

References

1. Huang X., Qian Q., Liu Zh., Sun H., He Sh., Luo D., Guangmin Xia G., Chu Ch., Jiayang Li J., Fu X. Natural variation at the DEP1 locus enhances grain yield in rice. *Nature Genetics*, 2009. V. 41. № 4. pp. 493-497.
2. Zhang Y., Luo L., Liu T., Xu C., Xing Y. Four rice QTL controlling number of spikelets per panicle expressed the characteristics of single Mendelian gene in near isogenic backgrounds. *Theor. Appl. Genet.*, 2009. 118. pp.1035-1044.
3. Johnson H.W., Robinson H.F., Comstock R.E. Genotypic and phenotypic correlations in soyabean and their implication in selection // *Agronomy J.*, 1955. 47. pp. 477-483.
4. Kostylev P.I., Stepovoj V.I., Bredikhin V.V., Slastukhin R.Yu. Instruction on technology of rice growing. Rostov-on -Don: «Kniga», 2008. 48 p.
5. Marchenko D.M., Kostylev P.I., Grichanikova T.A. Correlation analysis in winter wheat breeding. *Zernovoe khozyaystvo Rossii*, 2013. no. 3(27). pp. 28-32.
6. Kostylev P.I., Popov S.S. Reaktsiya na otbor po masse zerna s metelki v rannikh pokoleniyakh gibridov risa na urozhaynost' sleduyushchikh. [Response to selection on grain weight per panicle in earlier generations of rice hybrid with yield of following generations]. *Sb.: Innovatsii v tekhnologiyakh vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur*. [Innovations in technologies of cultivation of agricultural crops]. Persianovskiy, DonSAU, 2015. pp. 167-172.

УДК 582.683.2-148(1-924.82)

Посевные качества и урожайность семян свербиги восточной при выращивании в подзоне средней тайги Республики Коми

Михович Жанна Эдуардовна, кандидат биол. наук, научный сотрудник,

Рубан Галина Алексеевна, научный сотрудник,

Зайнуллина Клавдия Степановна, кандидат биол. наук, зав. отделом

ФГБУН Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

E-mail: mihovich@ib.komisc.ru

Свербига восточная (Bunias orietalis L.) – многолетнее травянистое растение. В последние десятилетия заметно возрос интерес отечественных ученых к культивированию данного вида в качестве кормового растения. В научной литературе приводится значительный объем данных о перспективности его использования, отмечаются долгодетие, высокая продуктивность (40 и более т/га надземной массы, облиственность – 45%) и хорошее качество надземной массы (содержание сырого протеина составляет 26, золы – 10, клетчатки – 31%). Выращивание сверби- ги восточной в условиях коллекционного питомника Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН также указывает на положительные предпосылки введения в культуру данного вида. Для использования малорас- пространенного растения в культуре в новых условиях необходимо изучить возможности его семенной репродук- ции, т.е. возобновляемости посевов. В статье представлены результаты исследований посевных качеств и уро- жайности семян свербиги восточной, проведенные в период 2008-2010 гг. в условиях среднетаежной подзоны Рес- публики Коми. Показано, что особи свербиги восточной ежегодно формируют фертильные семена. Лабораторная всхожесть семян низкая – 1-3 %, полевая в зависимости от сроков посева семян варьирует от 38 до 53%. Опти- мальным сроком высева семян в грунт является осенний (вторая-третья декады сентября). Для создания устойчи- вых долгодетных семенников следует использовать разреженные посевы (60х60, 60х45 см). Максимальная урожай- ность стручков получена у растений третьего года жизни, произрастающих на площади 60х30 см (212,7 г/м²), в среднем у многолетних растений она составляет 120-130 г/м². Потенциальная и реальная семенная продуктив- ность высокие, доля плодообразования достигает 42-71% в зависимости от возраста растений и метеоусловий сезона. Таким образом, для выращивания многолетнего вида свербиги восточной в условиях среднетаежной подзо- ны Республики Коми имеются устойчивые гарантии получения посевного материала и создания резерва семян со сроком хранения до трех лет.

Ключевые слова: свербига восточная, интродукция, посевные качества, урожайность семян

Свербига восточная (*Bunias orientalis* L.) – многолетнее травянистое растение семейства крестоцветные (*Brassicaceae*). Во флоре Рес- публики Коми встречается как заносное расте- ние [1]. В научной литературе [2, 3] приводит- ся значительный объем данных о перспектив- ности использования данного вида в качестве кормового растения. Поэтому актуальным является выявление возможности культивиро- вания свербиги восточной в подзоне средней тайги Республики Коми. Для решения вопроса о перспективности выращивания вида в куль- туре необходимо изучение его семенной репродукции. Урожайность семян растений с единицы площади – результирующий показа-

тель условий выращивания. Ее величина опре- деляется обилием генеративных побегов и их семенной продуктивностью, размерами соце- тия, массой 1000 шт. семян. Посевные качес- ва семян (размеры семян, масса 1000 шт., лабораторная и полевая всхожесть) – показате- ли потенциальных возможностей семенной репродукции растений.

Цель исследований – изучение посев- ных качеств и урожайности семян свербиги восточной при выращивании в подзоне сред- ней тайги Республики Коми.

Материал и методы. Исследования проводили в 2008-2010 гг. на участке Ботаниче- ского сада Института биологии Коми НЦ УрО

РАН с использованием общепринятых методик [4]. Объектами исследования служили разновозрастные растения свербиги восточной сыктывкарской репродукции четвертого поколения, полученные в результате пересева исходного материала (исходный образец (семена) был получен в 1992 г. из Петрозаводского государственного университета). Для сравнения изучали растения сорта Золотинка Украинской селекции (сортовые семена получены в 2007 г. из Национального ботанического сада НАН Украины).

Для изучения влияния климатических условий и возрастных особенностей на рост и развитие растений, формирование плодов (семян) свербиги восточной ежегодно в течение трех лет проводили определение полевой всхожести получаемых семян как показателя их качества. Изучение семенной продуктивности растений свербиги восточной проводили по методике И.В. Вайнагий [5]. На 10 генеративных побегах подсчитывали число боковых осей соцветия, число кистей, цветков и плодов. Урожайность плодов определяли с делянки площадью 2,7 м² в трехкратной повторности. Данные обработаны статистически [6].

Результаты и их обсуждение. Плод свербиги восточной паракарпный, невскрывающийся орешковидный стручок с очень твердым околоплодником [7]. Анализ полевой всхожести семян свербиги восточной показал, что при посеве стручками прорастает только одно семя (второе, по-видимому, находится в резерве, либо недоразвито), поэтому мы считали плод односемянным и приравнивали его к семени. Наши данные согласуются с результатами, полученными Г.Б. Родионовой [8], которая, изучая эмбриологическое развитие семян растений свербиги восточной, собранных в естественных местообитаниях, показала, что в завязи закладываются две семяпочки по одной в каждом из гнезд, расположенных друг над другом. Окончательного развития достигает обычно нижняя семяпочка, обращенная к вершине завязи, т.е. эпитропная. Плод формируется из верхней завязи, гинецей ценокарпный, состоящий из двух плодолистиков. Плодам свойственна неэквивалентная гетерокарпия, которая проявляется в различном числе семян в плоде. Одним из важнейших биологических значений гетерокарпии является повышение конкурентных способностей вида [9]. В естественных популяциях в различных экологических условиях в плодах растений свербиги восточной формируется в основном по одному, два семени [2]. Многие исследователи [2, 10, 11] отмечают, что размер

семян - довольно стабильный признак, но подвержен некоторому варьированию при изменяющихся условиях среды.

Как видно из данных таблицы 1, изменчивость длины и ширины стручка у разновозрастных растений сыктывкарской репродукции и сорта Золотинка в разные годы была незначительной (C_v – 8,6-15,7). Следует отметить, что линейные размеры плодов варьировали главным образом в зависимости от метеорологических условий вегетационных сезонов. Масса 1000 стручков по годам исследований и в зависимости от условий произрастания растений была наиболее устойчивым показателем и составила в среднем 41-45 г. Завязывание плодов у растений свербиги восточной происходит в той же последовательности что и зацветание, т.е. в акропетальном порядке. В связи с этим наблюдается определенная разнокачественность плодов. Показано, что в нижней части осей соцветия плоды несколько крупнее по сравнению с верхней, промежуточное положение занимают плоды в средней части. В нижней части соцветия преобладают двусеменные (69%) плоды, доля односемянных плодов составляет 25%, трехсемянных – 6%, тогда как в верхней части соцветия больше половины односемянных плодов, остальные – двусеменные (41%).

В средней части больше всего двусемянных плодов – 82%. Для характеристики качества семян используют такие показатели как лабораторная и полевая (грунтовая) всхожесть. Первая дает представление о потенциальных возможностях семени, вторая характеризует способность семян прорасти и давать нормальные растения в условиях производственного посева. Семена растений свербиги восточной обладают экзогенным типом органического покоя, который обусловлен внешними причинами, вызывающими торможение прорастания, а именно, механическим сопротивлением росту очень твердого околоплодника и, возможно, содержащихся в нем ингибиторов роста [7]. Изучение всхожести семян растений свербиги восточной в стручках в лабораторных условиях выявило их очень низкую всхожесть 1-3%. Применение различных методов провокации всхожести - таких как стратификация (30 и 60 дней при $t +2^{\circ}\text{C}$) и скарификация (обработка плодов наждачной бумагой), обработка ультразвуком на 5, 10, 20, 40, 80 и 160 секунд, замачивание в серной кислоте на 5 и 20 минут и горячей воде - не дали положительных результатов.

Таблица 1

Морфометрические показатели плодов растений свербиги восточной разных лет сбора (n = 30)

Дата сбора	Год жизни	Длина, мм			Ширина, мм		
		lim	M±m	C _v , %	lim	M±m	C _v , %
Сыктывкарская репродукция							
04.09.08	2	6,0-9,4	7,6±0,1	10,6	4,3-6,7	5,3±0,1	11,4
04.09.08	3	4,6-8,2	6,5±0,1	12,4	3,0-6,0	4,3±0,1	11,1
25.08.08	6	5,0-7,8	6,5±0,1	9,7	3,3-4,9	4,0±0,1	9,8
04.09.09	4	4,9-8,6	6,6±0,1	12,7	3,8-5,6	4,6±0,1	10,3
31.08.09	7	4,7-7,0	6,0±0,1	9,2	4,0-5,9	4,6±0,1	9,3
02.09.10	2	5,5-8,5	6,9±0,2	12,9	3,6-5,5	4,6±0,1	10,9
02.09.10	3	5,6-8,5	7,2±0,2	12,7	3,6-6,2	4,5±0,1	15,2
28.07.10	4	5,0-7,9	6,5±0,2	12,4	3,4-5,3	4,5±0,1	11,8
Сорт Золотинка							
02.09.08	2	5,0-8,7	6,8±0,1	15,7	2,5-6,2	4,2±0,1	15,7
28.08.09	3	6,0-8,9	7,5±0,1	9,3	3,5-5,2	4,2±0,1	10,4
02.09.10	4.	5,4-7,5	6,5±0,1	8,0	3,8-5,2	4,5±0,1	8,6

В условиях теплицы стручочки урожая 2009 г., посеянные в ящиках в почвенный грунт 22 апреля 2010 г., дали всходы через 19 дней, массовые всходы появились через 32 дня, аналогично проведенный опыт семенами урожая 2010 г. при посеве 10 мая 2011 г. дал массовые всходы 27 мая. Всхожесть зависела от климатических условий в период формирования семян и соответственно изменялась от 26 до 98%. В 2010 г. нами был проведен опыт по механическому удалению околоплодника (в ступке при помощи пестика дробили твердый стручок и извлекали семена), затем семена в лабораторных условиях высевали в чашках Петри. Всхожесть высеянных семян составила 21%, массовые всходы появились на 5 день.

В агрономической практике наиболее важное значение имеет показатель полевой всхожести семян, который при оптимизации сроков посева служит для расчета потребности в посевном материале. Полевая всхожесть семян при осеннем сроке посева (вторая декада сентября) составила 37±4, при весеннем (вторая – третья декада мая) – 54±4%. При осеннем сроке посева весной (вторая декада мая) следующего года наблюдали дружные всходы и активную вегетацию растений первого года жизни. При весеннем посеве период всходов растянут до месяца, замедлена и вегетация растений. Из этого следует, что для получения сильных, хорошо развитых растений, способных к конкуренции с сорной растительностью в наиболее уязвимый первый год жизни растений, лучший срок посева свербиги восточной – осенний.

Для практических целей большое значение имеет определение сроков хранения семян,

которое дает более полное представление о реальных возможностях сохранения вида и его способности к семенному возобновлению. Сравнительное изучение всхожести семян свербиги восточной по годам сбора показало, что исходная полевая всхожесть может варьировать в пределах 38-53%. В последующие два – четыре года снижается постепенно. При этом отмечено, что снижение происходит активнее у семян с более высокой исходной полевой всхожестью. В среднем, всхожесть семян снижается в 1,3 раза через два года сухого хранения, к четвертому году составляет в среднем 12%. После 5 лет хранения полевая всхожесть составляет всего 4% (табл. 2).

Одной из задач нашего исследования было изучение влияния ценоотических условий (произрастание на разной площади) на побегообразование, структурные элементы соцветия и урожайность семян свербиги восточной.

В связи с этим установлено, что на второй год жизни особи свербиги восточной независимо от ценоотических условий формируют один генеративный побег, число боковых осей соцветия зависит от условий произрастания и варьирует от 18 до 25 шт. Урожайность плодов достаточно высокая и составляет 47-54 г/м² (табл. 3). Как видно из данных таблицы 3, у растений второго года жизни наибольшая урожайность плодов отмечена в более загущенном посеве (60х30 см²), что находится в прямой зависимости от числа генеративных побегов на единице площади. К третьему году жизни за счет увеличения числа генеративных побегов у каждой особи возрастает урожайность плодов в целом по опыту, и зависимость сохраняется.

Таблица 2

Полевая всхожесть семян свербиги восточной в зависимости от продолжительности хранения

Продолжительность хранения, лет	Дата сбора семян	Полевая всхожесть семян, %
1	25.08.05	53±4
	23.08.06	38±2
	12.09.07	41±4
2	25.08.05	23±3
	23.08.06	35±3
	12.09.07	43±11
4	25.08.05	13±2
	23.08.06	30±8
	12.09.07	32±3
4	25.08.05	10±3
	23.08.06	18±8
	12.09.07	7±2
5	25.08.05	2±0
	23.08.06	6±2
	12.09.07	-

Примечания: 1) «-» - нет данных;

2) n = 100, повторность 3-4-кратная

Урожайность плодов у растений, произрастающих на площади 60х30 см достоверно выше, чем на площади 60х60 и 60х45 см. Таким образом, для создания краткосрочных

Таблица 3

Урожайность плодов свербиги восточной в зависимости от площади питания

Площадь питания, см ²	2008 г. (2 г.ж.)		2009 г. (3 г.ж.)		2010 г. (4 г.ж.)	
	урожайность плодов, г/м ²	число генеративных побегов, шт./м ²	урожайность плодов, г/м ²	число генеративных побегов, шт./м ²	урожайность плодов, г/м ²	число генеративных побегов, шт./м ²
60х30	54,0	6±0	212,7	96±8	123,7	87±4
60х45	47,0	4±0	126,7	54±7	130,1	50±4
60х60	49,0	3±0	121,9	35±4	131,7	60±6
НСР ₀₅	3,0		20,9		3,6	

Выводы. Таким образом, растения свербиги восточной при выращивании в среднетаежной подзоне Республики Коми ежегодно формируют фертильные семена. Масса 1000 плодов является достаточно стабильным показателем, который незначительно варьирует у многолетних растений от 41 до 45 г. Масса 1000 семян – 9,5 г. Лабораторная всхожесть семян очень низкая и составляет 1-3%, полевая в зависимости от сроков посева семян варьирует от 38 до 53%. Оптимальным сроком посева семян в грунт является осенний. При сухом способе хранения всхожесть семян сохраняется на достаточно высоком уровне первые два года. После 5 лет хранения семена теряют всхожесть. Урожайность плодов в среднем у

семенных участков достаточно минимальной площади (60х30 см). На четвертый год жизни растений на площади 60х30 см в загущенном посеве, число побегов сокращается, снижается семенная продуктивность одного побега.

На площади 60х60 см: число побегов возрастает почти в два раза, снижение продуктивности одного побега не столь резкое и урожайность плодов с 1 м² выше. Следовательно, для создания устойчивых долголетних семенников следует использовать разреженные посевы (60х45, 60х60 см). А.Н. Кшникаткина и др. [3] также отмечают, что семенная продуктивность растений свербиги восточной находится в обратной зависимости от густоты травостоя, с увеличением нормы высева от 0,45 до 1,8 млн шт./га заметно снижается урожай семян у свербиги восточной.

Изучение реальной и потенциальной семенной продуктивности проводили ранее у растений второго-пятого годов жизни свербиги восточной сыктывкарской репродукции и сорта Золотинка [12]. Установлено, что с возрастом растений свербиги восточной происходит снижение как числа цветков (ПСП), так и числа завязавшихся плодов (РСП) на побег. Доля завязавшихся плодов варьирует в зависимости от возраста растений и метеоусловий сезона (23-63%).

многолетних растений составляет 120-130 г/м², максимальная получена у растений третьего года жизни, произрастающих на площади 60х30 см (212,7 г/м²). Следовательно, свербига восточная является перспективным кормовым растением и в отношении высоких показателей семенной репродукции.

Список литературы

1. Мартыненко В.А., Груздев Б.И. Сосудистые растения Республики Коми. Сыктывкар, 2008. 136 с.
2. Былова А.М. Свербига восточная // Биологическая флора Московской области. М., 1974. Вып. 1. С. 52-66.
3. Кшникаткина А.Н., Гущина В.А., Варламов В.А., Вихрева В.А. и др. Технология выращивания и использования нетрадиционных кормовых и лекарственных растений. М., 2003. 373 с.

4. Методические указания по изучению многолетних кормовых растений. Л., 1985. 48 с.
5. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботанический журнал, 1974. Т.59. №6. С. 826-831.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985. 415 с.
7. Левина Р.Е. Плоды. Саратов, 1967. 215 с.
8. Родионова Г.Б. Развитие женских эмбриональных структур, эндосперма и зародыша у свербиги восточной (*Bunias orientalis* L.) // Бюллетень ГБС АН СССР. М., 1979. Вып. 113. С. 90-96.
9. Войтенко В.Ф. Эколого-географический и филогенетический анализ гетерокарпии в пределах

семейства крестоцветные // Бюллетень МОИП. Отд. Биологии. М., 1970. Т. LXV(3). С. 77-84.

10. Петруняк Н.И. Особенности биологии свербиги восточной (*Bunias orientalis* L.) в условиях Карелии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2002. 18 с.

11. Зайнуллина К.С., Мишуров В.П. Семенная продуктивность видов рода *Bromopsis* Fourr. при выращивании на Северо-Востоке России // Растительные ресурсы. 1999. Вып. 1. С. 60-66.

12. Михович Ж.Э., Рубан Г.А., Зайнуллина К.С. Особенности биологии семенного размножения свербиги восточной (*Bunias orientalis* L.) при выращивании на Севере // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2012. № 1(26). С. 12-15.

Seed sowing quality and productivity of *Bunias orientalis* when grown in the middle taiga subzone of the Komi Republic

Mikhovich Zh.E., PhD in biology, researcher,

Ruban G.A., researcher, **Zainullina K.S.**, PhD in biology, head of department

Institute of Biology, Komi Scientific Center, Ural branch of RAS, Syktyvkar, Russia

Hill mustard (*Bunias orientalis* L.) is a perennial herbaceous plant. In the last decades the interest of Russian scientists to the cultivation of this species as fodder plant has considerably increased. Scientific literature contains a significant amount of data about the prospects of its use, longevity, productivity and quality of above-ground mass. The cultivation of hill mustard in the nursery of the Botanical garden of the Institute of biology Komi SC UB RAS also indicates preconditions of its introduction. Before using this rare plant in culture in the North it is necessary to study the possibilities of its seeds. The article presents the research results of seed quality and seed yield of hill mustard conducted in 2008 – 2010 in the middle taiga subzone of the Komi Republic. It has been shown that individual plants of hill mustard annually form fertile seeds. Laboratory germination ability is low and amounts to 3.1%; in the field conditions it varies from 38 to 53% depending on the terms of sowing. Optimal time of seed sowing is autumn. To create sustainable long-lived plants for seeds spaced planting (60x60, 60x45 cm) should be used. The maximum seed productivity was obtained from plants of a third year of life, grown on an area of 60x30 cm (212.7 g/m²), when the average area for perennials is 120-130 g/m². Potential and real seed productivity is high; the proportion of fruit reaches 42-71%, depending on a plant age and seasonal weather conditions. Thus, there is stable assurance of producing seeds and creation of reserve seeds with a storage life of up to three years of perennial species of hill mustard in the middle taiga subzone of the Komi Republic.

Key words: hill mustard, introduction, sowing quality, productivity of seeds

References

1. Martynenko V.A., Gruzdev B.I. *Sosudistye rasteniya Respubliki Komi*. [Vascular plants of the Republic of Komi]. Syktyvkar, 2008. 136 p.
2. Bylova A.M. *Sverbiga vostochnaya*. [Hill mustard]. *Biologicheskaya flora Moskovskoy oblasti*. [Biological flora of the Moscow Region]. Moscow, 1974. Vyp. 1. pp. 52-66.
3. Kshnikatkina A.N., Gushchina V.A., Varlamov V.A., Vikhreva V.A. et al. *Tekhnologiya vyrashchivaniya i ispol'zovaniya netraditsionnykh kormovykh i lekarstvennykh rasteniy*. [Technology of growing and use of alternative feed and medical plants]. Moscow, 2003. 373 p.
4. *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mnogoletnikh kormovykh rasteniy*. [Guidelines for the study of perennial fodder plants]. Leningrad, 1985. 48 p.
5. Vaynagiy I.V. *O metodike izucheniya semennoy produktivnosti rasteniy*. [On the methodology of studying of plants' seed productivity]. *Botanicheskij zhurnal*, 1974. Vol. 59. no. 6. pp. 826-831.
6. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta*. [Methods of field experiment]. Moscow, 1985. 415 p.
7. Levina R.E. *Plody*. [Fruits]. Saratov, 1967. 215 p.
8. Rodionova G.B. *Razvitie zhenskikh embrional'nykh struktur, en-dosperma i zarodysha u sverbigi vostochnoy (Bunias orientalis L.)*. [The develop-

ment of female embryonic structures of endosperm and germ of hill mustard (*Bunias orientalis* L.)]. *Byulleten' GBS AN SSSR*. Moscow, 1979. Vyp. 113. pp. 90-96.

9. Voytenko V.F. *Ekologo-geograficheskiy i filogeneticheskiy analiz geterokarpii v predelakh semeystva krestovtvetnyye*. [Eco-geographical and phylogenetic analysis of different fruits within crucial family]. *Byulleten' MOIP. Otd. Biologii*. Moscow, 1970. Vol. LXV(3). pp. 77-84.

10. Petrunyak N.I. *Osobennosti biologii sverbigi vostochnoy (Bunias orientalis L.) v usloviyakh Karelii: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk*. [Features of biology of hill mustard (*Bunias orientalis* L.) in Karelia: Author's Abstract of PhD Thesis]. Petrozavodsk, 2002. 18 p.

11. Zaynullina K.S., Mishurov V.P. *Semennaya produktivnost' vidov roda Bromopsis Fourr. pri vyrashchivani na Severo-Vostoke Rossii*. [Seed productivity of *Bromopsis* Fourr. species when grown in the North-East of Russia]. *Rastitel'nye resursy*, 1999. Vyp. 1. pp. 60-66.

12. Mikhovich Zh.E., Ruban G.A., Zaynullina K.S. *Osobennosti biologii semennogo razmnzheniya sverbigi vostochnoy (Bunias orientalis L.) pri vyrashchivani na Severe*. [Features of biology of seed propagation of hill mustard (*Bunias orientalis* L.) when grown in the North]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2012. no. 1(26). pp. 12-15.