

УДК 633.16:631.52

DOI 10.18286/1816-4501-2023-2-43-49

**ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА В ЗЕРНЕ**

**Батакова Ольга Борисовна**, кандидат сельскохозяйственных наук старший научный сотрудник  
**Корелина Валентина Александровна**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

**Зобнина Ирина Валентиновна**, научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук (ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)

163020, Архангельская обл., г. Архангельск, проспект Никольский, д. 20

e-mail: 19651960@mail.ru, тел. (81837) 3 – 31 – 18

**Ключевые слова:** агроклиматические условия; гидротермический коэффициент; яровой ячмень; урожайность; содержание белка.

В статье рассмотрено влияние метеорологических условий на содержание белка в зерне ярового ячменя. Исследования проводились в полевых опытах ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН в условиях Архангельской области. Цель данного исследования состояла в изучении генотипов ярового ячменя в различных метеорологических условиях, по продуктивности и содержанию белка в зерне для отбора перспективных образцов в дальнейшей селекционной работе. В качестве объекта исследования использовались образцы ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) в питомнике конкурсного сортоиспытания. Исследования проводились согласно методическим указаниям по сортоизучению культур под редакцией Федина (1985). Статистическую обработку данных проводили по методике Б. А. Доспехова (2011) с использованием дисперсионного анализа. В результате изучения выделен ряд высокобелковых форм ячменя ярового, обозначен наиболее благоприятный агроклиматический фон, который влияет на повышенное содержание белка в зерне ячменя ярового. Выявлены сравнительно стабильные образцы ярового ячменя по содержанию белка в зерне в различных агроклиматических условиях: стандарт Таусень, к – 038994, к – 038965, к – 038975; с высоким содержанием белка в зерне: сорт Котласский и к – 037712. Определены высокоурожайные сортообразцы: к – 036982, к – 037712, К – 039036, к – 038965, сорт Котласский, достоверно превышающие стандарт. Рассчитан коэффициент вариации (4,88 % – 26,81 %) и индекс фенотипической стабильности признака, который составил от 1,1 до 1,68. Проведен корреляционный анализ, который показал наличие средней и сильной положительной связи между среднесуточной температурой за вегетационный период  $r = +0,94$ , суммой эффективных температур  $r = +0,88$ , суммой осадков за период вегетации  $r = +0,58$ , гидротермическим коэффициентом  $r = +0,47$  и содержанием белка в зерне ячменя. Выявлена высокая корреляционная зависимость между валовым сбором зерна с единицы площади и урожайностью. Установлена корреляционная зависимость между средней урожайностью и средним содержанием белка, между массой 1000 зерен и содержанием белка и между валовым сбором зерна с единицы площади и урожайностью.

**Работа выполнена при поддержке научно-образовательного центра мирового уровня «Российская Арктика: новые материалы, технологии и методы исследования»**

**Введение**

Ячмень – основная зернофуражная культура Северного региона, и основное применение зерна ячменя приходится на кормовые цели. Ежегодно, по данным ФАО, 16 % валовых сборов яч-

меня используется непосредственно на кормовые цели, 42–48 % применяется после промышленной переработки в виде различных комбикормов [1].

Самым значительным параметром зерна ячменя при использовании на кормовые цели

является содержание белка в зерновке. По данным ряда исследователей Э.Д. Неттевич, З.Ф. Анкановой, Л.М. Романовой, Н.Н. Типсиной, О.С. Пуляевой «зерно ячменя содержит: воды – 14 %; белка – 7-20 %; углеводов - 60-75 %; жира - 1,5-2,0 %; клетчатки - 5,5 %; зольных элементов - 2,5-3,0 %. В 1 кг зерна ячменя - 1,28 корм. ед. и 100 г переваримого протеина, это больше чем в зерне овса и ржи» [2, 3]. Зерновые и зернобобовые культуры остаются самыми важными и ключевыми источниками растительного белка, на долю которых приходится около 80% [4, 5, 6, 7]. Поэтому, как утверждают Сумина А.В., Полонский В.И. и другие авторы, «при использовании ячменя приоритетным направлением является повышенное содержание белка в зерне на кормовые цели» [8].

«Целенаправленный отбор высокобелковых генотипов происходит одновременно со снижением урожайности, что влечет за собой наличие отрицательных корреляций между хозяйственно ценными признаками в процессе развития растений в разных условиях среды» подтверждают ученые- селекционеры [9, 10, 11]. «Повышенное содержание белка в зерне у высокобелковых генотипов обусловлено пониженной долей зерна в общей биомассе растения», считают Н.С. Кравченко, Н.Н. Вожжова, Н.Г. Игнатьева и др. [12, 13].

Как известно, «качество зерна определяется совокупностью действия внешних (агроклиматических) и внутренних (наследственных) факторов, что необходимо учитывать при возделывании ячменя на определенные цели» [14, 15]. Недостаточное содержание белка в зерне фуражного ячменя и несбалансированность его по аминокислотному составу приводит к значительному перерасходу концентрированных кормов и снижению эффективности животноводства, поэтому очень важно создавать и обеспечивать производство высокобелковыми сортами с улучшенной аминокислотной структурой белка.

Исследования на содержание протеина в зерне ячменя в различные по метеорологическим условиям годы позволяют выявить генетические ресурсы данного фактора, его стабильность и ускорить оценку селекционного материала.

По результатам исследований ряда ученых, известно, что «неблагоприятные факторы приводят к нарушениям синтетической способности растений, распаду белков, к изменениям коллоидно-химического состояния цитоплазмы и в целом к снижению накопления растениями органического вещества» [16, 17, 18]. Изменчи-

вость химического состава в значительной мере связана с биологической пластичностью сорта, его адаптированностью к условиям среды. Анализы биохимического состава подтверждают общие закономерности изменчивости белка под влиянием условий выращивания [19].

#### **Материалы и методы исследований**

Объектом исследования являлись образцы ярового ячменя *Hordeum vulgare* L. Исследования проводились на опытном поле ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН (г. Котлас), согласно методическим указаниям по сортоизучению культур под редакцией Федина М.А. (1985). На изучении находились сорта Таусень (стандарт), Котласский и 10 селекционных номеров местной селекции. Площадь делянки составляла — 10 м<sup>2</sup>, норма высева — 500 всхожих семян на 1 м<sup>2</sup>, повторность опыта- 4-кратная. Почвы опытного участка - дерново-подзолистые суглинки. Мощность пахотного горизонта — 20...22 см, кислотность рН — 6,0, содержание гумуса — 2,1 %, содержание подвижного фосфора Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> — 250 мг/кг, обменного калия К<sub>2</sub>О — 100 мг/кг почвы.

Сортоизучение образцов проводилось согласно методическим указаниям под редакцией М. А. Федина «Методика Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур» (1985) [20]. Статистическая обработка данных проведена по Б.А. Доспехову «Методика полевого опыта» (2011) [21]. Данные по агрометеорологическим исследованиям предоставлены ФГБУ «Северное УГМС» Гидрометцентра по посту Курцево. Определение гидротермического коэффициента проводилось согласно методике Г. Т. Селянинова [22]. Анализ на содержание белка в зерне выполнен Испытательной лабораторией ФГБУ Станция агрохимической службы «Архангельская» (ФГБУ САС «Архангельская», г. Архангельск).

#### **Результаты исследований**

Вегетационные периоды за время проведения исследований существенно различались по температурному режиму и количеству осадков, что предоставило возможность наиболее полно оценить влияние метеорологических условий на содержание белка в зерне у изучаемых сортообразцов. Основным показателем, позволяющим определить обеспеченность растений влагой как в отдельный период жизни растений, так и за весь год,- это ГТК Г. Т. Селянинова. Гидротермический коэффициент по годам изучения варьировал в пределах 1,2–2,5 (табл. 1). Изменение гидротермических условий являлось причиной существенного варьирования урожайности и содержания белка в зерне.

**Таблица 1**

**Агроклиматические показатели вегетационных периодов 2019-2021 гг. (Котлас)**

Год	Средняя температура, °С	Сумма эффективных температур	Количество осадков, мм	ГТК
2019	<u>13,2</u> - 0,6	<u>1058</u> -9	<u>371</u> +119	<u>2,5</u> + 0,8
2020	<u>15,1</u> +1,3	<u>1145</u> +83	<u>239</u> -13	<u>1,2</u> -0,5
2021	<u>14,3</u> +0,5	<u>1457</u> +395	<u>337</u> +85	<u>1,4</u> -0,3
Среднее за 2019-2021 гг.	<u>14,2</u> +0,4	<u>1208</u> +146	<u>316</u> +64	<u>1,7</u> 0
Среднее многолетние	13,8	1067	252	1,7
Коэффициент корреляции к содержанию белка	0,94	0,59	0,88	0,47

\* данные за год

отклонения от среднемноголетних данных

Сумма эффективных температур за период с мая по август в годы исследований составляла от 1058° С до 1457° С (2021 год), по средним многолетним данным - 1067° С.

Благоприятные условия для развития ячменя сложились в начальный период роста растений (до фазы колошение) в 2019 году, далее вегетационный период отмечался пониженными температурами (2,5–6,3° С ниже средней многолетней) и обильными осадками (189 % от нормы) в период созревания. Содержание белка у образцов варьировало от 9,7 до 14 % (табл. 2). В 2020 году температурный режим находился в пределах средних многолетних данных, а по количеству осадков наблюдался недостаток влагообеспеченности в период фазы кущения ячменя (47 % от нормы осадков). Содержание белка было значительно ниже средних показателей и варьировало от 8,1 до 11,2 %. Отклонение от стандарта Таусень составляло от -0,8 до +1,9 %.

Вегетационный период 2021 года характеризовался критическими для роста и развития растений условиями ввиду засухи в период от фазы кущения до молочной спелости. Температура воздуха за этот период составила в среднем на 3,9°С выше средних многолетних данных, а количество выпавших осадков - 45 % от нормы. При этом показатели содержания белка были значительно выше средних значений и составляли от 11,4 до 15,5 %. Анализируя показатели по годам, необходимо отметить, что повышенная температура воздуха и низкое количество осадков (практически засуха, в

первые две декады июня выпало 3 % осадков от нормы) в период кущения благотворно влияют на содержание белка в зерне и значительно увеличивают качество зерна.

**Таблица 2**

**Содержание белка в зерне ярового ячменя за 2019-2021 годы, %**

Сортообразцы	2019	Отклонение от стандарта	2020	Отклонение от стандарта	2021	Отклонение от стандарта
Ст. Таусень	9,7	-	10,1	-	12,2	-
Котласский	12,3	+1,6	8,7	-1,4	11,8	-0,4
К - 036982	14,0	+4,3	8,4	-1,5	14,1	+1,9
К - 037712	13,2	+3,5	8,3	-1,6	13,3	+1,1
К - 038806	12,8	+3,1	8,2	-1,7	11,4	+0,8
К - 038338	11,6	+1,9	8,1	-1,8	12,2	0
К - 029839	12,3	+1,6	9,6	-0,5	13,5	+1,3
К - 039036	12,1	+1,4	9,1	-1,0	12,3	+0,1
К - 038994	13,8	+3,1	10,2	+0,1	12,6	+0,4
К - 038965	11,9	+2,2	9,8	-0,3	12,6	+0,4
К - 038975	11,5	+1,8	10,8	+0,7	11,9	-0,3
К - 038623	12,2	+1,5	11,2	+1,1	15,5	+3,3
НСР <sub>05</sub>	1,14	-	1,06	-	1,15	-

Коэффициент вариации (V, %), представляющий изменчивость признака содержания белка в зерне за время исследований изменялся в пределах 4,88 % – 26,81 % (рис. 1). Коэффициент вариации имеет три степени рассеивания: меньше 10% степень рассеивания данных считается незначительной; - если коэффициент от 10% до 20% - средней; - больше 20% значительной. В наших исследованиях незначительный коэффициент вариации только у образца к-038975 (4,88%). Значительный CV (от 20,82 % до 26,81 %) у четырех образцов.

Индекс фенотипической стабильности сортов (SF) дает представление об отношении максимального значения показателя в опыте к минимальному уровню протеина в зерне и в нашем случае варьирует от 1,1 до 1,68. Параметры изменчивости содержания протеина в зерне сортов ярового ячменя за время исследований представлены на рисунке 2.

Содержание белка в зерне ячменя ярового положительно сильно коррелирует со средней температурой за вегетационный период r- +0,94

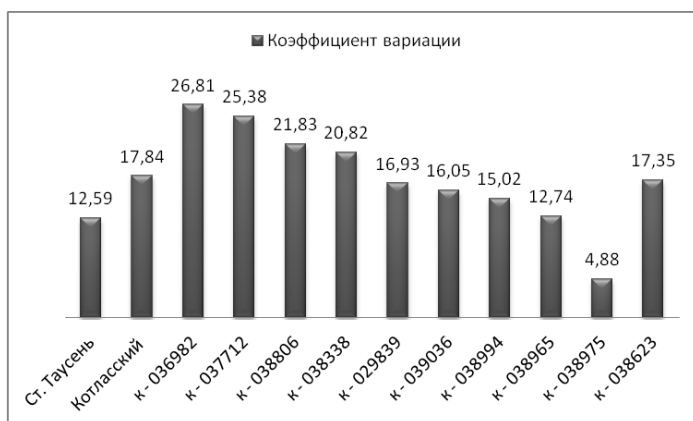


Рис. 1 - Диапазон изменчивости коэффициента вариации в опыте, Котлас 2019-2021 г.г.



Рис. 2 - Индекс фенотипической стабильности признака содержание белка в зерне образцов ярового ячменя за период 2019-2021 г. г.

с количеством выпавших осадков  $r = +0,88$ , среднее коррелирует с суммой эффективных температур  $r = +0,59$  и слабо коррелирует с гидротермическим коэффициентом  $r = +0,47$ .

Главным показателем, характеризующим сортообразец, является его урожайность. Средняя урожайность изучаемых сортообразцов ячменя за период проведения опытов менялась в широком диапазоне от 2,0 до 4,5 т/га. Агроклиматические условия, наиболее благоприятные для повышенной продуктивности ячменя, выявлены за вегетационный период 2019 года.

В результате исследований отмечен широкий диапазон содержания белка зерна по годам у сортообразцов к – 036982, к – 037712, к – 038806, к – 038338. Так, у образца к – 036982 амплитуда изменений по годам достигает 60%. Относительно стабильными в этом отношении можно назвать образцы стандарт Таусень, к – 038994, к – 038965, к – 038975 (рис. 3).

#### Обсуждение

Проблема качества зерна в современной селекции – одна из главных, наряду с продуктивностью. Решение данной задачи возможно на основе использования всех ресурсов повышения качества сельскохозяйственных культур [23].

Таблица 3

Показатели урожайности, валового сбора белка с единицы площади, масса 1000 зерен

Сортономера	Урожай-ность, т/га	Отклонение от стандарта, т/га	Среднее содержание белка, %	Отклонение от стандарта, %	Валовый сбор белка, кг/га	Масса 1000 зерен, г
Ст. Таусень	3,4	-	12,2	-	41,48	42,2
Котласский	4,3	+0,9	13,3	+1,1	57,19	44,2
К - 036982	4,5	+1,1	12,2	0	54,9	43,9
К - 037712	4,4	+1,0	14,1	+1,9	62,04	44,6
К - 038806	3,9	+0,5	12,2	0	47,58	44,4
К - 038338	4	+0,6	11,4	-0,8	45,6	43,9
К - 029839	2,8	-0,6	12,3	+0,1	34,44	48,7
К - 039036	4,4	+1,0	12,2	0	53,68	42,1
К - 038994	4,1	+0,7	11,9	-0,3	48,79	46,4
К - 038965	4,3	+0,9	12,6	+0,4	54,18	45,4
К - 038975	3,6	+0,2	11,4	-0,8	41,04	47
К - 038623	2,9	-0,5	13,0	+0,1	35,67	43,6
Корреляция	0,35	-	0,65	-	0,94	-0,03

Зерновые культуры, в том числе ячмень, представляют собой самый крупный в мире источник белков. Ячмень — ценная продовольственная и кормовая культура, зерно которого является источником различных химических соединений и элементов с хорошо сбалансированным аминокислотным составом, которые могли бы быть использованы в селекционных программах для создания новых и улучшенных сортов [24, 25]. Химический состав зерна ячменя зависит от климатических, почвенных условий произрастания. Биохимический состав зерна ячменя может значительно изменяться в зависимости от места выращивания. По данным экологического изучения ВИР содержание белка у сортов ячменя колеблется от 7,9 до 27,7%, а крахмала в пределах 44,7– 69,7%. Установлено, что засуха способствует большему накоплению в зерне белка при одновременном снижении урожайности, при этом различия между сортами, в известной мере, нивелируются. Содержание белка в зерне уменьшается при продвижении культуры с юга на север и с востока на запад [26].

Степень изменчивости биохимических показателей качества во многом определяется генотипом сорта: чем меньше сорт приспособлен к



стрессовым условиям, тем в большей мере снижается зерновая продуктивность растений по сравнению с устойчивыми формами, но одновременно увеличивается содержание белка в зерне. В наибольшей степени природные катаклизмы отрицательно влияют на биохимические и технологические параметры качества зерна. Так, изменчивость показателя содержания белка в зерне в зависимости от условий года может достигать до 75% [27].

В условиях изменяющегося климата при создании новых сортов ярового ячменя следует уделять особое внимание повышению стабильности признаков качества зерна. Основной мерой оценки качества сортов ячменя является содержание белка. От его уровня зависят многие другие биохимические и технологические особенности зерна.

В сложных агроклиматических условиях Северного региона в сельском хозяйстве все большее значение приобретают хорошо адаптированные к определенным географическим зонам сорта растений. Внедрение адаптированных сортов ячменя ярового в сельскохозяйственное производство становится сейчас наиболее эффективным способом увеличения валовых сборов и повышения качества зерна в хозяйствах Архангельской области.

#### Заключение

Таким образом, по результатам исследований видно, что температура воздуха выше многолетних данных и количество осадков в период кущения и выхода в трубку значительно улучшают качество зерна. По данным изучения выявлены образцы ячменя с высоким содержанием белка в зерне (сорт Котласский и к – 037712), сравнительно стабильные по содержанию белка в зерне в различных агроклиматических условиях: стандарт Таусень, к – 038994, к – 038965, к – 038975. Определены высокоурожайные сортообразцы: к – 036982, к – 037712, к – 039036, к – 038965, сорт Котласский, достоверно превышающие стандарт по сбору белка с единицы площади. Выявлен незначительный коэффициент вариации у образца к-038975 (4,88 %) и значительный CV (от 20,82 % до 26,81 %) у четырех образцов. Индекс фенотипической стабильности (SF) варьировал от 1,1 до 1,68 у изучаемых сортов и наименьший отмечен у образца к-038975.

Проведен корреляционный анализ. Установлено наличие средней и сильной положительной связи между среднесуточной температурой за вегетационный период, суммой эффективных температур, суммой осадков за период вегетации, гидротермическим коэффициентом и содер-

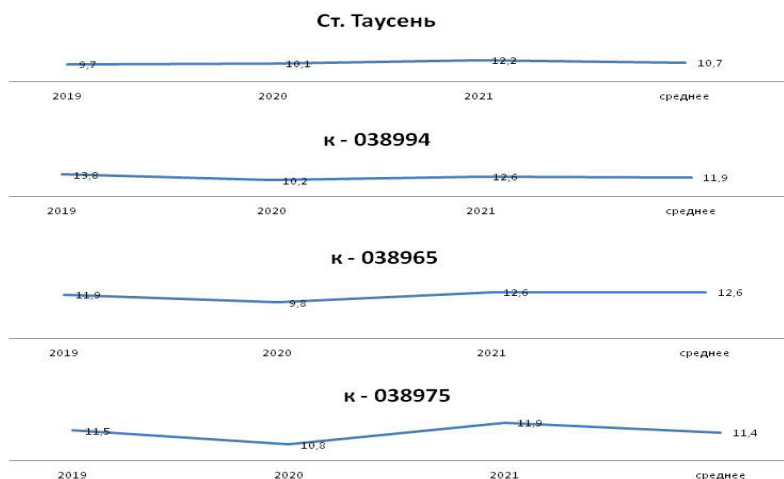


Рис. 3 - График сортообразцов, стабильных по содержанию белка в зерне за период 2019-2021 года, %

жением белка в зерне ячменя. Выявлены слабая корреляционная зависимость между средней урожайностью и средним содержанием белка  $r = +0,35$ , средняя - между массой 1000 зерен и содержанием белка  $r = +0,65$  и сильная - между валовым сбором зерна с единицы площади и урожайностью  $r = +0,94$ .

#### Библиографический список

1. Народнохозяйственное значение ярового ячменя // URL: <https://rosng.ru/post/content-narodnohozyaystvennoe-znachenie-yarovogo-yachmenya>
2. Неттевич, Э.Д. Выращивание пивоваренного ячменя / Э.Д. Неттевич, З.Ф. Аниканова, Л.М. Романова. Москва : Колос. 1981. - 208 с.
3. Типсина, Н.Н. Биологическая ценность продуктов переработки ячменя / Н.Н. Типсина, О.С. Пуляева // Вестник КРАСГАУ- Красноярск. - 2013. - №8(83) - С. 226-229.
4. Бакаева Н.П. Состояние белково – углеводного комплекса зерна при возделывании яровой пшеницы в условиях Северного Поволжья / Н.П. Бакаева // В сборнике: АПК России: образование, наука, производство. Сборник статей III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Под научной редакцией М.К. Садыговой, М.В. Беловой, А.А. Галиуллина. Пенза. - 2022. - С. 147-150.
5. Кошкин, М.Н. Качество зерна яровой твердой пшеницы в условиях Западной Сибири / М.Н. Кошкин, И.В. Потоцкая, В.П. Шаманин // В сборнике: Разнообразие и устойчивое развитие агробиоценозов Омского Прииртышья. Материалы Всероссийской (национальной) конференции, посвящённой 95-летию ботанического сада Омского ГАУ. Омск. - 2022. - С. 303-307.
6. Омелянюк, Л.В. Урожайность и качество

зерна образцов гороха посевного из экологического сортоиспытания в Омском АНЦ / Л.В. Омелянюк, И.В. Пахотина, А.М. Асанов, Е.Ю. Игнатьева // В сборнике: Парадигма устойчивого развития Агропромышленного комплекса в условиях современных реалий. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию создания ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. Красноярск. - 2022. - С. 309-313.

7. Пахотина, И.В. Особенности формирования содержания белка в зерне гороха в условиях Западной Сибири / И.В. Пахотина, Л.В. Омелянюк, Е.Ю. Игнатьева // Вестник КрасГАУ. - 2020.- № 10. - С. 60–67.

8. Сумина, А.В. Зависимость содержания белка в зерне различных генотипов ячменя от условий их выращивания / А.В. Сумина, В.И. Полонский // Красноярский государственный аграрный университет - Красноярск, Россия. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1651746583&tld=ru&lang=ru&name=f4.doc&text>

9. Парамонов, А. В. Влияние метеорологических условий на урожайность и качество зерна ярового ячменя в Приазовской зоне Ростовской области / А. В. Парамонов, А. В. Федюшкин, О. А. Целуйко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. - 2020. - № 2(38). - С. 151–162. - Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1048> DOI: 10.31774/2222-1816-2020-2-151-162

10. Завлин. А.А. Азот и качество зерна пшеницы / А.А. Завлин, О.А. Соколов // Плодородие. - 2018.- № 1. - С. 14–17.

11. Василова, Н.З. Формирование качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы / Н.З. Василова, Дл.Ф. Асхадуллин, Др.Ф. Асхадуллин и др. // Достижения науки и техники АПК. - 2016. - Т. 30. - № 11. - С. 42–44.

12. Кравченко, Н.С. Содержание массовой доли белка и клейковины у сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа селекции ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко / Н.С. Кравченко, Н.Н. Вожжова, Н.Г. Игнатьева и др. // Зерновое хозяйство России. - 2015. - № 6. - С. 34–38.

13. Аниськов, Н.И. Адаптивный потенциал сортов озимой ржи селекции ВИР по показателю «содержание белка в зерне» в условиях Ленинградской области / Н.И. Аниськов, И.В. Сафонова, В.И. Хорева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. - 2019. - Т. 180. - № 1. - С. 44-51.

14. Дериглазова, Г. М. Влияние природных и антропогенных факторов на урожай и качество зерна ярового ячменя / Г. М. Дериглазова // Земледелие. - 2012. - № 6. - С. 43–45.

15. Каримов, Х.Х. Приоритетные направления научных исследований по влиянию изменения климата на биоразнообразие / Каримов Х.Х. // Известия

АН РТ. – 2008. – № 1(162) – С.7- 14.

16. Semenov, M.A. Identifying target traits and molecular mechanisms for wheat breeding under a changing climate / M.A. Semenov, N.G. Halford // J. Ex. Botany– 2009. – v. 60. – № 10. – Pp. 2791-2804.

17. Митрофанова, О.П. Новые генетические ресурсы в селекции пшеницы на увеличение содержания белка в зерне / О.П. Митрофанова, А.Г. Хакимова // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – Т. 20. – № 4. – С. 545-554.

18. Семенов, О.Г. Специфика сочетаний качественных и количественных характеристик клейковины у генотипов аллоцитоплазматической яровой пшеницы с аллелем Wx-B1a / О.Г. Семенов и др. // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер. Агрономия и животноводство. – 2018. –Т. 13. – № 1. – С. 14–25. DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-14-25. 4.

19. Омелянюк, Л.В. Наследование и изменчивость содержания белка в семенах гороха в зависимости от генотипа и условий среды / Л.В. Омелянюк, А.М. Асанов, Ю.В. Колмаков // Сельскохозяйственная биология - 2006. – № 2. – С. 109-113.

20. Федин, М. А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под общ. ред. М. А. Федина. - Москва : Б. и., –1985. - 267с.

21. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) / Б. А. Доспехов. – Москва : Альянс, 2011. – 352 с.

22. Селянинов, Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата / Г. Т. Селянинов. – М.: Гидрометеиздат, 1977. – 220 с.

23. Кондратенко, Е.П. Содержание белка и аминокислот в зерне озимых культур, произрастающих на территории лесостепи юго-востока Западной Сибири/ Е.П. Кондратенко, О.Б. Константинова, О.М. Соболева, Е.А. Ижмулкина, Н.В. Вербицкая , А.С. Сухих.// Химия растительного сырья - 2015. - №3. - С. 143–150.

24. Мельникова, О.В. Урожайность и аминокислотный состав зерна различных сортов ярового ячменя в зависимости от применения биопрепаратов/ О.В. Мельникова, В.Е. Ториков, И.Н. Белоус, И.А. Сальникова, Г.П. Малякко, С.М. Сычев// Аграрная наука. -2022. - 362 (9). – С. 137–142. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-137-142>

25. Босиева, О.И. Содержание белка и аминокислотный состав зерна тритикале/ О.И. Босиева, Е.А. Плиева, Г.Ф. Джиеова // Известия Горского ГАУ. - 2011. - Т. 48.- №2.- С. 102-104.

26. Лукьянова, М.В. Генфонд зернофуражных культур для целей селекции в России/ М.В. Лукьянова, В.Е. Мережка // Рожь и зернофуражные культуры. Труды по прикладной ботанике, генетике

и селекции. – С.-П., 1997. – Т. 151. Вып. 1. – С. 42–47.  
27. Кадиров, А. М. Рекомендации по уходу за посевами и уборке пивоваренного ячменя/ А. М. Ка-

дыров // Белорусское сельское хозяйство.- Минск. - 2007. - № 6 - С. 42–46.

## EVALUATION OF SELECTION MATERIAL OF SPRING BARLEY FOR PRODUCTIVITY AND GRAIN PROTEIN CONTENT

**Batakova O.B., Korelina V.A., Zobnina I.V.**

**Federal State Budgetary Institution of Science Federal Research Center of Complex Study of the Arctic named after Academician N.P. Laverov of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences**

**163020, Arkhangelsk region, Arkhangelsk, Nikolskiy ave., 20**

**e-mail: 19651960@mail.ru, tel. (81837) 3 – 31 – 18**

**Key words:** agro-climatic conditions, hydrothermal coefficient, spring barley, productivity, protein content.

The article considers the influence of meteorological conditions on protein content in spring barley grain. The studies were carried out in field experiments of the Federal State Budgetary Institution of Science Federal Research Center of Complex Study of the Arctic named after Academician N.P. Laverov of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences in the conditions of Arkhangelsk region. The purpose of this study was to study the genotypes of spring barley in various meteorological conditions in terms of productivity and grain protein content, for selection of promising samples for further selection work. As the object of the study, samples of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) were used in the nursery plot of competitive variety testing. The studies were carried out in accordance with the methodological guidelines for crop variety testing edited by Fedin (1985). As a result of the study, a number of high-protein forms of spring barley were identified, the most favorable agro-climatic background which leads to increased protein content in the grain of spring barley was identified. Relatively stable samples of spring barley in terms of grain protein content under various agro-climatic conditions were identified: standard Tausen, k - 038994, k - 038965, k - 038975; with a high protein content in grain: variety Kotlasskiy and k - 037712. High-yield varieties significantly exceeding the standard were specified: k - 036982, k - 037712, K - 039036, k - 038965, Kotlasskiy variety. The variation coefficient was calculated (4.88%–26.81%) as well as the index of phenotypic stability of the trait, which ranged from 1.1 to 1.68. A correlation analysis was carried out, which showed medium and strong positive relation between the average daily temperature during the growing season  $r = +0.94$ , the sum of effective temperatures  $r = +0.88$ , the total precipitation during the growing season  $r = +0.58$ , the hydrothermal coefficient  $r = +0.47$  and protein content in barley grain. A high correlation dependence between the gross grain harvest per unit area and productivity was revealed. A correlation was established between the average yield and average protein content, between the weight of 1000 grains and the protein content, and between the gross grain harvest per unit area and the yield.

### Bibliography:

1. Economic importance of spring barley. - URL: <https://rosng.ru/post/content-narodnohozyaystvennoe-znachenie-yarovogo-yachmenya>
2. Nettevich, E. D. Cultivation of malt barley / E. D. Nettevich, Z. F. Anikanova, L. M. Romanova. - Moscow: Kolos, 1981. - 208 p.
3. Tipsina, N. N. Biological value of barley processing products / N. N. Tipsina, O. S. Pulyaeva // Vestnik of KRASSAU. - 2013. - № 8(83). - P. 226-229.
4. Bakaeva, N. P. The state of the protein-carbohydrate complex of grain in case of cultivation of spring wheat in the conditions of the Northern Volga region / N. P. Bakaeva // AIC of Russia: education, science, production: collection of articles of the III All-Russian (national) scientific and practical conference / under the scientific editorship of M. K. Sadygova, M. V. Belova, A. A. Galiullina. - Penza, 2022. - P. 147-150.
5. Koshkin, M. N. Grain quality of spring hard wheat in the conditions of Western Siberia / M. N. Koshkin, I. V. Pototskaya, V. P. Shamanin // Diversity and sustainable development of agrobiocenoses of the Omsk Irtysh region: materials of the All-Russian (national) conference dedicated to the 95th anniversary of the Botanical Garden of Omsk State Agrarian University. - Omsk, 2022. - P. 303-307.
6. Yield and grain quality of pea samples from ecological variety testing in the Omsk ASC / L. V. Omelyanyuk, I. V. Pakhotina, A. M. Asanov, E. Yu. Ignatieva // The paradigm of sustainable development of the Agro-industrial complex in the conditions of modern realities. : Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 70th anniversary of Krasnoyarsk State Agrarian University. - Krasnoyarsk, 2022. - P. 309-313.
7. Pakhotina, I. V. Features of protein content formation in pea grain under the conditions of Western Siberia / I. V. Pakhotina, L. V. Omelyanyuk, E. Yu. Ignatieva Vestnik of KRASSAU. - 2020. - № 10. - P. 60–67.
8. Sumina, A. V. Dependence of protein content in grain of various barley genotypes on the conditions of their cultivation / A. V. Sumina, V. I. Polonskiy // Krasnoyarsk State Agrarian University. - Krasnoyarsk, Russia. - URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1651746583&tld=ru&lang=ru&name=f4.doc&text>
9. Paramonov, A. V. Influence of meteorological conditions on yield and grain quality of spring barley in the Azov zone of Rostov region // Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems. - 2020. - № 2 (38). - P. 151–162. - URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article/?n=1048>  
DOI: 10.31774/2222-1816-2020-2-151-162
10. Zavlin, A. A. Nitrogen and wheat grain quality / A. A. Zavlin, O. A. Sokolov // Soil Fertility. - 2018. - № 1. - P. 14–17.
11. Formation of grain quality of varieties of spring soft wheat / N. Z. Vasilova, D. I. Askhadullin, Dr. F. Askhadullin [et al.] // Achievements of Science and Technology of the AIC. - 2016. - V. 30, № 11. - P. 42–44.
12. The content of the mass fraction of protein and gluten in varieties of winter soft wheat of the intensive type of breeding of All-Russian Research Institute of Grain Crops named after I.G. Kalinenko. / N. S. Kravchenko, N. N. Vozhzhova, N. G. Ignatieva [and others] // Grain Economy of Russia. - 2015. - № 6. - P. 34–38.
13. Aniskov, N. I. Adaptive potential of winter rye varieties of VIR breeding in terms of "protein content in grain" in the conditions of Leningrad region / N. I. Aniskov, I. V. Safonova, V. I. Khoreva // Works on Applied botany, genetics and breeding. - 2019. - V. 180, № 1. - P. 44-51.
14. Deriglazova, G. M. Influence of natural and anthropogenic factors on yield and grain quality of spring barley / G. M. Deriglazova // Agriculture. - 2012. - № 6. - P. 43–45.
15. Karimov, Kh. Kh. Priority areas of scientific research on the impact of climate change on biodiversity / Kh. Kh. Karimov // Izvestiya og Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan. - 2008. - № 1 (162). - P. 7-14.
16. Semenov, M. A. Identifying target traits and molecular mechanisms for wheat breeding under a changing climate / M. A. Semenov, N. G. Halford // J. Ex. Botany. - 2009. - Vol. 60, № 10. - P. 2791-2804.
17. Mitrofanova, O.P. New genetic resources in wheat breeding for increase of protein content in grain / O.P. Mitrofanova, A.G. Khakimova // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. - 2016. - V. 20, № 4. - P. 545-554.
18. Specificity of combinations of qualitative and quantitative characteristics of gluten in genotypes of alloctoplasmic spring wheat with Wx-B1a allele / O. G. Semenov [et al.] // Vestnik of the Peoples' Friendship University of Russia. Series. Agronomy and animal husbandry. - 2018. - V. 13, № 1. - P. 14–25. - DOI: 10.22363/2312-797X:2018-13-1-14-25. 4.
19. Omelyanyuk, L. V. Inheritance and variability of protein content in pea seeds depending on the genotype and environmental conditions / L. V. Omelyanyuk, A. M. Asanov, Yu. V. Kolmakov // Agricultural biology. - 2006. - № 2. - P. 109-113.
20. Methods of state variety testing of agricultural crops / under the general editorship of M. A. Fedin. - Moscow, 1985. - 267 p.
21. Dospikhov, B. A. Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results) / B. A. Dospikhov. - Ed. 6th ster., reprint. from 5th ed. 1985 - Moscow: Alliance, 2011. - 352 p. - ISBN 978-5-903034-96-3 (translated)
22. Selyaninov, G. T. Methods of agricultural characteristics of the climate / G. T. Selyaninov. - Moscow: Gidrometeoizdat, 1977. - 220 p.
23. Kondratenko, E.P. The content of protein and amino acids in the grain of winter crops growing on the territory of the forest-steppe of the south-east of Western Siberia / E.P. Kondratenko, O.B. Konstantinova, O.M. Soboleva, E.A. Izhmulkina, N.V. Verbitskaya, A.S. Sukhoi. // Chemistry of plant raw materials - 2015. - No. 3. - P. 143-150.
24. Melnikova, O.V. Yield and amino acid composition of grain of various varieties of spring barley depending on the use of biological products / O.V. Melnikova, V.E. Torikov, I.N. Belous, I.A. Salnikova, G.P. Malyavko, S.M. Sychev // Agrarian science. - 2022. - 362 (9). - P. 137-142. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-137-142>
25. Bosieva, O.I. Protein content and amino acid composition of triticale grain / O.I. Bosieva, E.A. Plieva, G.F. Dzhiyeva // Izvestiya Gorsky GAU. - 2011. - Vol. 48. - No. 2. - P. 102-104.
26. Lukyanova, M.V. The gene pool of grain-forage crops for breeding purposes in Russia / M.V. Lukyanova, V.E. Merezsko // Rye and grain-forage crops. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. - S.-P., 1997. - T. 151. Issue 1. - P. 42-47.
27. Kadyrov, A.M. Recommendations for the care of crops and harvesting of malting barley / A.M. Kadyrov // Belarusian agriculture. - Minsk. - 2007. - No. 6 - P. 42-46.