открытый, хорошо освещенный. Почвы серые лесные, среднего механического состава, окультуренные. Посевы проводили сухими сеянками в теплице в марте 2009 г. На опытные делянки высаживали 60-дневную рассаду. Посев семян репродукции СибБС в открытый грунт осуществляли в середине мая 2009 г. с заглублением в почву на 1.5 см.

При изучении сезонного развития использовали классификацию феноритмотипов И. В. Борисовой (1972). Основные репродуктивные характеристики изучали на растениях 3—4-го годов жизни в 2011—2012 гг. Фертильность пыльцы определяли окрашиванием ацетоарсеином (Пухальский и др., 2007). Образцы пыльцы исследовали под микроскопом МИКМЕД-5 при увеличении 400. Семянки хранили в бумажных пакетах при комнатной температуре. Для описания морфологии диаспор использовали «Атлас по описательной

морфологии высших растений» (Артюшенко, Федоров, 1986). Размеры семян измеряли с помощью бинокулярного стереоскопического микроскопа МБС-10 с измерительной шкалой на окуляре в 30-кратной повторности. Жизнеспособность семян оценивали по показателю лабораторной всхожести, через 4 месяца после сбора, в пятикратной повторности по 100 шт. в каждой (Николаева и др., 1999). Прорастивание семян проводили в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге при температурных режимах +22 °С (на свету и в темноте), +15, +8 °С на свету в термостате ТСО-1/80 СПУ. Для определения массы 1000 семян использовали не менее 4 навесок по 100 шт. в каждой (ГОСТ., 1997). Реальную семенную продуктивность (РСП) оценивали по количеству семян на 50 репродуктивных побегах каждого образца по общепринятым методикам (Вайнагий, 1974; Методические., 1980). Гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова (ГТК) определяли отношением суммы осадков в мм за период со среднесуточными температурами воздуха выше 10 °С к сумме температур за этот же период, уменьшенной в 10 раз (Сельскохозяйственный., 1989).

Для статистической обработки данных использовали пакет программ Microsoft Excel-2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В интродукционном эксперименте установлено, что растения *E. purpurea* в течение 4 лет жизни в условиях культуры на юге Томской обл. проходили три периода развития: латентный, прегенеративный (проростки, ювенильное, имматурное, виргинильное возрастные состояния) и генеративный. В конце первого года жизни растения, выращиваемые рассадным способом, в основном находились в виргинильном возрастном состоянии. Незначительное число особей формировало полурозеточный побег с терминальной корзинкой и зацветало; единичные экземпляры оставались в имматурном возрастном состоянии. Семянки не созревали. Перезимовало 89.8—92.0 % особей. На второй год особи, выращиваемые рассадным способом, зацветали и формировали полноценные семянки. Растения, выращиваемые посевом семян на грунт, полностью вступали в молодое генеративное состояние на 3-й год; число перезимовавших растений на первом году жизни составило 44.7 %. Таким образом, при выращивании *E. purpurea* рассадным способом наблюдалось ускорение онтогенетического развития и процент перезимовавших растений прегенеративного периода был значительно выше.

Феноритмотип *E. purpurea* в условиях г. Томска длительновегетирующий, весенне-летне-осеннезеленый с периодом зимнего покоя. В 2009—2012 гг. отрастание листьев у различных образцов *E. purpurea* происходило с 1.05 по 10.05; период от начала вегетации до цветения составил 67—88 дней. Образование генеративных побегов начиналось в конце мая (2011 г.)—первой декаде июня (2012 г.). Исследованные образцы зацветали в 2012 г. на 5—7 дней раньше (в период с 13.07 по 20.07) по сравнению с 2011 г. (начало цветения 18.07—27.07), несмотря на более позднее начало вегетации, что объясняется высокими температурами воздуха в июне—июле 2012 г. (рис. 1). Сумма положительных температур, необходимых для зацветания различных образцов, составила 1065—1330 °С. Распускание соцветий происходило в базипетальном порядке: сначала терминальные соцветия, затем боковые. В соцветии первыми раскрывались стерильные язычковые цветки, выполняющие функцию привлечения опылителей, а затем от периферии корзинки к центру фертильные труб-

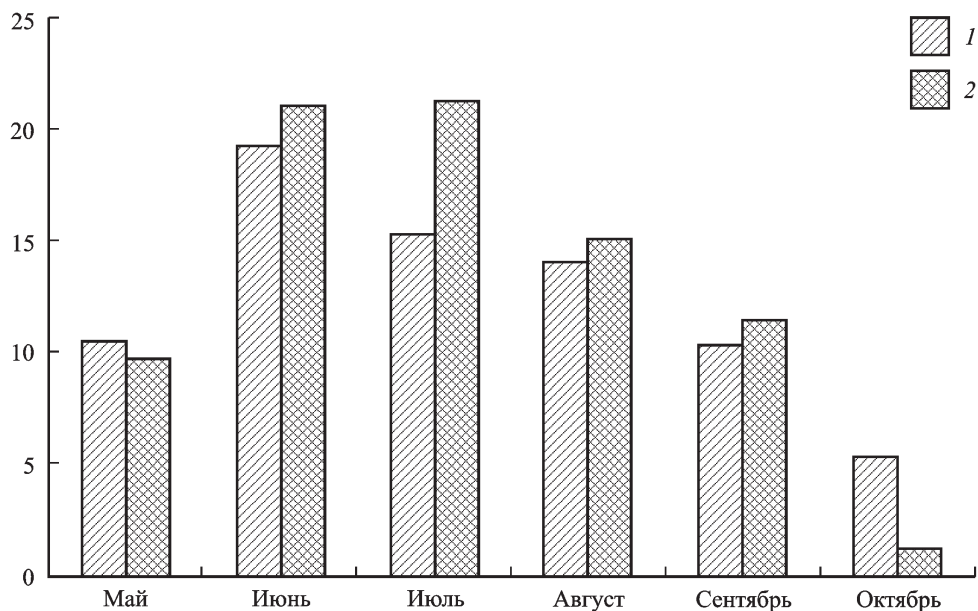


Рис. 1. Среднемесячные температуры воздуха вегетационных периодов 2011 и 2012 гг. в г. Томске.

1 — 2011 г., 2 — 2012 г. По горизонтали — название месяца, по вертикали — среднемесячная температура воздуха, °C.

чатые цветки. Окраска язычковых цветков была наиболее интенсивная в период цветения и более бледная — в начале и конце цветения. Количество язычковых цветков в терминальном соцветии различных образцов *E. purpurea* варьировало значительно: от (13) 14 до 33, средние значения длины лигулы язычковых цветков варьировали от 3.6 до 5.7 см, средний диаметр терминальных соцветий — от 9.6 до 12.9 см. Продолжительность цветения главных и пазушных побегов составляла 56—65 дней. Выявлена поливариантность особей агропопуляций по срокам зацветания.

В литературе отмечены аномальные морфологические изменения соцветий *E. purpurea*, которые заключались в их пролиферации (Кабушева, Крученок, 2001) и фасциации (Купенко, Журавель, 2003). В 2012 г. в СибБС наблюдались фасциации стеблей и соцветий у образца «Alba» из Румынии, однако в целом процент тератных растений в агропопуляциях г. Томска незначительный (менее 0.1 %). Случаев пролиферации соцветий отмечено не было.

В качестве посетителей цветков *E. purpurea* зарегистрировано 12 видов из семи родов насекомых отряда Перепончатокрылые (Hymenoptera) надсемейства Пчелы (Apoidea): *Andrena limata* Smith, *A. bicolor* F. (Andrenidae); *Lithurgus fuscipennis* Lep., *Megachile ligniseca* (Kirby) (Megachilidae); *Apis mellifera* L., *Bombus lucorum* L. (Apidae), *B. semenoviellus* Skor., *B. sichelii* Rad., *B. hypnorum* L., *B. veteranus* F., *Psithyrus quadricolor* Lep., *Nomada* sp. (Apidae), а также 3 вида насекомых отряда Чешуекрылые (Lepidoptera): *Gonepteryx rhamni* L., *Aglais urticae* L., *Inachis io* L. Комплекс перепончатокрылых — посетителей *E. purpurea* включает представителей общественных видов семейства Apidae (*Apis*, *Bombus*), паразитических пчел этого же семейства (*Psithyrus*, *Nomada*), а также одиночных пчел из группы позднелетних видов. Наибольший интерес

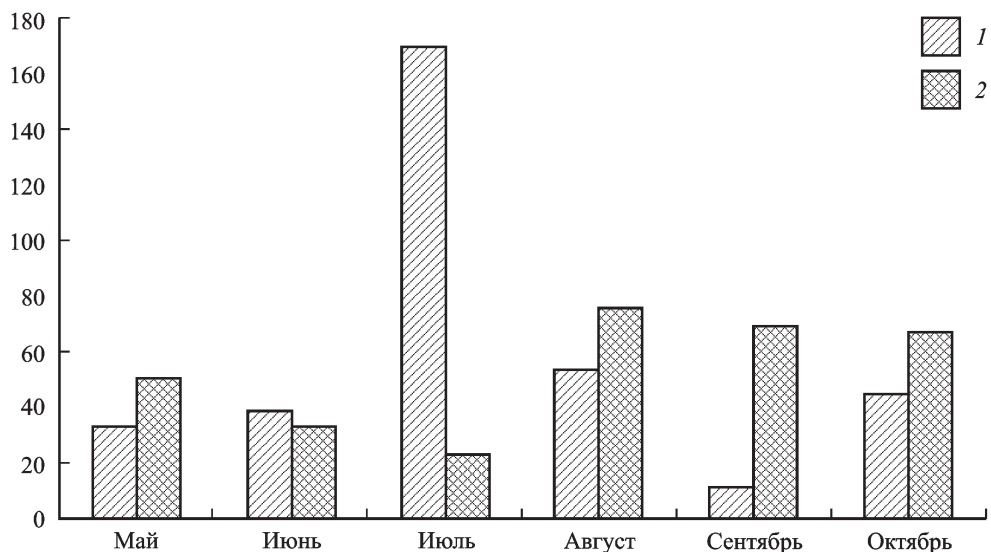


Рис. 2. Среднемесячное количество осадков вегетационных периодов 2011 и 2012 гг. в г. Томске.

По вертикали — среднемесячные осадки, мм. Остальные обозначения те же, что и на рис. 1.

как опылители представляют рабочие особи общественных пчел, а также самки андрен и мегахилид. Самцы пчел, использующие цветки сложноцветных как посадочную площадку, являются второстепенными опылителями. На исследованных растениях обнаружены самцы таких редких видов, как *Bombus semenoviellus* и *Psithyrus quadricolor*.

Фертильность пыльцы *E. purpurea* в 2011—2012 гг. высокая — в основном в пределах 92.9—97.4 %, что определяет хороший потенциальный репродуктивный потенциал исследованных образцов. Минимальные значения фертильности пыльцы установлены у сорта *E. purpurea* «White Swan» — 86.8 %, что, по-видимому, генетически обусловлено.

Начало созревания семян *E. purpurea* отмечено в середине сентября. Массовое созревание семян в соцветиях происходило в 2011 и 2012 гг. с 5 по 15 октября. Плодоношение ежегодное. Образцы местной репродукции отличались более ранними сроками зацветания и созревания семян. В целом метеорологические условия в годы исследований были благоприятными для созревания семян: характеризовались поздними заморозками, теплой и продолжительной осенью, однако отличались по температурному режиму и уровню осадков в течение вегетационного периода. Вегетационный период 2011 г. может быть охарактеризован как увлажненный (ГТК 1.4), 2012 г. — как недостаточно увлажненный (ГТК 0.84). 2012 г. отличался жарким и сухим июлем, а 2011 г. — теплым октябрём. В целом июнь—сентябрь были теплее в 2012 г., а май и октябрь — в 2011 г. (рис. 1). Вегетационный период 2011 г. характеризовался в целом значительным количеством осадков, однако август—октябрь были более сухими по сравнению с 2012 г. (рис. 2). К концу октября семена созревали в терминальных и боковых соцветиях 1-го и 2-го порядков у образцов местных и российских репродукций. У остальных образцов созревали терминальные соцветия и от 20 до 90 % боковых соцветий. Продолжительность периода от начала цветения до созревания семян составляла 60—85 дней.

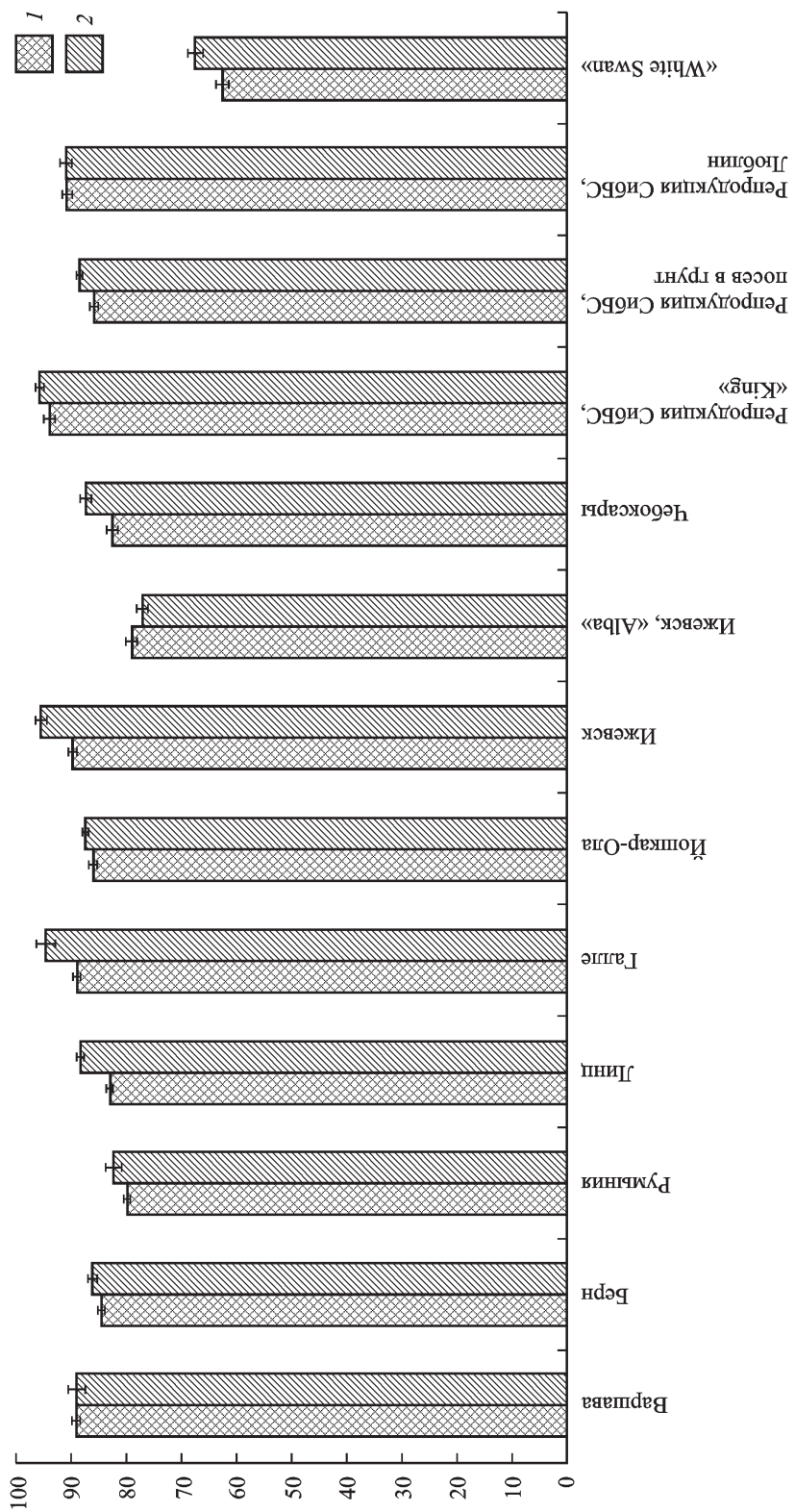


Рис. 3. Всхожесть семян различных образцов *Echinacea purpurea* на свету.
 1 — 2011 г., 2 — 2012 г. По горизонтали — происхождение образцов, по вертикали — всхожесть, %.

Сроки прохождения *E. purpurea* фенофаз в г. Томске находятся в пределах, характерных для Новосибирской обл. и Среднего Урала (Болдырева, 1986; Васфилова, 2000).

Семянки *E. purpurea* клиновидные или почти продолговатые, четырехгранные, матовые, голые; экзокарпий серовато-бежевый, беловатый или светло-желтый. Паппус в виде перепончато-зубчатой коронки на верхушке семянки.

Выявлена гетерогенность семянков исследованных образцов по линейным размерам, массе и жизнеспособности (табл. 1, рис. 3). Интервал варьирования средних значений длины семянков в пределах 4.2—5.9 мм, ширины семянков — от 1.7 до 2.9 мм. Полученные значения находятся в пределах, характерных для вида. Наиболее крупные диаспоры наблюдали у образцов из Йошкар-Олы, Румынии («Alba»), Ижевска («Alba»), сорта «King» репродукции СибБС и семянков репродукции СибБС, выращиваемых посевом в грунт, самые мелкие — у сорта «White Swan» (достоверность различий при уровне значимости $P < 0.05$ оценивалась с использованием критерия Фишера).

Средние значения массы 1000 семянков различных образцов *E. purpurea* варьировали в пределах от 2.9 г до 5.4 г. Максимальные значения массы семянков выявлены у образца репродукции СибБС, выращенного посевом в грунт, — 5.4 г и образца из Йошкар-Олы — 5.1 г (табл. 1). Таким образом, в 2011 и 2012 гг. существенной была изменчивость репродуктивных характеристик между различными образцами, а в пределах одного и того же образца показатели 3—4-летних растений были довольно стабильны.

Температурные характеристики прорастания семян зависят от географического происхождения и экологических особенностей вида, степени зрелости семян, условий их хранения и проращивания (Николаева и др., 1999).

В лабораторных условиях семянки *E. purpurea* на свету и в темноте при температуре +22 °С прорастали на (2)3—5(6)-й день в течение 4—16 дней. Большая часть семянков прорастала в течение недели. Энергия прорастания составила 30.8—74.0 %, максимальная энергия прорастания отмечена у образцов местных и российских репродукций. Всхожесть семянков на свету колебалась от 63.3 до 96 %. Минимальной лабораторной всхожестью характеризовались семянки сорта «White Swan», максимальной — местных репродукций, Ижевска, Галле, Варшавы, Йошкар-Олы и Чебоксар (рис. 3). В результате корреляционного анализа установлена слабая положительная связь между массой семянков и их всхожестью ($r = 0.2$ при уровне значимости $P = 0.4$ и $r = 0.05—0.07$ при уровне значимости $P = 0.8$). По-видимому, данные показатели имеют различные механизмы регуляции.

У большинства исследованных образцов *E. purpurea* всхожесть была несколько выше на свету, у образцов из Йошкар-Олы, Ижевска, сортов «Alba» и «White Swan» — в темноте, однако различия не являются достоверными. Согласно ГОСТ Р 51096—97 всхожесть семянков *E. purpurea* определяется проращиванием в темноте. При этом всхожесть должна составлять от 55 до 70 % (репродукционные семена), до 80 (элитные) и 85 % (оригинальные семена). Семена изученных образцов (за исключением сорта «White Swan») соответствуют по показателям всхожести оригинальным и элитным. При температуре +8 °С семянки *E. purpurea* не прорастали в течение 2 месяцев. При температуре +15 °С средняя всхожесть различных образцов в 2012 г. составила 54.0—73.0 %, т. е. была в 1.3—1.5 раза меньше, чем при температуре +22 °С, за исключением сорта «White Swan», всхожесть которого была почти в 2 раза меньше при +15 °С (рис. 4). Семянки начинали прорастать на (4)6—18-й день, период прорастания составлял от 12 до 18 дней. Таким образом, оптимальной температурой прорастания семянков *E. purpurea* являлась +22 °С.

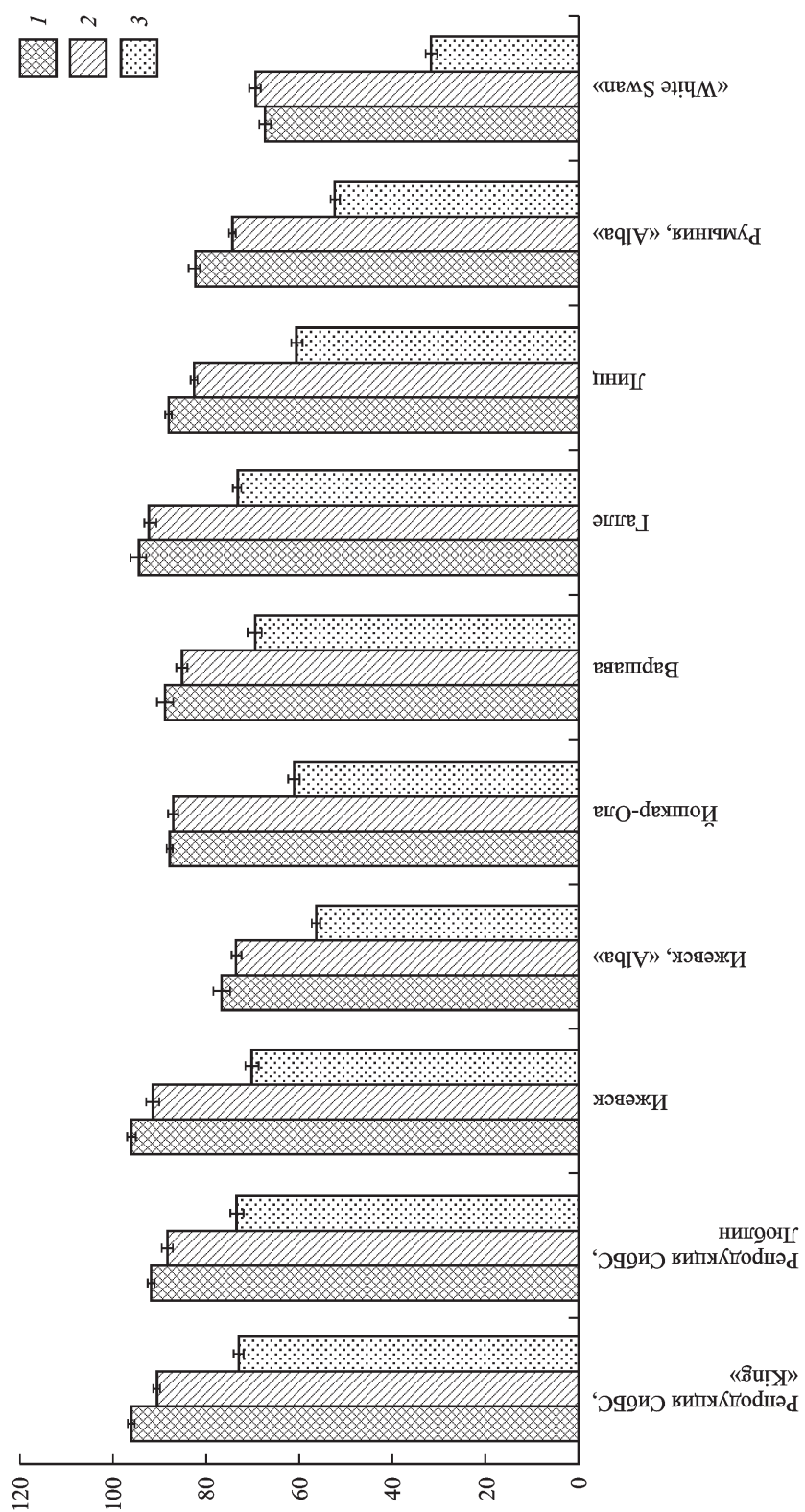


Рис. 4. Всхожесть семян *Echinacea purpurea* при различных условиях проращивания. Условия проращивания: 1 — свет, 2 — темнота, 3 — температура +15 °С. Остальные обозначения те же, что и на рис. 3.

Высокие значения всхожести семян исследованных образцов *E. purpurea* свидетельствуют о хороших потенциальных возможностях вида к семенному размножению. Результаты исследования близки к данным, полученным для других регионов (Порада, 1998; Шайдуллина, 2000; Самородов, Поспелов, 2001; Анищенко и др., 2003; Васфилова, 2006).

Продолжительность сохранения жизнеспособности семян *E. purpurea* зависит от видовых особенностей, условий хранения и выращивания. Согласно И. В. Илли (1982), семена некоторых сельскохозяйственных культур, выращиваемых на севере России, быстрее теряли жизнеспособность по сравнению с семенами из южных районов. По данным А. А. Порады (1998) и Е. С. Васфиловой (2006), высокая всхожесть семян *E. purpurea* сохраняется на протяжении 2—3 лет, затем значения показателей снижаются. Данные настоящего исследования свидетельствуют, что высокая всхожесть семян при хранении в комнатных условиях сохраняется 2 года, падает на 3-й год хранения на 30—50 % и резко снижается на 4-й год.

Продуктивность семян определяется условиями их формирования и генетическими особенностями вида. По литературным данным, одно соцветие *E. purpurea* включает от 356 до 563 трубчатых цветков, но только от 36 до 61 % из них образуют семена. Благоприятные погодные условия для формирования семян складываются, когда сравнительно высокие температуры воздуха сочетаются с достаточным количеством солнечных дней и умеренным количеством осадков (Echinacea., 2004). В Московской обл. число трубчатых цветков в соцветии варьирует от 30 до 350, количество выполненных семян в пределах 50 % (Кирцова, Коротких, 2004). В условиях Ростова-на-Дону процент сенификации составлял от 78.5 до 89.7 % и снижался во влажные (до 60 %) и засушливые годы (Анищенко, Шишлова, 2009). Для *E. purpurea* характерно наличие разновозрастных генеративных органов. Семенная продуктивность терминальных соцветий значительно выше боковых, что связано с лучшим обеспечением ассимилянтами в начале цветения.

Интервал варьирования показателей РСП *E. purpurea* на юге Томской обл. был достаточно широк — от 460 до 3331 семян на особь (табл. 2, 3). Семенная продуктивность терминальных соцветий была выше в 2011 г. в связи с более благоприятными условиями увлажнения, способствующими лучшему формированию семян и отсутствием стресса в середине вегетационного периода. Однако РСП особей была выше в 2012 г. вследствие большего числа образовавшихся генеративных побегов и соцветий, что связано с возрастной динамикой вида в условиях г. Томска. Реальная семенная продуктивность *E. purpurea* на юге Томской обл. ниже, чем в Саратове, Ростове и Украине (Самородов, Поспелов, 2001; Анищенко, Шишлова, 2009), что объясняется более суровыми условиями выращивания вида, однако она близка к данным, полученным Е. С. Васфиловой (2006) для южной тайги. В засушливом 2012 г. показатели семенной продуктивности *E. purpurea* снижались.

В условиях юга Томской обл. *E. purpurea* образует полноценные семена хорошего качества. По комплексу показателей наиболее перспективными следует считать образцы местных и российских репродукций. Они могут быть рекомендованы как ценный генетический материал для проведения селекционных программ, связанных с выведением сортов, имеющих высокие репродуктивные характеристики.

ТАБЛИЦА 2
Реальная семенная продуктивность (РСП) генеративного побега *Echinacea purpurea*

Номер образца	Происхождение образца	2011 г.			2012 г.		
		РСП терминально-го соцветия	Число побегов на особь	РСП побега	РСП терминально-го соцветия	Число побегов на особь	РСП побега
1	Репродукция СибБС, «King»	236.8 ± 9.3	8.7 ± 0.5	366.5 ± 18.1	223.1 ± 8.8	9.5 ± 0.5	350.7 ± 16.3
2	Репродукция СибБС, Люблин	204.3 ± 7.4	7.6 ± 0.4	324.3 ± 13.3	185.8 ± 6.8	9.0 ± 0.4	312.8 ± 12.7
3	Репродукция СибБС, посев в грунт	209.5 ± 8.9	7.3 ± 0.3	341.2 ± 16.8	189.3 ± 5.2	8.9 ± 0.4	328.9 ± 15.9
4	Ижевск	229.7 ± 9.5	8.6 ± 0.4	349.7 ± 17.9	210.8 ± 6.8	9.8 ± 0.5	334.3 ± 15.8
5	Ижевск, «Alba»	168.3 ± 7.7	5.8 ± 0.3	248.3 ± 10.5	146.7 ± 6.3	6.0 ± 0.3	256.7 ± 10.9
6	Йошкар-Ола	201.6 ± 7.8	7.6 ± 0.4	321.6 ± 13.2	188.0 ± 6.8	7.2 ± 0.3	316.4 ± 11.7
7	Чебоксары	190.4 ± 8.3	6.7 ± 0.4	306.3 ± 14.3	178.4 ± 7.4	7.5 ± 0.4	294.3 ± 9.2
8	Берн	173.3 ± 7.5	6.2 ± 0.2	213.1 ± 8.8	159.2 ± 6.4	6.6 ± 0.3	210.8 ± 9.1
9	Варшава	183.2 ± 8.6	6.4 ± 0.3	251.2 ± 11.7	168.3 ± 6.2	6.9 ± 0.3	260.4 ± 12.3
10	Галле	216.2 ± 8.6	7.0 ± 0.3	253.1 ± 9.8	201.4 ± 7.9	7.5 ± 0.8	268.3 ± 10.2
11	Линц	200.1 ± 8.8	7.5 ± 0.4	223.2 ± 9.3	188.6 ± 6.3	7.9 ± 0.3	248.6 ± 8.9
12	Румыния, «Alba»	142.2 ± 5.9	4.7 ± 0.2	170.3 ± 6.8	135.0 ± 4.9	5.9 ± 0.3	187.0 ± 8.4
13	Болгария, «White Swan»	112.4 ± 2.9	3.3 ± 0.1	139.4 ± 3.3	99.2 ± 2.6	5.0 ± 0.2	129.9 ± 3.4

Примечание к табл. 2 и 3. Приведены $M \pm m$ — среднее арифметическое значение \pm ошибка среднего арифметического значения.

ТАБЛИЦА 3

Реальная семенная продуктивность особи *Echinacea purpurea*

Номер образца	Происхождение образца	2011 г.	2012 г.
1	Репродукция СибБС, «King»	3188.6 ± 167.5	3331.7 ± 154.8
2	Репродукция СибБС, Люблин	2464.7 ± 101.0	2815.2 ± 127.9
3	Репродукция СибБС, посев в грунт	2490.8 ± 123.9	2927.2 ± 144.3
4	Ижевск	3007.4 ± 150.2	3276.1 ± 169.4
5	Ижевск, «Алба»	1440.1 ± 68.5	1540.2 ± 62.8
6	Йошкар-Ола	2444.2 ± 108.6	2278.1 ± 98.6
7	Чебоксары	2052.2 ± 94.5	2207.2 ± 113.7
8	Берн	1321.2 ± 54.9	1391.2 ± 58.3
9	Варшава	1840.5 ± 90.2	1982.2 ± 87.3
10	Галле	1771.7 ± 75.3	2012.2 ± 87.6
11	Линц	1824.0 ± 77.8	2042.9 ± 89.4
12	Румыния, «Алба»	847.4 ± 36.9	1309.5 ± 61.7
13	Болгария, «White Swan»	460.0 ± 22.6	649.5 ± 31.3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведено сравнительное изучение семенной продуктивности и жизнеспособности семян 13 различных образцов эхинацеи пурпурной *Echinacea purpurea* (L.) Moench в таежной зоне Западной Сибири в 2011—2012 гг. Показано, что особи проходили основные фазы сезонного развития и формировали полноценные семянки. Комплекс насекомых-посетителей и опылителей цветков *E. purpurea* включал 12 видов из 7 родов насекомых отряда Hymenoptera и 3 вида из 3 родов отряда Lepidoptera. Масса 1000 семян варьировала от (2.9) 3.5 до 5.4 г. Наиболее высокие значения массы семян установлены у образцов из Йошкар-Олы, репродукции СибБС, выращиваемых посевом в грунт, и сорта «King». Жизнеспособность семян большинства исследованных образцов в 2011 и 2012 гг. высокая, в пределах 73—96 %. Наименьшей лабораторной всхожестью характеризовались семянки сорта «White Swan». Установлена зависимость всхожести семян от температурного фактора. Оптимальная температура прорастания семян +22 °С. Условия освещенности не влияли на всхожесть семян. Выявлено 5 образцов с высокой семенной продуктивностью. Таким образом, эхинацея пурпурная является перспективной для региона культуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анищенко Л. В., Шишлова Ж. Н. Интродукция эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) в ботаническом саду ЮФУ // Вестн. ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2009. № 2. С. 89—94.
- Анищенко Л. В., Шишлова Ж. Н., Федяева В. В. Опыт выращивания эхинацеи пурпурной на Нижнем Дону // С эхинацеей в третье тысячелетие: Материалы Междунар. науч. конф. Полтава, 2003. С. 5—8.
- Артюшенко З. Т., Федоров А. А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. Л., 1986.

- Беляева Т. Н., Лещук Р. И., Малахова Л. А. Интродукция *Echinacea purpurea* (L.) Moench в Сибирском ботаническом саду // С эхинацеей в третье тысячелетие: Материалы Междунар. науч. конф. Полтава, 2003. С. 13—18.
- Беляева Т. Н., Романова С. Б., Кулуар М. Й. Анализ кариотипической структуры и некоторые репродуктивные характеристики различных образцов и сортов *Echinacea purpurea* (L.) Moench, *E. pallida* (Nutt.) Nutt. при интродукции на юге Томской области // Вестн. ВГУ. Серия: География. Геоэкология. 2011. № 2. С. 119—121.
- Болдырева Н. М. Интродукция представителей североамериканской флоры в ЦСБС // Декоративные растения для зеленого строительства. Новосибирск, 1986. С. 14—19.
- Борисова И. В. Сезонная динамика растительного сообщества // Полевая геоботаника. 1972. Т. 4. С. 5—94.
- Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Бот. журн. 1974. Т. 59, № 6. С. 826—831.
- Васфилова Е. С. Некоторые итоги и перспективы интродукции эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) в природно-климатических условиях Среднего Урала // Вісник Полтавського державного сільськогосподарського інституту. 2000. № 4. С. 20—23.
- Васфилова Е. С. Семенная продуктивность и качество семян эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) в условиях южной тайги // Вісник Полтавської аграрної академії. 2006. № 1. С. 26—29.
- ГОСТ Р 51096—97. Сортвые и посевные качества семян лекарственных и ароматических культур. М., 1997.
- Государственный реестр лекарственных средств России. М., 2013.
- Егошина Т. Л., Помелова Е. В., Родыгина А. Н. Влияние условий проращивания на всхожесть семян эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) // С эхинацеей в третье тысячелетие: Материалы Междунар. науч. конф. Полтава, 2003. С. 40—44.
- Илли И. В. Жизнеспособность семян // Физиология семян. М., 1982. С. 102—124.
- Кабушева И. Н., Кручонок А. В. Явление пролиферации соцветий *Echinacea purpurea* (L.) Moench // Вісник Полтавського державного сільськогосподарського інституту. 2001. № 1. С. 101.
- Кирцова М. В., Коротких И. Н. Селекционная ценность коллекционных образцов эхинацеи // Генетические ресурсы лекарственных и ароматических растений. М., 2004. С. 156—159.
- Климат Томска / Под ред. З. Н. Пильниковой. Л., 1982.
- Колхир В. К., Сокольская Т. А., Сакович Г. С. и др. Отечественные лекарственные средства на основе эхинацеи пурпурной // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения. СПб., 2003. С. 540—544.
- Купенко Н. П., Журавель Т. А. Тератогенез *Echinacea purpurea* (L.) Moench на юго-востоке Украины // С эхинацеей в третье тысячелетие: Материалы Междунар. науч. конф. Полтава, 2003. С. 55—58.
- Методические указания по семеноведению интродуцентов. М., 1980.
- Николаева М. Г., Лянгузова И. В., Поздова Л. М. Биология семян. СПб., 1999.
- Порада А. А. Опыт выращивания эхинацеи пурпурной в лесостепи Украины // Материалы Междунар. конф. Полтава, 1998. С. 86—87.
- Пухальский В. А., Соловьев А. А., Бадаева Е. Д., Юрцев В. Н. Практикум по цитологии и цитогенетике растений. М., 2007.
- Самородов В. Н., Пospelов С. В. Виды рода эхинацея (*Echinacea* Moench) в агрофитоценозах лесостепи Украины: десятилетние итоги интродукции, изучения

- биологии и возделывания // Вісник Полтавського державного сільськогосподарського інституту. 2001. № 4. С. 48—58.
- Сельскохозяйственный энциклопедический словарь / Гл. ред. В. К. Месяц. М., 1989.
- Шайдуллина Г. Г. Экологическая физиология *Echinacea purpurea* (L.) Moench при интродукции в Республику Башкортан: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2000.
- Echinacea*: The genus *Echinacea* / Ed. by S. C. Miller. CRC PRESS, 2004.

* Сибирский ботанический сад Национального
исследовательского Томского
государственного университета
** Национальный исследовательский
Томский государственный университет

Поступило 12 V 2013

PRODUCTIVITY AND VIABILITY OF ACHINESS
OF *ECHINACEA PURPUREA* (ASTERACEAE) IN THE SOUTH
OF THE TOMSK REGION

T. N. Belyaeva, O. L. Konusova

SUMMARY

Comparative study of seed productivity and viability of achenes of various samples of *Echinacea purpurea* (L.) Moench in the forest zone of Western Siberia were performed. The specimens with the highest reproductive characteristics were determined. The dependence of achene germination from the temperature was established. The complex of insect visitors and pollinators of *E. purpurea* flowers included 12 species of 7 genera of the order Hymenoptera and 3 species of 3 genera of the order Lepidoptera.

Key words: *Echinacea purpurea*, pollen fertility, viability of achenes, seed productivity, Tomsk region.