

УДК 633.16:631.526.32

DOI: 10.30914/2411-9687-2018-4-3-85-90

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ СОРТОВ  
И СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ**

**И. Н. Щенникова<sup>1, 2</sup>, Л. П. Кокина<sup>1</sup>, И. Ю. Зайцева<sup>1, 2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого

<sup>2</sup>Вятская ГСХА, г. Киров

Адаптивный сорт – это сорт, приспособленный не только к оптимальным условиям, но и к минимуму и максимуму внешних факторов среды. Создание таких агроэкологически адресных сортов является важнейшей задачей селекции. В статье представлены результаты многолетнего изучения в конкурсном сортоиспытании 8 сортов и 8 селекционных линий ярового ячменя селекции ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров). Целью исследований было определение экологической стабильности сортов и перспективных селекционных линий ярового ячменя в различных по времени условиях среды. В результате исследований показана сортоспецифичность реакции на изменение климатических условий. Оценка в различные по климатическим условиям годы выявила достоверные различия изучаемых генотипов по урожайности. Установлено, что варьирование урожайности сортов в основном было определено экологическими факторами, а доля влияния генотипа на эту изменчивость значительно ниже, что, соответственно, уменьшает уровень экологической надежности новых сортов ячменя. Это подтверждает актуальность исследований по созданию и выделению среди существующих, сортов характеризующихся пониженной реакцией на изменение условий вегетации. В результате исследований представлено ранжирование сортов и линий по урожайности в благоприятных и стрессовых условиях вегетации. Наименьшее варьирование урожайности по годам отмечено у сортов Форвард, Новичок, Родник Прикамья и др., селекционных линий 29-11, 53-08, 383-10 и 346-09. Установлена высокая экологическая стабильность сортов Родник Прикамья и Форсаж, селекционных линий 29-11, 53-08, 383-10 и 346-09. Полученные данные позволяют рекомендовать производству более широкое внедрение выделенных сортов ячменя и подготовку к передаче на государственное сортоиспытание перспективных селекционных линий.

**Ключевые слова:** ячмень, сорт, линия, конкурсное сортоиспытание, урожайность, средний индекс среды, адаптивная способность.

**ECOLOGICAL STABILITY OF VARIETIES  
AND BREEDING LINES OF SPRING BARLEY**

**I. N. Shchennikova<sup>1, 2</sup>, L. P. Kokina<sup>1</sup>, I. Yu. Zaitseva<sup>1, 2</sup>**

*Federal Agrarian Scientific Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky,*

*<sup>2</sup>Vyatka State Agricultural Academy, Kirov*

Adaptive variety is a variety adopted not only to optimal conditions but to a minimum and maximum of external environmental factors. Creation of such agroecologically targeted varieties is an important task of breeding. The article presents the results of long-term study in competitive variety testing of 8 varieties and 8 breeding lines of spring barley selected in Federal Agricultural Research Center of North-East (Kirov). The aim of the studies was to determine the ecological stability of varieties and perspective breeding lines of spring barley in different environment conditions. As a result of the research, varietal specificity of the reaction to the change of climatic conditions was shown. Assessment in years differing in climatic conditions, allowed to revealed significant differences in the yeild of the studied genotypes. It was established that the variation of the yield of modern varieties was mainly determined by ecological factors, and the share of genotypic influence on this variability is significantly lower, which accordingly reduces the level of ecological reliability of new barley varieties. This fact confirms the relevance of studies on the creation and selection within existed varieties those ones having lower responcne to changes in vegetation conditions. As a result of conducted studies the ranking of varieties and lines on productivity in favorable and stressful growing conditions is presented. The lowest variation of productivity by years was observed in varieties Forward, Novichok, Rodnik Prikam'ya and other, breeding lines 29-11, 53-08, 383-10, and 346-09. High ecological stability of the varieties Rodnik Prikam'ya and Forsazh, breeding lines 29-11, 53-08, 383-10, and 346-09 was established. The obtained data allow to recommend the wider use of selected barley varieties in plant industry, and the preparation of perspective breeding lines for transferring on State Varietal Test.

**Keywords:** barley, variety, line, competitive testing, productivity, average environmental index, adaptability.

**Введение.** В Волго-Вятском регионе ячмень является надежной культурой, способной максимально использовать биологический потенциал для формирования устойчивых урожаев. Народно-хозяйственное значение зерна ячменя очень велико: он используется в животноводстве, а также для производства крупы, муки, пива, кофейных напитков [3]. В регионе основное направление использования ячменя – зернофуражное. Более 60 % произведенного зерна идет на приготовление комбикормов и непосредственно на кормовые цели. Успешное решение проблемы производства фуражного зерна в объемах, необходимых для удовлетворения потребностей региона, возможно при комплексном решении ряда проблем. С одной стороны, это подъем урожайности за счет расширения площадей под ячменем, соблюдения оптимальных технологий выращивания. С другой – целенаправленная селекция, т. е. создание высокоурожайных сортов, адаптированных к местным условиям возделывания. Селекция, как и любая другая наука, решает проблемы человеческого общества на конкретном отрезке его развития. Новые проблемы ставят перед селекцией и новые цели. Экологизация селекции растений является объективной потребностью селекционной теории и практики в связи с изменением основных приоритетов сельскохозяйственного производства: высокая продуктивность и устойчивость агроценозов к абиотическим и биотическим стрессам [4; 5].

Культура и сорт имеют важное средообразующее значение, определяя уровень антропогенной нагрузки на окружающую среду. Это обусловлено тем, что именно с культурой и сортом связаны особенности и все элементы технологии возделывания: дозы, сроки и виды удобрений и пестицидов, способы и кратность обработки почвы, степень ее уплотнения и развития эрозийных процессов, масса пожнивных остатков для восстановления почвенного плодородия, необходимость применения орошения. Если сорт генетически не приспособлен к широкому спектру почвенно-климатических условий, то есть не обладает соответствующей нормой реакции, то он не может противостоять действию различных стрессов. Адаптивный сорт – это сорт, приспособленный не только к оптимальным условиям, но и к минимуму и максимуму внешних факторов среды. Создание таких агроэкологически адресных сортов является важнейшей задачей селекции [4].

При любом направлении селекции ярового ячменя урожай с единицы площади, в сочетании со скороспелостью и устойчивостью к неблагоприятным факторам, остается главным критерием оценки нового сорта [9]. Доказано, что с ростом потенциальной продуктивности сортов снижается их устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды, что оказывает влияние на фактическую урожайность этих сортов – она снижается [6]. В результате перед селекционерами в настоящее время стоит задача не только повысить продуктивность растений, но и сочетать ее с устойчивостью к условиям выращивания.

Взаимодействие генотипа и среды, связанное с различной нормой реакции генотипов, и изменение их рангов в различных условиях среды является биологической основой экологических проблем селекции растений [4]. Определить норму реакции сорта можно в случае привязки его к конкретным лимитирующим по времени и месту факторам среды. Существующие методы оценки экологической стабильности сортов, основаны на различных критериях оценки изучаемого материала и широко представлены в современной литературе [1; 2; 6; 7; 8].

В целях уменьшения экологической зависимости сортов необходимо проводить целенаправленную селекцию на адаптивность к контрастным погодным условиям, и прежде всего к экстремальным. Это важно потому, что недобор урожая в неблагоприятные годы приносит более существенные экономические потери, чем доход от высокого урожая в благоприятные годы [2]. Способность сортов сохранять высокую урожайность в различных экологических условиях высоко ценится селекционерами и агрономами.

Цель исследований – определить экологическую стабильность сортов и перспективных селекционных линий ярового ячменя в различных по времени условиях среды.

**Материал и методы.** Экспериментальная работа выполнена в ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров). Объектами исследований были районированные в Кировской области и новые перспективные сорта ярового ячменя. Наблюдения, оценки и учеты урожая были проведены в соответствии с методикой Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Методика Госкомиссии по испытанию сельскохозяйственных культур. М., 1983. 269 с.

В конкурсном сортоиспытании изучали сорта и селекционные линии селекции ФАНЦ Северо-Востока: Новичок, Лель, Тандем, Эколог, Родник Прикамья, Памяти Родины, Форвард, Форсаж (2013–2017 гг.), 346-09, 53-08, 29-11, 198-12, 383-10, 211-12, 52-12 и 102-13 (2015–2016 гг.). В качестве стандарта использовали рекомендованный Государственной комиссией по сортоиспытанию сорт Белгородский 100. Изучение проводили на делянках с учетной площадью 10 м<sup>2</sup>, в 4-кратной повторности. Посевы располагались в селекционном севообороте. Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, хорошо окультуренная. Посев проводили в оптимально ранние сроки, минеральные удобрения вносили в дозе N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>.

Достоверность полученных результатов исследований оценивали методом двухфакторного дисперсионного анализа (фактор А – сорт; фактор В – год)<sup>1</sup>. Средний индекс среды определяли как среднее значение урожайности всех сортов в конкурсном сортоиспытании за годы оценки. Оценка эффекта взаимодействия генотипа и среды, адаптивной способности и стабильности сортов проведена по методике А. В. Кильчевского [5]. При отборе на экологическую стабильность использовали определение общей адаптивной способности генотипа (ОАС), которая характеризует среднее значение признака в различных условиях среды, специфическую адаптивную способность (САС) – отклонение от ОАС в определенной среде.

Погодные условия в годы исследований были неблагоприятными для роста и развития растений ячменя, вегетационный период характеризовался неравномерным выпадением осадков и температурным режимом. В 2013, 2014, 2015 и 2016 гг. в период всходов отмечался недостаток влаги на фоне повышенных температур. Обильные осадки и температурные условия ниже климатической нормы в июле и августе 2015 г. увеличили срок созревания растений. Аномально жаркая до +34 °С, сухая погода в период налива зерна 2016 г. привела к снижению потенциально возможной урожайности ячменя. Весь вегетационный период 2017 г. характеризовался избыточным увлажнением, количество осадков превышало среднепогодную норму от 2 % в мае до 89 % в июле, и более низкими по сравнению со средне-

<sup>1</sup> Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. С. 268–271.

многолетними температурами в первой половине вегетации.

**Результаты и обсуждение.** Оценка сортов ячменя в конкурсном сортоиспытании в различные по климатическим условиям годы выявила достоверные различия по урожайности. Результаты дисперсионного анализа показали, что варьирование урожайности сортов в основном было определено экологическими факторами. Доля влияния погодных условий составляла 88,0 %, эффект взаимодействия «генотип – среда» – 4,0 %. Влияние генотипа сорта на варьирование урожайности было значительно меньше и составляло всего 2,7 %. Это подтверждает выводы [5; 8] о том, что у сортов доля варьирования урожайности, обусловлена в основном экологическими факторами, а доля влияния генотипа на эту изменчивость значительно ниже, что соответственно уменьшает уровень экологической надежности новых сортов ячменя. Соответственно, возрастает актуальность исследований по созданию и выделению среди существующих сортов, характеризующихся пониженной реакцией на изменение условий вегетации.

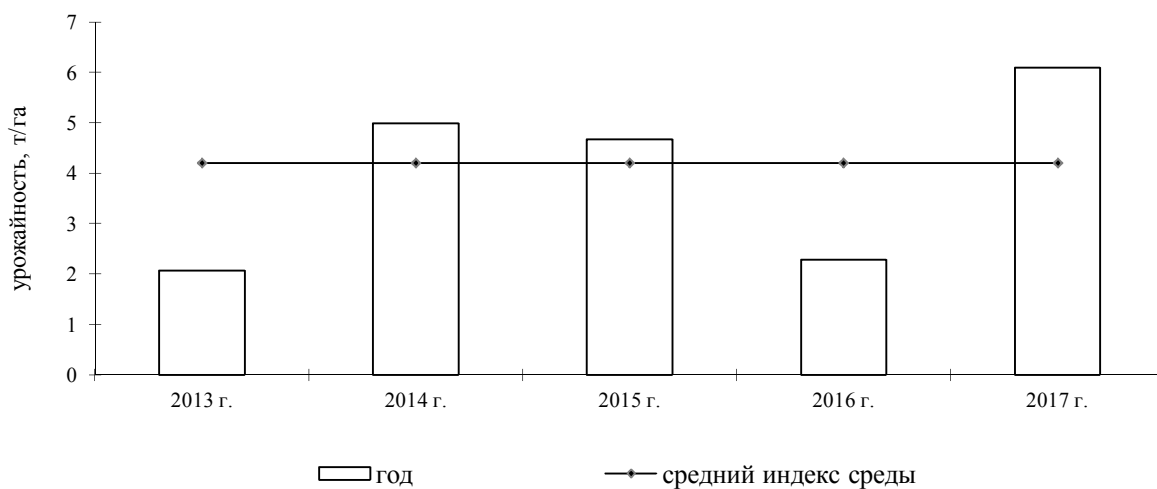
Средняя за годы исследований урожайность (средний индекс среды) составляла 4,20 т/га (НСР<sub>05</sub> = 0,18 т/га). Характеристика лет по типу гидротермических условий показала, что наиболее благоприятные условия вегетации для формирования высокой урожайности сложились в 2014, 2009 и 2017 годах. Достоверное снижение урожайности на 2,13 и 1,91 т/га, относительно среднего индекса среды отмечалось в 2013 и 2016 гг., соответственно (рис. 1).

В исследованиях выявлена различная реакция сортов на изменение условий вегетации. Максимальной урожайностью в стрессовых условиях 2013 и 2016 гг. характеризовались сорта Родник Прикамья, Форвард и Форсаж, достоверное превышение над сортом Белгородский 100 в среднем составляло 0,21 и 0,16 т/га. Как неустойчивые к стрессу проявили себя сорта Лель и Тандем, снизившие урожайность по отношению к стандарту на 0,23 и 0,39 т/га, соответственно. Все селекционные линии в 2016 г. превышали стандарт по урожайности на 0,05–0,85 т/га, выделялись номера 29-11 (прибавка к стандарту 0,85 т/га), 346-09 (0,53 т/га) и 198-12 (0,31 т/га).

При более благоприятных условиях вегетации (2014, 2015 и 2017 гг.) ранжирование сортов было следующим: Белгородский 100, Лель, Форсаж, Памяти Родины и Родник Прикамья; селекционных

линий: 346-09, 198-12, 102-13 и 383-10. Несомненно, такая реакция сортов обусловлена их биоло-

гическими особенностями и различиями при взаимодействии генотип – среда.



Влияние условий вегетации на урожайность сортов ячменя /  
Influence of growing conditions on productivity of barley varieties

Параметры экологической устойчивости, являясь количественной мерой приспособленности генотипов, не дают информации об общей (ОАС) и специфической адаптации (САС) к определенным условиям среды. Метод генетического анализа, разработанный А. В. Кильчевским [5], основанный на испытании генотипов в различных условиях среды, позволяет выявить ОАС и САС генотипов и их экологическую стабильность. Оценка ОАС позволяет выделить генотипы, обеспечивающие максимальный средний урожай во всей совокупности сред. При отборе на ОАС в нашем опыте выделились сорта Белгородский 100 и Форсаж, селекционные линии 346-09, 102-13 и 198-12, что подтверждает предыдущие данные о сочетании в данных сортах высокой урожайности и экологической стабильности. Для установления отклонения от ОАС в конкретных климатических условиях использовали вариансу САС ( $\sigma^2\text{CASC}_i$ ). Наименьшее варьирование урожайности по годам отмечено в порядке возрастания у сортов Форвард, Новичок, Родник Прикамья, Эколог, Форсаж и Памяти Родиной; селекционных линий 29-11, 53-08, 383-10 и 346-09 (табл.). Однако у сортов Новичок, Эколог и Форвард это объясняется низкой урожайностью в опыте за все годы исследований, а на урожайность сорта Родник Прикамья, как это уже отмечалось ранее, стрессовые условия 2013 и 2014 гг. повлияли в меньшей степени.

Параметры адаптивной способности  
и стабильности генотипов /  
Parameters of adaptability and stability of genotypes

Сорт, линия / Variety, line	Урожайность, т/га / Productivity, t/ha	ОАС <sub>i</sub> / TCA <sub>i</sub>	$\sigma^2\text{CASC}_i$ / $\sigma^2\text{SCA}_i$	S <sub>gi</sub> / S <sub>gi</sub>	СЦГ <sub>i</sub> / BVG <sub>i</sub>
сорт					
Белгородский 100	4,22	0,27	4,18	47,9	1,98
Эколог	3,67	-0,32	2,87	46,1	1,78
Новичок	3,61	-0,38	2,54	44,1	1,83
Родник Прикамья	4,01	0,02	2,71	41,0	2,17
Памяти Родиной	3,99	0,01	3,16	44,6	2,01
Форвард	3,96	-0,03	2,50	39,9	2,20
Форсаж	4,18	0,19	3,06	41,8	2,23
линия					
Белгородский 100	4,54	0,17	2,18	32,9	1,81
346-09	4,81	0,54	3,81	45,8	2,58
53-08	4,25	-0,15	3,48	42,3	2,12
29-11	4,41	0,01	2,43	33,5	2,63
198-12	4,65	0,24	5,22	51,8	2,04
383-10	4,41	0,01	3,68	45,3	2,22
102-13	4,43	0,39	4,88	51,1	1,91

Величина показателя относительной стабильности генотипов ( $S_{gi}$ ), которому, по мнению А. В. Кильчевского [5], следует отдавать предпочтение при определении стабильности сортов, подтверждает высокую экологическую стабильность сортов Родник Прикамья и Форсаж, и селекционных линий 29-11, 53-08, 383-10 и 346-09. При одновременном отборе генотипов по урожайности и стабильности для этой цели автор [5] предлагает определять селекционную ценность генотипа ( $СЦГ_i$ ), выделялись сорта Форсаж и Родник Прикамья, а также линии 29-11, 346-09, 53-08 и 383-10.

**Заключение.** Таким образом, на основании многолетних урожайных данных в различных

по времени условиях вегетации определена экологическая стабильность возделываемых в Кировской области сортов и перспективных селекционных линий ярового ячменя. Выделены сорта, отличающиеся высокой экологической стабильностью в конкурсном сортоиспытании ФАНЦ Северо-Востока: сорта Форсаж и Родник Прикамья, селекционные линии – 29-11, 53-08, 383-10 и 346-09.

Полученные данные позволяют рекомендовать более широкое внедрение в производство адаптированных к условиям возделывания экологически стабильных сортов ячменя Форсаж и Родник Прикамья и подготовку к передаче на государственное сортоиспытание перспективных селекционных линий 346-09 и 29-11.

### Литература

1. Головоченко А. П. Особенности адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Среднего Поволжья. Кинель, 2001. 380 с.
2. Гончаренко А. А. Об экологической пластичности и стабильности урожайности сортов зерновых культур // Пути повышения устойчивости сельскохозяйственного производства в современных условиях: материалы Всероссийской научно-практич. конф. Орел: Изд-во Орловского аграрного университета, 2005. С. 46–56. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26265908>
3. Грязнов А. А. Ячмень Карабалыкский (корм, крупа, пиво). Кустанай. 1996. 448 с.
4. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика: в 3 т. М.: Агрорус, 2009. Т. II. 1104 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19513117>
5. Кильчевский А. В. Экологическая организация селекционного процесса // Экологическая генетика культурных растений: материалы школы молодых ученых. Краснодар: ПАХН, Всесоюзный научно-исследовательский институт риса. 2005. С. 40–55. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9127861>
6. Косяненко Л. П. Серые хлеба в Восточной Сибири. Красноярск: Изд-во Красноярского государственного аграрного университета. 2008. 300 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19511292>
7. Куркова И. В., Кузнецова А. С., Терехин М. В. Параметры экологической пластичности сортов сортообразцов ярового ячменя Амурской селекции // Вестник Новосибирского аграрного университета. 2015, 3 (36). С. 19–24. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24214884>
8. Куркова И. В., Рукосуев Р. В. Оценка параметров стабильности сортов ярового ячменя дальневосточной селекции // Вестник Алтайского государственного университета. 2013. № 1(99). С. 13–14. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18801864>
9. Родина Н. А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006. 488 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19510523>

### References

1. Golovochenko A. P. Osobennosti adaptivnoy seleksii yarovoj myagkoj pshenitsy v lesostepnoj zone Srednego Povolzh'ya [Features of adaptive breeding of spring soft wheat in the forest-steppe zone of the Middle Volga Region]. Kinel', 2001, 380 p. (In Russ.).
2. Goncharenko A. A. Ob ekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti urozhajnosti sortov zernovykh kul'tur [About ecological plasticity and stability of productivity of grain crops varieties]. *Puti povysheniya ustojchivosti sel'skokhozyajstvennogo proizvodstva v sovremennykh usloviyakh: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* = Ways of increasing the resistance of agricultural production in modern conditions: materials of All-Russian scientific-practical conference, Orel, Izdatel'stvo Orlovskogo agrarnogo universiteta, 2005, pp. 46–56. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26265908> (In Russ.).
3. Gryaznov A. A. Yachmen' Karabalykskij (korm, krupa, pivo) [Karabalyk barley (fodder, cereals, beer)]. Kustanaj, 1996, 448 p. (In Russ.).
4. Zhuchenko A. A. Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy). [Adaptive plant growing (ecological and genetic basis)]. *Teoriya i praktika* = Theory and practice, Moscow, Agrorus, 2009, vol. II, 1104 p. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19513117> (In Russ.).
5. Kil'chevskij A. V. Ekologicheskaya organizatsiya selektsionnogo protsessa [Ecological organization of breeding process]. *Ekologicheskaya genetika kul'turnykh rastenij: materialy shkoly molodykh uchenykh. Krasnodar: RASHN, Vsesoyuznyj nauchno-*

*isslrdoval'skij institute risa* = Ecological genetics of cultivated crops: materials of the school of young scientists, Krasnodar, RAAS, All-Union Scientific Research Institute of Rice, 2005, pp. 40–55. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9127861> (In Russ.).

6. Kosyanenko L. P. Serye khleba v Vostochnoj Sibiri [Coarse grain crops in Eastern Siberia]. Krasnoyarsk, Izdatel'stvo Krasnoyarskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2008, 300 p. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19511292> (In Russ.).

7. Kurkova I. V., Kuznetsova A. C., Terekhin M. V. Parametry ekologicheskoj plastichnosti sortov i sortoobraztsov yarovogo yachmenya Amurskoj selektsii [Parameters of ecological plasticity of varieties and variety types of spring barley of Amur selection]. *Vestnik Novosibirskogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Novosibirsk Agrarian University, 2015, no. 3 (36), pp. 19–24. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24214884> (In Russ.).

8. Kurkova I. V., Rukosuev R. V. Otsenka parametrov stabil'nosti sortov yarovogo yachmenya dal'nevostochnoj selektsii [Estimation of stability parameters of spring barley varieties of Far Eastern breeding]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo universiteta* = Bulletin of the Altai State University, 2013, no. 1 (99), pp. 13–14. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18801864> (In Russ.).

9. Rodina N. A. Seleksiya yachmenya na Severo-Vostoke Nechernozem'ya [Barley breeding in the North-East of Nonblack Soil Zone]. Kirov, Zonal ARI of the North-East, 2006, 488 p. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19510523> (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 17.04.2018 г.

Submitted 17.04.2018.

---

**Для цитирования:** Щенникова И. Н., Кокина Л. П., Зайцева И. Ю. Экологическая стабильность сортов и селекционных линий ярового ячменя // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018. Т. 4. № 3. С. 85–90. DOI: 10.30914/2411-9687-2018-4-3-85-90

**Citation for an article:** Shchennikova I. N., Kokina L. P., Zaitseva I. Yu. Ecological stability of varieties and breeding lines of spring barley. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*. 2018. vol. 4, no. 3, pp. 85–90. DOI: 10.30914/2411-9687-2018-4-3-85-90

---

**Щенникова Ирина Николаевна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого, Вятская государственная сельскохозяйственная академия, г. Киров, ORCID ID 0000-0002-5143-9246, [i.schennikova@mail.ru](mailto:i.schennikova@mail.ru)

**Кокина Лариса Павловна**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого, г. Киров, [yachmen@fanc-sv.ru](mailto:yachmen@fanc-sv.ru)

**Зайцева Ирина Юрьевна**, младший научный сотрудник, ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого; магистрант, Вятская государственная сельскохозяйственная академия, г. Киров, [yachmen@fanc-sv.ru](mailto:yachmen@fanc-sv.ru)

**Irina N. Shchennikova**, Dr. Sci. (Agriculture), professor, Federal Agrarian Scientific Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky, Vyatka State Agricultural Academy, Kirov, ORCID ID 0000-0002-5143-9246, [i.schennikova@mail.ru](mailto:i.schennikova@mail.ru)

**Larisa P. Kokina**, Ph. D. (Agriculture), senior researcher, Federal Agrarian Scientific Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky, Kirov, [yachmen@fanc-sv.ru](mailto:yachmen@fanc-sv.ru)

**Irina Yu. Zaitseva**, associate researcher, Federal Agrarian Scientific Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky; undergraduate, Vyatka State Agricultural Academy, Kirov, [yachmen@fanc-sv.ru](mailto:yachmen@fanc-sv.ru)