

УДК 633.16:631.52

**ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ
(*Hordeum vulgare* L.) В СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ***

О.Б. Батакова, кандидат сельскохозяйственных наук

ПФ ФГБУН ФИЦКИА РАН – АрхНИИСХ
163032, Россия, Архангельская обл., Приморский район, п. Луговой, 10
19651960@mail.ru

**ESTIMATION OF STABILITY OF SPRING BARLEY VARIETIES
(*Hordeum vulgare* L.) IN MODERN CLIMATIC CONDITIONS OF
THE ARKHANGELSK REGION**

O.B. Batakova, Candidate of Agricultural Sciences

FCIARctic' Primorsky Agro Science Division
163032, Russia, Arkhangelsk region, Primorskiy district, p. Lugovoy, 10
19651960@mail.ru

DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2019-3-35-47

Проанализирована многолетняя динамика основных метеорологических показателей, установлено их соответствие требованиям роста и развития перспективных сортов ячменя. За последние 19 лет наблюдалась тенденция повышения температурного режима и количества осадков в среднем по всем месяцам на протяжении вегетационного периода. Установлено существенное влияние суммы эффективных температур и показателя гидротермического коэффициента на формирование урожайности изученных сортов ячменя. Полученные данные свидетельствуют о необходимости создания сортов, более устойчивых к повышенным температурам. При изменяющихся метеорологических условиях важными показателями сортов являются их устойчивость к стрессовым условиям произрастания ($Y_2 - Y_1$) и генетическая гибкость сорта $(Y_1 + Y_2)/2$. В наших опытах установлено, что самую высокую стрессоустойчивость имеют сорта Дина и Котласский; показатель генетической гибкости был наиболее высоким у сортов Котласский и Таусень. Самый низкий коэффициент вариации (V) наблюдался у сорта Котласский, самый высокий — у сорта Варде. Самый высокий индекс стабильности и показатель уровня стабильности урожайности сорта (ПУСС) отмечены у сорта Котласский.

Ключевые слова: ячмень яровой, агроклиматические условия, адаптационные свойства сортов, урожайность, индекс стабильности.

* Работа выполнена по госзаданию НИР «Создать новый зернофуражный сорт ячменя ярового с высоким биологическим потенциалом, устойчивый к стрессовым биотическим и абиотическим факторам Европейского Севера России» (0409-2016-0002). Номер государственной регистрации: АААА-А17-117032750145-6.

The long-term dynamics of the main meteorological indicators is analyzed, their compliance with the requirements of growth and development of promising varieties of barley is established. Over the past 19 years, there has been an upward trend in temperature and precipitation over all months during the growing season. The significant effect of the sum of effective temperatures and hydrothermal coefficient on the yield formation of the studied barley varieties was established. The data obtained indicate the need to create varieties that are more resistant to high temperatures. Under changing meteorological conditions, important indicators of varieties are their resistance to stress conditions of growth ($U_2 - U_1$) and genetic flexibility of the variety $(U_1 + U_2)/2$. In our experiments established that the high stress resistance have varieties of Dina and Kotlasskiy; the increased genetic flexibility was highest in the varieties Kotlasskiy and Tausen'. The lowest coefficient of variation (V) was observed in Kotlasskiy variety, the most high — variety Vard. The highest stability index and index of the level of stability of the yield of the variety were noted in the Kotlasskiy variety.

Keywords: spring barley, agro-climatic conditions, adaptive properties of varieties, yield, stability index.

Введение. Ячмень (*Hordeum vulgare* L.) — важная сельскохозяйственная культура, это самая северная, самая скороспелая зерновая культура [1]. Разнообразие природно-климатических условий Крайнего Севера, их суровость и изменчивость во времени и пространстве ставят исключительно сложные проблемы перед селекционерами. Ключевую роль при планировании уровня продуктивности сельскохозяйственных культур в севообороте имеет биоклиматический потенциал зоны и, прежде всего, длительность вегетационного периода, температурный и водный режимы. Агрометеорологические условия Архангельской области позволяют выращивать зерновые культуры, в том числе и ячмень яровой. Кроме соблюдения технологических приемов возделывания ячменя ярового, на его продуктивность большое влияние оказывают почвенно-климатические условия [2; 3; 4].

В сложившейся ситуации роль сорта особенно велика, поскольку из всех слагаемых условий получения высокой урожайности зерна соответствующего качества (минеральные удобрения, пестициды, средства механизации и т. д.) в настоящее время остался только сорт.

Современное производство нуждается в новых сортах, обладающих потенциальной продуктивностью и формирующей стабильную урожайность в разные по погодным условиям годы. Для северных районов необходимы скороспелые сорта ячменя, устойчивые к пониженным весенним и ранним осенним температурам, гарантирующие ежегодное созревание зерна этой культуры. Выведение и внедрение новых сортов — один из наиболее экономически выгодных путей повышения сборов зерна этой ценной культуры. Сорт является биологическим фундаментом урожая, с которого начинается любая система земледелия. Одним из важнейших резервов увеличения производства ячменя является дальнейшее усиление и развитие селекционной работы с культурой, для выведения и внедрения в производство новых сортов, обладающих высокой продуктивностью, адаптационной способностью и экологической стабильностью [5; 6; 7]. Выведение новых, более адаптированных и вместе с тем высокопродуктивных сортов — трудная задача, требующая больших затрат труда и времени селекционеров. Значительные потери урожайности и качества зерна обусловлены как

снижением общей культуры земледелия, так и отсутствием достаточной генетической устойчивости сортов к биотическим и абиотическим факторам внешней среды [1; 8–11].

За короткий промежуток времени, для определенных условий окружающей среды, урожайность и другие количественные признаки на основе климата предсказать невозможно, следовательно, не вызывает сомнения то, что цели селекции, так же как стратегия отбора и место испытания, с самого начала должны быть направлены на выявление и испытание сортов, обладающих широкой приспособляемостью к диапазону средних окружающих условий, присущих основным районам возделывания культуры [12].

Сорта ячменя ярового, включенные в Государственный реестр селекционных достижений по региону 1 — Неван, Нур, Раушан — уже выработали свой потенциал и не получили широкого распространения по ряду причин (недостаточно урожайны, полегают, сильно поражаются пыльной головней и гельминтоспориозом). Сорт Таусень селекции ФГУП «Котласское» районирован в 2014 г., пользуется спросом у сельхозпроизводителей. В 2016 г. передан в госсортоиспытание сорт ярового ячменя Котласский селекции ФГУП «Котласское». Сорт экологически пластичный, адаптированный к биотическим и абиотическим факторам среды. Возделываемые в регионе сорта ячменя не в полной мере удовлетворяют требованиям современного земледелия. В связи с природно-климатическими условиями Крайнего Севера и недостаточной пластичностью культивируемых сортов, проблемы придания ста-

бильности урожайности и качеству зерна остаются нерешенными. Один из важнейших резервов увеличения производства ячменя — накопление банка генотипов, дальнейшее усиление и развитие селекционной работы с этой культурой, выведение и внедрение в производство новых высокоурожайных сортов.

Цель работы — определить влияние изменения агроклиматических условий на хозяйственно полезные признаки ячменя ярового в условиях Крайнего Севера и определить экологическую пластичность и стабильность сортов ярового ячменя местной селекции.

Новизна исследований — анализировать современные климатические условия юга Архангельской области и на их основе оценить адаптационную способность и стабильность сортов ячменя местной селекции за длительный период времени; для широкого внедрения в сельскохозяйственное производство и дальнейшей селекционной работы определить сорта с высоким биологическим потенциалом.

Актуальность работы. Проблема воздействия климата на сельское хозяйство России является чрезвычайно сложной и малоизученной. В России сельское хозяйство в значительной степени зависит от климатических условий и их колебаний, и реальная возможность повышения устойчивости производства ячменя ярового зависит, прежде всего, от адаптивной селекции новых сортов.

Методика исследований. Опытный участок был расположен в селекционном севообороте на площади 5,6 га в ФГУП «Котласское».

Почвы опытного участка представлены дерново-подзолистыми средне-

оподзоленными суглинками. Мощность пахотного горизонта — 20–22 см, рН — 6,5, содержание гумуса — 1,6%, общего азота — 0,11%, P₂O₅ — 23,5 и K₂O — 27,8 мг на 100 г почвы.

Посев культур проводился в ранние сроки при достижении физической спелости почвы. Исследования проводили согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур М.А. Федина [13], математическая обработка данных — по методике полевого опыта Б.А. Доспехова [14]. В процессе исследований вели фенологические наблюдения, определяли полевою всхожесть, влияние основных биотических и абиотических факторов среды, урожайность, проводили оценку поражаемости растений болезнями (пыльной головней, гельминтоспориозом), устойчивости к полеганию, общего состояния растений. Данные по агрометеорологическим исследованиям представлены ФГБУ «Северное УГМС» Гидрометцентра по посту Курцево. Индекс стабильности и коэффициент вариации рассчитывали по А.А. Грязнову [15], показатель уровня стабильности урожай-

ности сорта (ПУСС) — по Э.Д. Неттевичу, А.И. Моргунову, М.И. Максименко [16]. Уровень устойчивости сортов к стрессовым условиям произрастания (У₂ – У₁), генетическую гибкость сорта (У₂ – У₁)/2 — по А.А. Гончаренко [17].

Результаты исследований.

Обзор климатических условий 2000–2018 гг. В результате многолетних исследований за период 2000–2018 гг. представлен анализ динамики основных метеорологических показателей, установлено их соответствие требованиям роста и развития перспективных сортов ячменя ярового.

За последние годы и в условиях Котласского района Архангельской области наблюдается тенденция к повышению температурного режима в среднем на протяжении всего вегетационного периода (рис. 1) [8], повысилась повторяемость аномально теплых зим. Наблюдается увеличение продолжительности вегетационного периода, суммы эффективных температур (продолжительность вегетационного периода увеличилась не менее чем на семь дней — как результат увеличения суммы эффективных температур).



Рис. 1. Диаграмма суммы эффективных температур за период 2000–2018 гг. (Курцево, Архангельская область)

Наиболее жаркими по сумме эффективных температур зафиксированы 2010 и 2016 гг., превысив сумму эффективных температур средних многолетних данных за период 1971–2001 гг. на 380 и 362 °С (31–32% от нормы); среднесуточная температура за вегетационный период 2010 и 2016 гг. составляла 16,3 и 15,8 °С, что выше средних многолетних данных за период 1971–2001 гг. на 2,6 и 2,0 °С соответственно.

На уровне средних многолетних данных за период 1971–2001 гг. по сумме эффективных температур выделены 2007 и 2012 гг.

Следует отметить, что за весь период изучения температура по декадам была неравномерна, были как очень жаркие,

так и прохладные периоды с температурой ниже климатической нормы.

Количество выпавших осадков за вегетационный период за годы изучения очень неравномерно, наиболее дождливыми установлены 2000, 2004, 2007, 2008, 2012 гг. В 2004 г. количество выпавших осадков превысило средние многолетние в два раза (517 мм).

Наиболее засушливыми были 2001, 2002 и 2013 гг., количество выпавших осадков за этот период несколько ниже нормы (рис. 2).

В 2001, 2003, 2010, 2013 гг. зафиксировано очень неравномерное количество выпавших осадков по декадам, в некоторые декады июля–августа осадки отсутствовали.



Рис. 2. Диаграмма количества выпавших осадков за вегетационный период 2000–2018 гг. (Курцево, Архангельская область)

Оптимальное сочетание всех метеорологических показателей наблюдалось только в 2001 и 2013 гг., о чем свидетельствуют равномерная обеспеченность осадками в течение всего вегетационного периода и сумма эффективных температур выше нормы, что очень важно для развития ячменя в условиях Архангель-

ской области.

Для нашего региона по количеству выпавших осадков типичными, в сравнении с многолетними данными за период 1971–2000 гг., являются 2006, 2007, 2011, 2012, 2015 гг.

Напротив, 2001, 2002 и 2010 гг. являются не типичными, так как величина

выпавших осадков или слишком мала, или слишком велика, что не соответствует многолетним показателям нашей зоны.

Проведенный анализ показал, что среднегодовое количество осадков, в среднем по многолетним данным, увеличилось с 253 мм за 1971–2001 гг. до 321 мм за 2000–2018 гг.

Более полно характеризует погодные условия летнего периода гидротермический коэффициент (ГТК), который

включает в себя одновременно температуру (t , °C) и осадки (P , мм). Увлажнение оптимальное, если ГТК 1–1,5, избыточное — ГТК более 1,6, недостаточное — ГТК менее 1, слабое — ГТК менее 0,5. Для условий Архангельской области среднее значение гидротермического коэффициента составляет от 1,5 до 2,5. Средний ГТК за период 2000–2018 гг. составил 1,9 (рис. 3), значение данного показателя соответствует избыточному увлажнению.



Рис. 3. Диаграмма гидротермического коэффициента за 2000–2018 гг. (Курцево, Архангельская область)

Самый высокий гидротермический коэффициент установлен в 2004 и 2000 гг., самый оптимальный варьировал от 1,2 до 1,5 в 2002, 2003, 2011, 2013 и 2016 гг. Анализ произошедших изменений за исследуемый период показывает некоторое улучшение климатических факторов, необходимых для получения высоких урожаев ячменя ярового, и в первую очередь это — увеличение среднего количества выпавших осадков и заметное повышение суммы эффективных температур.

Таким образом, общие изменения климатических условий в условиях Крайнего Севера РФ за годы исследова-

ний стали более благоприятны для выращивания ячменя ярового.

Результаты исследований ярового ячменя по продуктивности. С целью изучения влияния абиотических агроклиматических факторов на урожайность ячменя ярового были рассмотрены изменения урожайности районированных и новых сортов местной селекции за период 2000–2018 гг. Анализируя показатели продуктивности, отмечены наиболее высокоурожайные годы, которые отличаются средней суммой эффективных температур и количеством выпавших осадков близким к норме (табл. 1) — это 2006, 2010, 2011, 2012 и 2014 гг.

1. Урожайность районированных и новых перспективных сортов ячменя ярового (Курцево, Архангельской обл.), 2000–2018 гг.

Год	Сорт							Средняя урожайность	НСР ₀₅
	Дина	Варде	Двина	Северяннин	Таусень	Перун × Гатчинский	Котласский		
2000	3,2	2,8	3,6	—	—	—	—	3,2	0,25
2001	3,6	3,1	4,5	5,1	—	—	—	4,1	0,29
2002	3,1	2,2	3,5	3,6	—	—	—	3,1	0,34
2003	5,0	5,1	6,2	6,5	—	—	—	5,7	0,20
2004	2,4	1,1	1,1	1,2	2,1	—	—	1,6	0,20
2005	4,5	4,8	5,5	4,9	5,8	—	—	5,1	0,30
2006	5,8	3,6	6,6	—	6,7	5,5	—	5,6	0,44
2007	2,0	1,1	2,4	2,5	2,9	3,1	—	2,3	0,40
2008	4,1	2,1	4,2	3,2	4,5	4,3	—	3,7	0,36
2009	1,7	1,6	1,7	3,2	1,8	1,5	—	1,9	0,55
2010	5,0	4,9	5,5	4,4	5,8	5,1	—	5,1	0,30
2011	5,2	5,3	—	—	5,6	6,0	6,3	5,7	0,33
2012	5,5	5,1	—	—	5,6	—	6,0	5,6	0,35
2013	2,7	1,0	—	—	—	3,7	4,8	3,1	0,16
2014	5,2	4,6	—	—	—	5,7	6,4	5,5	0,57
2015	4,7	3,8	—	—	—	—	5,8	4,8	0,82
2016	4,4	3,5	—	—	—	—	4,7	4,2	0,60
2017	4,7	3,0	—	—	4,9	—	4,9	4,4	0,20
2018	2,0	2,0	—	—	2,1	—	2,3	2,1	0,15
Среднее	4,0	3,4	—	—	4,5	4,4	5,7	4,3	—

Очень неблагоприятным для развития ячменя ярового по сумме эффективных температур и по количеству выпавших осадков отмечен 2009 г., недостаток тепла в фазу кущения и выхода в трубку, резкие перепады температур (температура воздуха была на 2 °С ниже нормы), а также длительное переувлажнение почвы, сказались на дальнейшем развитии растений, получен очень низкий урожай ячменя ярового и зафиксирован

длительный вегетационный период (93–100 дней).

Представленная в таблице 1 динамика изменения урожайности ярового ячменя показывает, что средняя урожайность за период изучения составила 4,3 т/га.

Благоприятные и неблагоприятные по агроклиматическим условиям годы видны на диаграмме районированных сортов Дина и Варде (рис. 4).

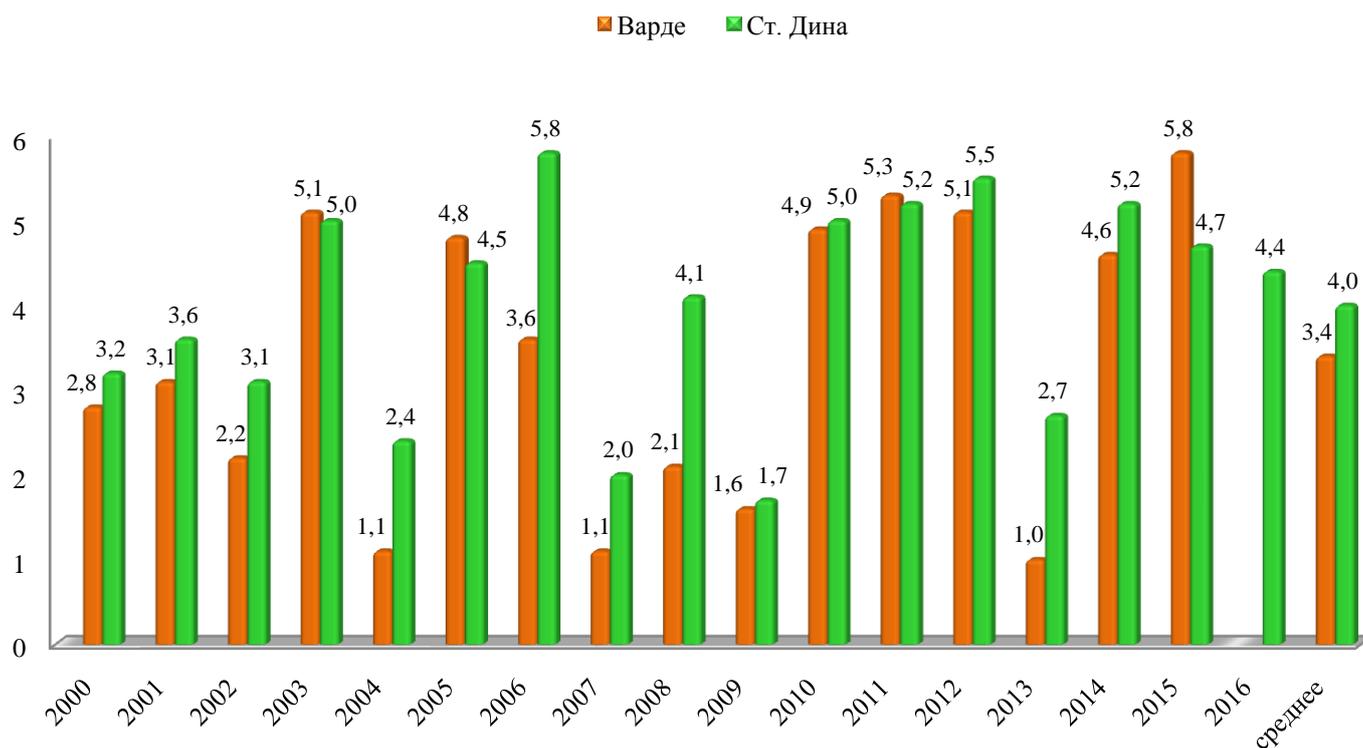


Рис. 4. Диаграмма продуктивности районированных и принятых за стандарт сортов Варде (Норвегия) и Дина (Кировская обл.) за 2000–2016 гг. (Курцево, Котласского района Архангельской области)

При изменяющихся метеорологических условиях важным показателем сортов является их устойчивость к стрессу (высокой температуре воздуха, избыточному увлажнению и др.), уровень которой определяется по разности между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_2 - Y_1$). Этот показатель имеет отрицательный знак, и чем меньше разрыв между минимальной и максимальной урожайностями, тем выше стрессоустойчивость сорта и тем шире диапазон его приспособительных возможностей. На основании проведенных исследований было установлено, что самую высокую устойчивость к стрессу имеют сорта Дина ($-4,1$) (рис. 5) и Котласский ($-4,2$) (табл. 2).

Показатель $(Y_1 + Y_2)/2$ отражает среднюю урожайность сорта в контрастных (стрессовых и нестрессовых) условиях и характеризует генетическую гибкость сорта, его компенсаторную способность.

Чем выше степень соответствия между генотипом сорта и различными факторами среды (климатическими, эдафическими, биотическими и др.), тем выше этот показатель. В наших исследованиях этот показатель был наиболее высоким у сортов Котласский (рис. 6) и Таусень (рис. 7).

Особый интерес представляют сорта, у которых сочетаются высокая средняя урожайность и незначительная вариабельность по годам (табл. 2).



Рис. 5. Стандарт ярового ячменя — сорт Дина

2. Показатели стабильности и экологической пластичности у сортов ярового ячменя в условиях Архангельской области

Сорт	Вариабельность сорта	Коэффициент вариации (V), %	Устойчивость к стрессу $У2 - У1$	Генетическая гибкость $(У1 + У2)/2$	Индекс стабильности (L')	Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС), %
Дина, ст.	0,32	0,31	-4,1	3,75	12,90	51,60
Варде	0,51	1,66	-4,8	3,40	2,05	6,97
Двина	0,44	0,42	-5,5	3,85	9,76	40,02
Северянин	0,41	0,48	-5,3	3,85	7,92	30,10
Таусень	0,40	0,38	-4,9	4,25	11,84	53,28
Перун × Гатчинский	0,35	0,44	-4,5	3,75	10,00	44,00
Котласский	0,25	0,11	-4,2	4,30	53,64	316,48



Рис. 6. Питомник размножения ячменя ярового сорта Котласский, 2016 г.



Рис. 7. Посевы ячменя ярового сорта Таусень, 2015 г.

Коэффициент вариации (V) — это относительный показатель количественной изменчивости. Самый низкий коэффициент наблюдался у сорта Котласский, самый высокий — у сорта Варде.

Индекс стабильности (L') — важная характеристика сорта. Сорта с большим индексом стабильности представлены как более приспособленные к условиям возделывания. Самый высокий индекс стабильности (53,64) отмечен у сорта Котласский.

Из показателей гомеостатичности ПУСС является комплексным, поскольку позволяет одновременно учитывать уровень и стабильность урожайности и характеризует способность отзываться на улучшение условий выращивания, а при их ухудшении — поддерживать достаточно высокий уровень продуктивности. Чем выше ПУСС, тем сорт лучше. По показателю ПУСС выделился сорт Котласский.

Заключение. В нашем опыте у изученных сортов ярового ячменя наиболее низкая вариабельность, высокий индекс стабильности, высокий коэффициент ПУСС отмечены у нового сорта Котласский.

За последние годы в условиях Котласского района Архангельской области наблюдается тенденция к повышению температурного режима в среднем за весь вегетационный период, что предполагает улучшение условий, необходимых для получения высоких урожаев ярового ячменя. При сложившихся метеорологических условиях урожайность нового сорта ярового ячменя Таусень достигала 6,7 т/га. Необходимо отметить, что сорт районирован с 2014 г. по региону 1.

По результатам государственного сортоиспытания за период 2017–2018 гг. в Госреестр по региону 1 включен экологически пластичный, с высоким индексом стабильности сорт Котласский.

Литература

1. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика: в 3 томах. — М. : Агрорус, 2009. — Т. II. — С. 618.
2. Коровин А.И. Проблемы скороспелости зерновых культур // Сборник трудов по прикладной ботанике. — Ленинград, 1984. — Т. 85 — С. 83–89.
3. Коровин А.И., Коровина О.Н. Погода, огород и сад любителя : научное издание. — Ленинград : Гидрометеиздат, 1990. — 231 с.
4. Чирков Ю.И. Агрометеорология. — Ленинград : Гидрометеиздат, 1986. — 292 с.
5. Головкин Т.К., Родина Н.А., Куренкова С.В., Табаленкова Г.Н. Ячмень на Севере (селекционно-генетические и физиолого-биохимические основы продуктивности). — Екатеринбург, 2004. — 155 с.
6. Романенко А.А., Беспалова Л.А., Кудряшов И.Н., Аблова И.Б. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы. — Краснодар, 2005. — 224 с.
7. Неттевич Э.Д. Повышение потенциала продуктивности зерновых культур и скороспелость // Сельскохозяйственная биология. — 1982. — Т. 17, № 1. — С. 9–13.
8. Влияние изменения климата на сельское хозяйство / А.В. Быкова, Н.Е. Мальцева, Д.С. Павлова [и др.] // Естественные и математические науки в современном мире : сб. ст. по матер. XIV Междунар. науч.-практ. конф. № 1 (13). — Новосибирск : СибАК, 2014. — С. 114–121.
9. Зайцева Г.А., Ширяева Г.Б. Влияние климатических условий на рост и развитие растений [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.tambov-apk.ru/articles/3520/>.

10. Донцова А.А., Филиппов Е.Г. Создание новых сортов ячменя, адаптированных к усилению аридности климата // *Зерновое хозяйство России*. – 2014. – № 6 (36). – С. 43–50.
11. Филиппов Е.Г., Алабушев А.В. Селекция ярового ячменя. – Ростов-на-Дону : Книга, 2014. – 208 с.
12. Бобылев С.Н. Воздействие изменения климата на сельское хозяйство и водные ресурсы // *Научные и аналитические статьи [Электронный ресурс]*. – URL: http://www.rusrec.ru/kyoto/articles/art_climate_agricult.
13. Федина М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – 263 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
15. Грязнов А.А. Селекция ячменя в Северном Казахстане // *Селекция и семеноводство*. – 2000. – № 4. – С. 2–8.
16. Неттевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качества зерна // *Вестник сельскохозяйственной науки*. – 1985. – № 1. – С. 66–73.
17. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. – 2005. – № 6. – С. 49–53.

References

1. Zhuchenko A.A. Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy). Teoriya i praktika [Adaptive plant growing (ecological and geographical basis). Theory and practice]. In 3 vol. Moscow, Agrorus Publ., 2009, vol. II: p. 618.
2. Korovin A.I. Problemy skorospelosti zernovykh kultur [Problems of early maturity of grain crops]. *Sbornik trudov po prikladnoy botanike [Collection of works on applied botany]*. Leningrad, 1984, vol. 85, pp. 83–89.
3. Korovin A.I., Korovina O.N. Pogoda, ogorod i sad lyubitelya [Weather, garden and vegetable garden of amateur]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1990, 231 p.
4. Chirkov Yu.I. Agrometeorologiya [Agrometeorology]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1986, 292 p.
5. Golovko T.K., Rodina N.A., Kurenkova S.V., Tabalenkova G.N. Yachmen na Severe (selektionno-geneticheskie i fiziologo-biokhimicheskie osnovy produktivnosti) [Barley in the North (selection-genetic, physiological-biochemical basis of productivity)]. Ekaterinburg, 2004, 155 p.
6. Romanenko A.A., Bepalova L.A., Kudryashov I.N., Ablava I.B. Novaya sortovaya politika i sortovaya agrotehnika ozimoy pshenitsy [New varietal policy and varietal agrotechnology of winter wheat]. Krasnodar, 2005, 224 p.
7. Nettevich E.D. Povyshenie potentsiala produktivnosti zernovykh kultur i skorospelost [Early ripeness and increase of productivity potential of grain crops]. *Selskokhozyaystvennaya biologiya [Agricultural biology]*, 1982, v. 17, no. 1, pp. 9–13.
8. Bykova A.V., Maltseva N.E., Pavlova D.S. et al. Vliyanie izmeneniya klimata na selskoe khozyaystvo [Impact of climate change on agriculture]. *Estestvennye i matematicheskie nauki v sovremennom mire [Natural and mathematical science in the modern world : Proc. XIV Int. scientific-practical Conf., no. 1 (13)]*. Novosibirsk, SibAK Publ., 2014, pp. 114–121.
9. Zaytseva G.A., Shiryayeva G.B. Vliyanie klimaticheskikh usloviy na rost i razvitie rasteniy [Influence of climatic conditions on plant growth and development]. URL: <http://www.tambov-apk.ru/articles/3520/>.
10. Dontsova A.A., Filippov E.G. Sozdanie novykh sortov yachmenya, adaptirovannykh k usileniyu aridnosti klimata [Creation of new varieties of barley adapted to enhance aridity of the climate]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii [Grain economy of Russia]*, 2014, no. 6 (36), pp. 43–50.

11. Filippov E.G., Alabushev A.V. Seleksiya yarovogo yachmenya [Selection of spring barley]. Rostov-on-Don, Kniga Publ., 2014, 208 p.
12. Bobylev S.N. Vozdeystvie izmeneniya klimata na selskoe khozyaystvo i vodnye resursy [Impact of climate change on agriculture and water resources]. *Nauchnye i analiticheskie stati* [Scientific and analytical articles]. URL: http://www.rusres.ru/kyoto/artisles/art_slimate_agrisult.
13. Fedina M.A. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur [Methods of state variety testing of agricultural crops]. Moscow, 1985, 263 p.
14. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) [Methodology of field experiment (with bases of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985, 351 p.
15. Gryaznov A.A. Seleksiya yachmenya v Severnom Kazakhstane [Breeding barley in the Northern Kazakhstan]. *Seleksiya i semenovodstvo* [Breeding and seed production], 2000, no. 4, pp. 2–8.
16. Nettevich E.D., Morgunov A.I., Maksimenko M.I. Povyshenie effektivnosti otbora yarovoy pshenitsy na stabilnost urozhaynosti i kachestva zerna [Improving the efficiency of spring wheat selection on the stability of yield and grain quality]. *Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki* [Bulletin of Agricultural Science], 1985, no. 1, pp. 66–73.
17. Goncharenko A.A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustoychivosti sortov zernovykh kultur [On the adaptability and environmental sustainability of grain varieties]. *Vestnik Rossiyskoy akademii selskokhozyaystvennykh nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences], 2005, no. 6, pp. 49–53.