

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ ДЛЯ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА

И.Н. Щенникова, член-корреспондент РАН, И.Ю. Зайцева, аспирант  
Е.Н. Носкова, кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого,  
610007, Киров, ул. Ленина, 166 а  
E-mail: i.schennikova@mail.ru

*Модели сортов сельскохозяйственных культур создают для определенных агроклиматических условий. Цель исследований – дополнить существующие модели двурядного и многорядного сортов ячменя, адаптивных к почвенно-климатическим условиям Волго-Вятского региона, новыми признаками и свойствами для более эффективной их реализации. Исследования проводили на основе обширных, статистически обработанных данных коллекционных питомников и конкурсных сортоиспытаний за 2003–2019 гг. Высокой урожайностью характеризовались сорта с более продолжительным вегетационным периодом. В условиях региона сорта ячменя формировали урожайность за счет различного сочетания элементов ее структуры. Определенный вклад вносили продуктивность колоса и масса 1000 зёрен, при этом у многорядного ячменя зависимость урожайности от указанных признаков была более значительной ( $r = 0,61$  и  $0,78$  соответственно), чем у двурядных ( $r = 0,40$  и  $0,42$ ). Плотность растений у всех сортов на  $1\text{ м}^2$  к уборке не должна превышать  $350\text{--}400$  шт./ $\text{м}^2$ . Оптимальное соотношение числа зерен в колосе и массы 1000 зерен у двурядных сортов составляет  $1,0:2,3$ ; у многорядных –  $1:1$ . Устойчивые к полеганию сорта обоих подвидов характеризовались большим количеством узловых корней и отношением массы зерна к соломе –  $1,0:1,0$  или  $1,1:1,0$  в зависимости от условий вегетации. Для отбора форм с высокими адаптивными свойствами необходимо использовать показатель ИДК, характеризующий рост корневой системы в условиях стресса, и RSR, отражающий распределение пластических веществ, величины которых должны приближаться к  $100\%$ , изменения физиологических процессов в растениях под влиянием стресса должны быть минимальными (интегральный индекс устойчивости). Статистически значимая (при  $p \leq 0,05$ ) взаимосвязь урожайности с содержанием хлорофилла  $a$  ( $r = 0,64$ ), хлорофилла  $b$  ( $r = 0,58$ ) и каротиноидов ( $r = 0,60$ ) в подфлаговом листе также делает эти показатели перспективными для использования в селекции.*

## MODERN APPROACHES IN MODELING BARLEY CULTIVARS FOR THE VOLGA-VYATKA REGION

Shchennikova I.N., Zaitseva I.Yu., Noskova E.N.

Federal Agrarian Scientific Center of the North-East of N.V. Rudnitsky,  
610007, Kirov, ul. Lenina, 166a  
E-mail: i.schennikova@mail.ru

*Models of cultivars of agricultural crops are created for certain agro-climatic conditions. The aim of the research is to supplement the existing model of two- and multi-row spring barley cultivars that are adaptive to the soil-and-climatic conditions of the Volga-Vyatka region with new features and properties for its more effective implementation. Studies were conducted on the basis of extensive, statistically processed data from collection nurseries and competitive variety tests for 2003-2019. Cultivars having longer growing period were characterized with high productivity. Under the conditions of the region, barley cultivars formed yields due to a different combination of elements of its structure. So, a significant contribution to the productivity was made by the spike productivity and the 1000-grain mass; however, in multi-row barley, the dependence of productivity on these traits was more significant ( $r = 0.61$  and  $0.78$ , respectively) than in two-row barley ( $r = 0.40$  and  $0.42$ ). In all cultivars, the density of plants per unit area for harvesting should not exceed  $350\text{--}400$  pieces per  $\text{m}^2$ . The optimal ratio of the number of grains per spike and the 1000-grain mass in two-row cultivars is  $1.0: 2.3$ ; in multi-row cultivars -  $1:1$ . Lodging-resistant cultivars of both subspecies were characterized by a large number of nodular roots and a ratio of grain mass to straw -  $1.0: 1.0$  or  $1.1: 1.0$  depending on the growing conditions. To select forms with high adaptive properties, it is necessary to use RTI index that characterize the growth of the root system under stress, and RSR index - the distribution of plastic matters whose values should approach  $100\%$ , and the change in physiological processes in plants under the influence of stress should be minimal (integral index of resistance). The statistically significant relationship (at  $p \leq 0.05$ ) of chlorophyll  $a$  ( $r = 0.64$ ), chlorophyll  $b$  ( $r = 0.58$ ) and carotenoids ( $r = 0.60$ ) in the second leaf with yield capacity also makes this indicator promising for use in barley breeding.*

**Ключевые слова:** *Hordeum vulgare*, урожайность, продуктивность, элементы структуры, устойчивость к полеганию, корни, алюминотолерантность, осмотический стресс, пигменты

**Key words:** *Hordeum vulgare*, yield, productivity, elements of structure, lodging resistance, roots, aluminium tolerance, osmotic stress, pigments

Проблему создания моделей сортов сельскохозяйственных культур рассматривают в селекционном, анатомо-физиологическом, биохимическом и других аспектах [1, 2, 3]. Предполагается, что в будущем прогресс сельского хозяйства будет основан на более эффективной адаптации культур и сортов к изменяющимся во времени и пространстве факторам внешней среды. Следовательно, разработку моделей сортов необходимо вести непрерывно, так как с течением времени меняются требования к возделываемой культуре,

появляются новые знания и представления о генетических и физиологических закономерностях онтогенеза растений [4, 5]. А.В. Кильчевский и Л.В. Хотылева [6] указывали на необходимость более углубленных знаний о том, какие сочетания внешних условий (реально существующих и тех, которые можно создать) наиболее благоприятны для максимально полной реализации потенциала сортов в отношении их общей и полезной продуктивности. В.А. Крушнов [7] подчеркивал, что модель сорта следует разрабатывать, в первую очередь,

на основе лучших генотипов, обладающих рекордной адаптивностью.

Наличие модели сорта позволяет селекционеру целенаправленно создавать генотипы, максимально приближенные к идеальным. При этом любая разработанная модель, основанная на конкретных условиях и результатах, в большей или меньшей степени гипотетическая [4]. Прежде всего, создание модели сорта, учитывающей реализацию его генетического потенциала в конкретных условиях региона, для которого предназначен сорт, требуется для целенаправленного поиска исходного материала. Результаты оценки большого количества образцов из мирового генофонда ячменя ВИР в ФАНЦ Северо-Востока показали, что в большинстве случаев их непригодность для возделывания в Кировской области связана с низкой урожайностью, склонностью к полеганию, поражению болезнями и др. [8, 9]. Формирование стабильно высоких урожаев зерна ярового ячменя в Волго-Вятском регионе способны обеспечить только сорта, соответствующие, как минимум, трем основным требованиям: успешно противостоящие неблагоприятным (экстремальным) воздействиям внешних факторов биотической и абиотической природы; максимально эффективно использующие благоприятные условия среды; имеющие высокий потенциал продуктивности. Обобщая данные разных авторов, С.Н. Новоселов [4] делает обоснованный вывод о том, что создаваемая модель сорта должна отвечать на следующие вопросы: экономическое значение сорта, агротехнические условия предполагаемого ареала возделывания, совокупность признаков и свойств для реализации модели, генетико-селекционные методы и исходный материал для достижения ожидаемого результата.

Ячмень – проверенная и высоконадёжная зернофуражная культура, которая в почвенно-климатических условиях Кировской области максимально реализует свой биологический потенциал, обеспечивая формирование устойчивых урожаев [9]. В последние годы в Кировской области наблюдалась тенденция увеличения площади посевов ячменя, которая в 2019 г. составила 100,7 тыс. га.

Высокие и стабильные урожаи культуры возможны только при освоении современных агротехнологий [10]. Для выращивания ячменя лучше всего подходят дерново-карбонатные глинистые и суглинистые почвы. При возделывании культуры на дерново-подзолистых почвах самые высокие результаты достигаются на слабоподзоленных суглинках средней связности. Корневая система ячменя развита слабее, чем у других зерновых, и ее усваивающая способность ниже, поэтому для культуры необходимы легкодоступные элементы минерального питания, особенно в начальный период роста [9]. Правильное их соотношение – главное условие эффективности применяемых удобрений. Так как на дерново-подзолистых почвах Волго-Вятского региона, в том числе в Кировской области, в первом минимуме находится азот, урожайность зерна ячменя в этих условиях в основном определяет применение азотных и в меньшей степени фосфорных и калийных удобрений. Установлено [10], что на почвах с высоким содержанием  $P_2O_5$  (170-190 мг/кг) и  $K_2O$  (230-250 мг/кг почвы), слабой обеспеченностью гумусом (до 1,54 %) и низкой рН (4,17-4,55 ед.) урожайность ярового ячменя при высоких дозах азотных удобрений (до 150 кг д.в.) достигает 3,61 т/га (без удобрений – 1,40 т/га). Применение по 60 кг д.в./га только азотных (урожай-

ность ячменя 2,35 т/га), фосфорных (1,75 т/га) или калийных (1,63 т/га) удобрений менее эффективно, чем их комплексное использование. При внесении удобрений под яровую ячмень оптимальной дозой, обеспечивающей повышение урожайности в 2,4 раза (до 3,41 т/га), по сравнению с фоном естественного плодородия дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы, можно считать  $N_{90}P_{90}K_{90}$ .

Изучение влияния видов основной обработки почвы на урожайность ячменя показало большую эффективность вспашки, по сравнению с плоскорезным рыхлением, сбор зерна возрастал на 0,79 т/га ( $HCP_{05}=0,17$  т/га) [11]. Кроме того, было установлено преимущество использования комбинированных агрегатов, выполняющих предпосевную обработку почвы, внесение удобрений и посев, перед классической культивацией. При этом отмечено [12], что для выполнения всего комплекса работ по обработке почвы и посеву достаточно орудия для основной обработки почвы со сменными рабочими органами и почвообрабатывающе-посевного агрегата.

В результате наших исследований и данных государственного сортоиспытания доказана перспективность возделывания в условиях Волго-Вятского региона как двурядных, так и многорядных сортов ячменя. В результате многолетних исследований создана и успешно используется в практической селекции рабочая коллекция современных источников хозяйственно ценных признаков и свойств культуры. В нее входят коллекционные образцы, а также линии и сорта, созданные в ФАНЦ Северо-Востока с использованием классических (гибридизация и отбор) и инновационных (клеточных) методов селекции [13]. Для ускорения селекционного процесса по созданию стрессоустойчивых генотипов ячменя разработаны селективные системы *in vitro*, позволяющие получать растения-регенеранты ячменя, устойчивые к комплексу таких стрессовых факторов, как кислотность почвы, ионная токсичность металлов и засуха [14, 15].

Цель исследований – дополнить существующую модель сортов ярового ячменя, адаптивных к почвенно-климатическим условиям Волго-Вятского региона, новыми признаками и свойствами для более эффективной ее реализации.

**Методика.** Разработка моделей сортов ярового ячменя для условий Волго-Вятского региона основана на обширном, статистически обработанном наборе данных коллекционных питомников и конкурсных сортоиспытаний за 2003–2019 гг. Исследования проводили в ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) в соответствии с методикой государственного сортоиспытания [16] и методическими указаниями ВИР [17]. При фенологических наблюдениях и структурном анализе образцов ячменя во всех питомниках изучали количественные и качественные признаки. Определение устойчивости генотипов к алюмокислоту и осмотическому стрессам проводили в соответствии с методикой [18], засухоустойчивости – на основании способности семян прорастать в растворах осмотиков, чем она выше, тем более засухоустойчивым считается сорт. Кроме того, в дополнение использовали те же показатели, что и для определения алюмоустойчивости – RSR и относительная RSR.

Период проведения исследований характеризовался разнообразием гидротермических условий. Количество осадков за вегетационный период меньше нормы (251 мм) отмечено в 2010, 2011, 2013, 2014 и 2016 гг.,

близкое к средней многолетней – в 2005 г. и больше нормы – в 2003, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009, 2012, 2017 гг. Неравномерным было и распределение осадков в период май–август. Майскую засуху наблюдали в 2003, 2009, 2010, 2011, 2012, 2015, 2016 и 2018 гг., июньскую – в 2007 г., в июле неблагоприятные условия сложились в 2003, 2004, 2006, 2008, 2009, 2010 и 2016 гг. Теплообеспеченность ячменя была достаточно благоприятной во все годы исследований.

Почва экспериментальных участков дерново-подзолистая с низким содержанием гумуса (1,4 % по Тюрину), небольшой мощностью перегнойного горизонта в значительной части с низкой  $pH_{КС}$  (4,6 ед.), повышенным содержанием подвижного фосфора и очень высоким калия (соответственно 136 мг/кг почвы и 219 мг/кг почвы по Кирсанову), типичная для Кировской области. Основную и предпосевную обработку почвы проводили в соответствии с зональными рекомендациями [11, 12]. В целом почвенно-климатические условия способствовали выявлению потенциальных возможностей сортов.

**Результаты и обсуждение.** В конкретных экологических условиях урожайность сорта складывается из большого числа различных признаков и свойств. Решение проблемы склонности сортов ячменя к полеганию неразрывно связано с задачей дальнейшего повышения урожайности. Устойчивость к полеганию зависит от анатомо-морфологических особенностей растений, которые подвержены широкой изменчивости в зависимости от погодных условий. Например, высота соломины, будучи генетически детерминированным свойством, изменялась у сортов Дина и Лель от 55 до 100 см. Устойчивость к полеганию также связывают с такими морфологическими особенностями второго нижнего междоузлия, как длина, диаметр и масса. Исследованиями установлены различия между двурядными и многорядными сортами по этим признакам. Так, при практически одинаковом диаметре двурядные сорта коллекционного питомника отличались более коротким и легким междоузлем, чем многорядные, и были устойчивы к полеганию (табл. 1). Корреляционный анализ не выявил наличия существенной зависимости устойчивости к полеганию от изучаемых признаков, возможно, большее влияние оказывает анатомическое строение соломины. Однако эти параметры используют в селекционных программах по созданию устойчивых к полеганию сортов ячменя.

Оценку на устойчивость к полеганию лишь по надземной части растения нельзя считать исчерпывающей. Важна и корневая система, которая создает прочную опору для стебля и препятствует полеганию.

**Табл. 1. Морфологические особенности второго нижнего междоузлия (2018–2020 гг.)**

Показатель	Стандартный сорт	Двурядные сорта	Многорядные сорта
Устойчивость к полеганию, балл	9,0	8,1-9,0 (8,8)*	5,8-8,8 (6,6)
Длина 2-го нижнего междоузлия, см	7,9	5,0-7,9 (6,3)	5,8-8,9 (6,7)
Масса 2-го нижнего междоузлия, мг	74,8	39,4-94,8 (65,3)	46,0-122,2 (77,0)
Диаметр 2-го нижнего междоузлия, мм	2,4	2,2-2,8 (2,4)	2,2-2,9 (2,5)

\*в скобках среднее значение признака.

**Табл. 2. Коэффициенты парных корреляций элементов структуры с урожайностью ячменя**

Признак	Двурядные сорта	Многорядные сорта
Вегетационный период	0,69	0,63
Полевая всхожесть	-0,20	0,17
Сохранность растений к уборке	0,15	-0,11
Общая кустистость	-0,11	0,26
Продуктивная кустистость	-0,07	0,32
Длина колоса	-0,45	-0,11
Количество колосков в колосе	-0,37	0,05
Количество зерен в колосе	-0,08	0,01
Масса зерна с колоса	0,40	0,61
Масса зерна с растения	0,19	0,27
Масса 1000 зерен	0,42	0,78

У устойчивых сортов вторичные (узловые) корни толстые, упругие и радиально расходятся от узла кушения, а их количество и диаметр больше, чем у полегающих [19]. Анализ корневой системы сортов коллекционного питомника показал наличие варибельности количества зародышевых и узловых корней в разные фазы развития растений. Были выявлены существенные различия ( $t_{\phi} < t_{\alpha}$ ) по числу узловых корней между сортами двурядного (22-23 шт.) и многорядного (26-28 шт.) ячменя. Многорядные сорта уже в фазе кушения выделялись большим количеством узловых корней и сохраняли это преимущество на более поздних этапах онтогенеза. Установлена статистически значимая (при  $p \leq 0,05$ ) корреляционная связь средней степени между устойчивостью к полеганию и количеством узловых корней, сформированных к фазе созревания ( $r = 0,44$ ).

Высота соломины и устойчивость сортов к полеганию связаны с соотношением массы зерна и соломы, которое характеризует нагрузку колоса на растение. У устойчивых сортов при урожайности 5,0-6,0 т/га величина этого показателя варьировала от 1,0:1,0 до 1,1:1,0 в зависимости от условий года. Примерно такое соотношение целесообразно сохранять и во вновь создаваемых сортах.

В Кировской области рекомендуемая норма высевы ячменя составляет 5,0 млн всхожих зерен на 1 га, что при прочих благоприятных условиях вегетации обеспечивает густоту стояния растений к уборке 350-400 растений на 1 м<sup>2</sup>. Анализ урожайности сортов в конкурсном сортоиспытании показал, что именно такое количество растений обеспечивает максимальный в опытах сбор зерна. Культура характеризуется высоким коэффициентом продуктивного кушения. Как правило, двурядные сорта кустятся лучше многорядных.

Создание сорта, соответствующего модели, – сложная задача, так как в разные годы урожайность достигается благодаря сочетанию различных факторов. Корреляционный анализ результатов многолетних исследований продемонстрировал ее фенотипическую сопряженность с элементами структуры продуктивности и продолжительности вегетационного периода. Самой высокой была урожайность сортов с более продолжительным вегетационным периодом (табл. 2).

К числу наиболее значимых признаков можно отнести продуктивность колоса и массу 1000 зёрен. При этом у многорядного ячменя корреляция этих признаков с величиной урожайности была выше, чем у двурядного.

Учитывая связь между количеством зерен в колосе и массой 1000 зерен, а также то, что их величины, в конечном итоге, определяют продуктивность колоса, в новых сортах необходимо найти оптимальное соотношение между этими компонентами. В конкурсном сортоиспытании у лучших сортов многорядного ячменя ФАНЦ Северо-Востока при урожайности  $5,98 \pm 0,66$  т/га число зерен в главном колосе составляло в среднем  $35 \pm 2$  шт., масса 1000 зерен –  $36,0 \pm 0,9$  г при оптимальной норме высева 5,0 млн. всхожих зерен на 1 га. Соотношение изучаемых показателей 1:1 было наиболее благоприятным, при этом их абсолютные величины могли варьировать. У двурядных сортов при аналогичной норме высева и урожайности  $5,83 \pm 0,57$  т/га, количество зерен в главном колосе составляло  $20,6 \pm 0,5$  шт., масса 1000 зерен –  $47,4 \pm 0,7$  г, соотношение величин этих показателей – 1,0:2,3. Такие соотношения целесообразно сохранять во вновь создаваемых сортах.

Учитывая особенности почвенно-климатических условий и различия морфо-биологических признаков изучаемых сортов, разработаны модели двурядного и многорядного сорта ярового ячменя для Волго-Вятского региона (табл. 3).

Исходя из полученных результатов, увеличения урожайности культуры в регионе можно достичь, в первую очередь, путем создания оптимального продук-

Табл. 3. Параметры модельных сортов ярового ячменя

Показатель	Стандартный сорт	Модельный сорт	
		многорядный	двурядный
Урожайность, т/га	4,3-6,4	10,0-12,0	8,0-10,0
Вегетационный период, дней	76-80	76-80	76-80
Густота стеблестоя, шт./м <sup>2</sup> :			
полные всходы	400-420	400-450	400-450
сохранность к уборке	290-310	350-400	350-400
Количество узловых корней, шт.	19-20	26-28	20-22
Продуктивная кустистость	1,9-2,1	2,0-2,5	2,0-2,5
Средняя высота стеблестоя, см	62-78	65-75	65-75
Количество колосков в колосе, шт.	21-23	46-50	22-25
Количество зерен в колосе, шт.	19-22	40-46	20-24
Плотность колоса	12-13	12-13	13-14
Масса зерна с колоса, г	0,9-1,1	1,2-1,7	1,0-1,5
Масса зерна с растения, г	1,5-2,5	2,5-3,0	2,0-2,5
Масса 1000 зерен, г	46-52	36-42	48-52
Засухоустойчивость*, балл	3,9-4,1	4,5-5,0	4,5-5,0
Устойчивость к полеганию*, балл	4,1-4,4	4,5-5,0	4,5-5,0
Устойчивость к осыпанию*, балл	3,9-4,1	4,5-5,0	4,5-5,0
Устойчивость к пятнистостям листьев*, балл	3,5-5,0	4,5-5,0	4,5-5,0
Устойчивость к пыльной головне*, балл	4,0-5,0	4,5-5,0	4,5-5,0

\*по 5-и балльной шкале

Табл. 4. Параметры алюмоустойчивого сорта ярового ячменя

Показатель	Стандартный сорт	Модельный сорт
ИДК, %	75,8	выше 65
Относительная RSR, %	83,7	приближен к 100%
Интегральный индекс устойчивости, %	40,5	минимальное значение (0-20)

тивного стеблестоя, обеспечения полноценных всходов и хорошей сохранности растений к уборке.

Несмотря на очевидные успехи в создании высокоурожайных и скороспелых сортов ячменя, многие проблемы селекции этой культуры в Волго-Вятском регионе остаются нерешенными. Усиливающиеся тенденции изменения почвенно-климатических условий возделывания вызывают необходимость создания агроэкологически устойчивых сортов ячменя, способных переносить стрессы различной природы.

Повышенная кислотность почвы – основной эдафический стрессор, вызывающий значительные потери урожая ячменя. Для отбора форм с высокими адаптивными свойствами необходима оценка комплекса биологически ценных признаков на разных этапах онтогенеза. Большое значение имеет изучение степени развития первичной корневой системы и надземных органов, изменчивость которых при наличии стресса может характеризовать устойчивость генотипа к неблагоприятным факторам среды. Так, величины показателей ИДК, характеризующего рост корневой системы в условиях стресса, и RSR, отражающего распределение пластических веществ, должны приближаться к 100 %, а изменение физиологических процессов под влиянием стресса (интегральный индекс устойчивости) должно быть минимальным (табл. 4).

Волго-Вятский регион считается зоной достаточно увлажнения, но для него характерно неравномерное выпадение осадков в течение вегетационного периода, кроме того, раз в четыре-пять лет на территории региона наблюдается засуха. Анализ экспериментальных данных показал, что всхожесть засухоустойчивых генотипов в стрессовых условиях превышает 80 %, а относительная RSR приближена к 100 %.

Содержание фотосинтетических пигментов в листьях ячменя – один из значимых физиологических показателей, влияющих на урожайность культуры. Количество хлорофилла в листьях ячменя в фазе цветения определяют условия выращивания и генотип. Так, для сортов двурядного ячменя отмечено варьирование содержания хлорофилла *a* во флаговом листе от 6,73 до 12,28 мг/г сухой массы, хлорофилла *b* – от 3,60 до 6,92 мг/г, для подфлагового листа – соответственно от 9,93 до 12,86 мг/г и от 5,53 до 7,98 мг/г. Характеристики пигментного комплекса могут быть использованы для прогноза развития отдельных элементов продуктивности растений ячменя, в частности содержание пигментов во флаговом листе – признаков длина колоса, масса зерна с колоса и масса 1000 зерен; содержание пигментов в подфлаговом листе – длина колоса и урожайность. Нашими исследованиями установлена статистически значимая (при  $p \leq 0,05$ ) взаимосвязь урожайности с содержанием хлорофилла *a* ( $r = 0,64$ ), хлорофилла *b* ( $r = 0,58$ ) и каротиноидов ( $r = 0,60$ ) в подфлаговом листе, что делает этот показатель перспективным для использования в селекции.

Таким образом, анализ результатов многолетних исследований дает научную информацию, позволяющую выявить и обосновать перспективные направления дальнейшей селекционной работы. Предложена модель сорта ярового ячменя с учетом технологичности и адаптации к условиям Волго-Вятского региона. При селекции на продуктивность необходимо отбирать растения среднеспелые (76-80 дней), устойчивые к полеганию (4,5-5,0 баллов) и болезням (4,5-5,0 баллов), характеризующиеся хорошо развитой вторичной корневой системой (многорядные сорта – 26-28 шт., двурядные – 20-22 шт.) и элементами структуры урожайности (продуктивная кустистость – 2,0-2,5, продуктивность колоса – 1,0-1,7 г, масса 1000 зерен у многорядных – 36-42 г, у двурядных – 48-52 г). При создании высокоурожайных, адаптивных к регионспецифичным стрессам сортов эффективно дополнительное использование таких параметров как ИДК, RSR, а также содержание хлорофилла в подфлаговом листе растений ячменя.

#### Литература.

1. Методология создания продуктивных, экологически устойчивых сортов овса пленчатого / Г.А. Баталова, С.Н. Шевченко, Е.М. Лисицын и др. // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2017. № 6. С. 3–6.
2. Лисицын Е.М. Использование маркерной селекции в создании моделей сортов зерновых культур, устойчивых к абиотическим стрессам // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2018. № 3(64). С. 4–12.
3. Методы и результаты селекции ярового ячменя на Кубани / Т.Е. Кузнецова, С.А. Левитанов, Н.В. Серкин и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2015. № 29. С. 20–22.
4. Новоселов С.Н. Философия идеотипа сельскохозяйственных культур. I. Методология и методика // *Научный журнал КубГАУ*, 2006. № 24(8). URL: <http://ej.kubagro.ru/2006/08/pdf/27.pdf> (дата обращения: 23.08.2020 г.)
5. Байкалова Л.П. Голозерный ячмень и овес в Сибири: монография. Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2018. 298 с.
6. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений. Минск: Техноложя, 1997. 372 с.
7. Крупнов В.А. Проблемы создания модельного сорта // *Селекция и семеноводство*. 1981. № 9. С. 7–11. Шешегова Т.К., Щенникова И.Н. Источники ценных признаков ячменя (*Hordeum vulgare* L.) и их использование в ФАНЦ Северо-Востока // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2019. № 3 (173). С. 25–31.
8. Родина Н.А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006. 488 с.
9. Козлова Л.М., Попов Ф.А., Денисова А.В. Разработка полевых севооборотов с различным насыщением зерновыми и зернобобовыми культурами для увеличения выхода кормов // *Адаптивное кормопроизводство*. 2016. № 2. С. 46–52.
10. Влияние возрастающих доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность и качество зерна ячменя / В.Д. Абаишев, Е.В. Светлакова, Ф.А. Попов и др. // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2016. № 1 (50). С. 24–30.
11. Kozlova L.M., Popov F.A., Demshin S.L. Characteristic and efficiency of operation of the unit for non-plough soil cultivation and sowing unit in conditions of the Eastern European part of Russia // *Agricultural Engineering*. 2014. № 4 (152). P. 163.
12. Дёмшин С.Л. Техника для обработки почвы и посева в условиях Евро-Северо-Востока России. Инновации в сельском хозяйстве. 2016. № 3(18). С. 17–24.
13. Щенникова И.Н., Кокина Л.П. Приоритетные направления и некоторые результаты селекции ярового ячменя в Волго-Вятском регионе // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2018. Т. 20. №2(2). С. 214–219.
14. Шуплецова О.Н., Щенникова И.Н. Генетические источники селекции ячменя (*Hordeum vulgare* L.) в Волго-Вятском регионе // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019. Т. 180. Вып. 1. С. 82–88.
15. Шуплецова О.Н. Клеточная технология создания сортов ячменя с комплексной устойчивостью к ионной токсичности металлов и засухе. Биология клеток растений *in vitro* и биотехнологии: тезисы докладов XI Междун. конф. Минск: Медисонт, 2018. С. 278–279.
16. Методика Госкомиссии по испытанию сельскохозяйственных культур. М.: Калининская областная типография, 1985. 389 с.
17. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб.: ВИР, 2012. 63 с.
18. Лисицын Е.М. Показатели развития корневых систем в эдафической селекции ячменя // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2018. №2(26). С. 66–71.
19. Григулецкий В.Г. О полегании злаковых растений и методиках оценки устойчивости их стеблей // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2020. № 1(373). С. 62–67.

Поступила в редакцию 21.09.2020

После доработки 18.12.2020

Принята к публикации 20.02.2020