

Вера Ивановна Никитина<sup>1</sup>, Александр Александрович Количенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

<sup>2</sup>Госсорткомиссия по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва, Красноярск, Россия

<sup>1</sup>vi-nikitina@mail.ru

<sup>2</sup>inspectorate24@yandex.ru

## КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ В РАЗНЫХ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Цель исследования – оценить группы спелости (раннеспелые, среднеранние, среднеспелые и среднепоздние) мягкой яровой пшеницы по основным товарным технологическим качествам зерна, выделить зоны с лучшими их показателями. Проанализировано содержание белка и клейковины у сортов яровой пшеницы 4 групп спелости в 6 природно-климатических зонах Красноярского края (III (Казачинский сортоучасток), IV (Дзержинский, Саянский), V (Сухобузимский, Уярский), VI (Назаровский, Ужурский), VII (Каратузский), VIII (Минусинский, Краснотуранский), проходившим сортоиспытание с 2005 по 2020 г. В большинстве случаев корреляция количества белка с урожайностью по многим сортоучасткам отрицательная и недостоверная. Корреляционная связь содержания клейковины с урожайностью по изучаемым географическим пунктам имеет различия по сравнению с взаимосвязью урожайности с белком. Количество белка и клейковины в разных почвенно-климатических зонах достоверно выше у раннеспелых сортов по отношению к среднеспелым и среднепоздним. Более низкие значения по количеству белка оказались у сортов по всем группам спелости на Дзержинском, Саянском и Назаровском сортоучастках. Лучшее по количеству белка зерно формируется на Краснотуранском, Каратузском и Уярском сортоучастках. Фенотипическая изменчивость белка связана с взаимодействием факторов «сортоучастки × годы» (46,4–55,3 %), затем «сортоучастки» (25,6–37,3 %), меньший вклад остается на «годы» (7,1–18,5 %). Содержание клейковины больше 30 % показывают сорта по всем группам спелости на Краснотуранском, Каратузском, у раннеспелых и среднеранних сортов на Минусинском, Уярском, Сухобузимском сортоучастках. Ниже 30 % количество клейковины у сортов всех групп спелости на Дзержинском, Саянском и Назаровском сортоучастках. Изменчивость содержания клейковины так же в основном зависит от взаимодействия двух факторов «годы × сортоучастки»: на 44,9 % у среднеранних сортов до 52,2 % – среднеспелых. Существенное действие на изменчивость клейковины оказывают зоны возделывания (сортоучастки) – 22,3–36,2 %, особенно для раннеспелых и среднеранних сортов. Годы вызывают большую изменчивость данного признака у среднеспелых сортов (25,4 %).

**Ключевые слова:** сорт, группы спелости, почвенно-климатические зоны, фенотипическая изменчивость, белок, клейковина, корреляция

**Для цитирования:** Никитина В.И., Количенко А.А. Качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости в разных почвенно-климатических зонах Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2025. № 1. С. 57–65. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-1-57-65.

Vera Ivanovna Nikitina<sup>1</sup>, Alexander Alexandrovich Kolichenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

<sup>2</sup>State Commission for Variety of Plants in Krasnoyarsk Region, the Republic of Khakassia and the Republic of Tyva, Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup>vi-nikitina@mail.ru

<sup>2</sup>inspectorate24@yandex.ru

## GRAIN QUALITY OF SPRING SOFT WHEAT VARIETIES OF DIFFERENT RIPENESS GROUPS IN DIFFERENT SOIL AND CLIMATIC ZONES OF THE KRASNOYARSK REGION

The aim of the study is to evaluate maturity groups (early, mid-early, mid-season and mid-late) of soft spring wheat according to the main commercial technological qualities of grain, and to identify zones with the best indicators. The protein and gluten content of spring wheat varieties of 4 maturity groups in 6 natural and climatic zones of the Krasnoyarsk Region (III (Kazachinsky variety plot), IV (Dzerzhinsky, Sayansky), V (Sukhobuzimsky, Uyarsky), VI (Nazarovsky, Uzhursky), VII (Karatusky), VIII (Minusinsky, Krasnoturansky) were analyzed, which underwent variety testing from 2005 to 2020. In most cases, the correlation between the amount of protein and yield for many variety plots is negative and unreliable. The correlation between the gluten content and yield for the studied geographical points has differences compared to the relationship between yield and protein. The amount of protein and gluten in different soil and climatic zones is significantly higher in early-ripening varieties compared to mid-ripening and mid-late varieties. Lower values for the amount of protein were found in varieties in all maturity groups at the Dzerzhinsky, Sayansky and Nazarovsky variety plots. The best grain in terms of protein content is formed at the Krasnoturansky, Karatusky and Uyarsky variety plots. Phenotypic variability of protein is associated with the interaction of the factors "variety plots × years" (46.4–55.3 %), then "variety plots" (25.6–37.3 %), a smaller contribution remains for "years" (7.1–18.5 %). The gluten content of more than 30 % is shown by varieties in all maturity groups at the Krasnoturansky, Karatusky, and early and mid-early varieties at the Minusinsky, Uyarsky, Sukhobuzimsky variety plots. The amount of gluten in varieties of all maturity groups at the Dzerzhinsky, Sayansky and Nazarovsky variety testing sites is below 30 %. Variability of gluten content also depends mainly on the interaction of two factors "years × variety plots": by 44.9 % for mid-early varieties to 52.2 % for mid-season varieties. Cultivation zones (variety plots) have a significant effect on gluten variability – 22.3–36.2 %, especially for early and mid-season varieties. Years cause greater variability of this trait in mid-season varieties (25.4 %).

**Keywords:** variety, maturity groups, soil and climatic zones, phenotypic variability, protein, gluten, correlation

**For citation:** Nikitina VI, Kolichenko AA. Grain quality of spring soft wheat varieties of different ripeness groups in different soil and climatic zones of the Krasnoyarsk Region. *Bulliten KrasSAU*. 2025;(1):57–65 (In Russ.). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2025-1-57-65>.

**Введение.** Климат земледельческих зон Красноярского края разнообразен, основные его показатели (температура воздуха, сумма осадков, запасы почвенной влаги) различаются в 2–4 раза и более, а внутри каждой из зон – в 1,5–3 раза [1]. Особенностью является неравномерное распределение осадков по месяцам. Весной их выпадает около 13 % от годового количества. Отмечаются часто повторяющиеся засушливые условия в этот период. Максимум осадков (до 40,0 %) приходится на вторую половину лета (июль–август). В августе происходит понижение среднесуточной температуры воздуха, наблюдаются ранние осенние заморозки, начиная со второй декады августа. Это приводит к ухудшению посевных и технологических показателей качества зерна, увеличению его потерь, особенно при уборке. Поэтому очень важно подбирать сорта для каждой почвенно-климатической зоны в оптимальном соотношении по группам спелости, способных формировать высокое качество зерна.

А.В. Алабушев, А.В. Гуреева, С.А. Раева [2] отмечают, что наша страна располагает основными генетическими ресурсами в мире, чтобы получать зерно высокого качества, но при этом производит пшеницы I и II классов менее 1 % от общего объема. Мало производится зерна ценной и очень мало – сильной пшеницы.

В ГОСТ 34702–2020 на пшеницу хлебопекарную дается следующая классификация по массовой доле белка в пересчете на СВ, %, не менее: 13,5 (сильная – улучшитель); 12,5 (средняя по силе – ценная по качеству); 11 (филлер); 8 (слабая). В большинстве стран Европы для хлебопечения используют пшеницу и пшеничную муку с массовой долей белка 10–12 %, реже – 14 %, производства мучных кондитерских изделий – 8–10 %. На территории России для производства муки берут зерно пшеницы III и IV класса с содержанием белка 10–12 %, клейковины – 23–25 % [3].

Отрасли селекции и семеноводства отводится главная роль в увеличении объемов произ-

водства высококачественного зерна продовольственной пшеницы в России [4].

**Цель исследования** – оценить группы спелости (раннеспелые, среднеранние, среднеспелые и среднепоздние) мягкой яровой пшеницы по основным товарным технологическим качествам зерна, выделить зоны с лучшими их показателями.

**Объекты и методы.** Объектом исследования были сорта яровой пшеницы 4 групп спелости, которые проходили сортоиспытание с 2005 по 2020 г. в шести природных зонах края: III (Казачинский сортоучасток), IV (Дзержинский, Саянский), V (Сухобузимский, Уярский), VI (Назаровский, Ужурский), VII (Каратузский), VIII (Минусинский, Краснотуранский). Зоны: III – подтайга низ-

менности, IV – подтайга предгорий, V – Канско-Красноярская лесостепь, VI – лесостепь Причумылья, VII – южная лесостепь, VIII – степь предгорий на обыкновенных и южных черноземах.

Изучение сортов на сортоучастках края проводится в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5, 6]. Статистическая обработка данных осуществлена по общепринятым статистическим программам.

**Результаты и их обсуждение.** Основными показателями, характеризующими качество сортов пшеницы, являются содержание белка и клейковины в зерне. По группам спелости отмечается разная взаимосвязь количества белка и клейковины с урожайностью (рис. 1, 2).

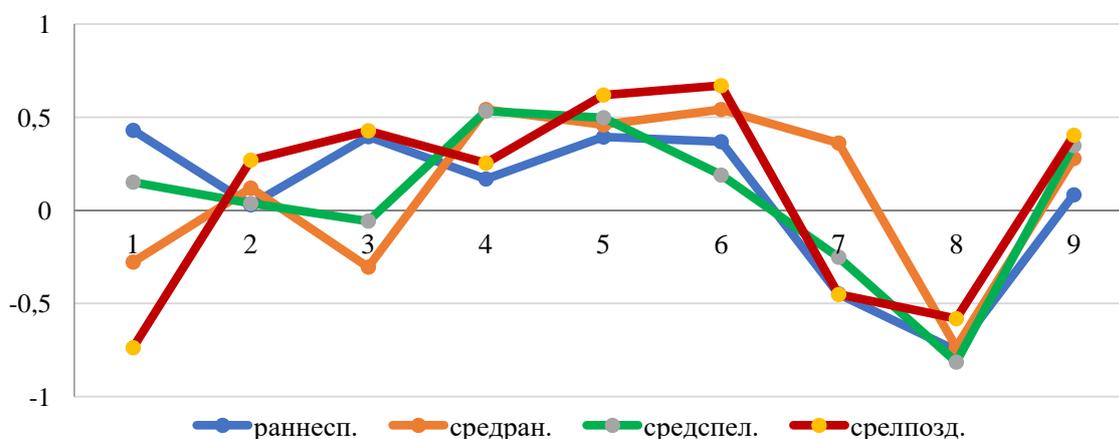


Рис. 1. Корреляционная связь содержания белка с урожайностью по группам спелости. Достоверно на уровне 5 %:  $r = 0,521$ :

1 – Казачинский сортоучасток; 2 – Дзержинский; 3 – Саянский; 4 – Сухобузимский; 5 – Уярский; 6 – Назаровский; 7 – Каратузский; 8 – Краснотуранский; 9 – Минусинский

Correlation of protein content with yield by ripeness groups. Significantly at the level of 5 %:  $r = 0.521$ : 1 – Kazachinsky variety; 2 – Dzerzhinsky; 3 – Sayansky; 4 – Sukhobuzimsky; 5 – Uyarsky; 6 – Nazarovsky; 7 – Karatuzsky; 8 – Krasnoturansky; 9 – Minusinsky

В основном корреляция количества белка с урожайностью по многим сортоучасткам отрицательная и недостоверная. На Уярском сортоучастке выявлена тенденция положительной корреляции белка по всем группам спелости, особенно для среднепоздних сортов; Назаровском – кроме среднеспелых сортов. На Сухобузимском сортоучастке наблюдается достоверная положительная корреляция белка с урожайностью у среднеранних и среднеспелых сортов. На Краснотуранском сортоучастке получена существенная обратная корреляция по данным показателям для всех групп спелости.

Обнаружены различия по взаимосвязи содержания клейковины с урожайностью по срав-

нению с корреляцией урожайности с белком (рис. 2). Только на Краснотуранском сортоучастке сохраняется отрицательная корреляция количества клейковины с урожайностью. Обратная корреляция имеется у среднеранних и среднепоздних сортов на Казачинском, среднепоздних – Сухобузимском сортоучастке; положительная для среднепоздних сортов – Назаровский сортоучасток.

Анализ содержания белка в разных почвенно-климатических зонах выявил достоверно большее его количество у раннеспелых сортов по отношению к среднеспелым и среднепоздним (рис. 3).

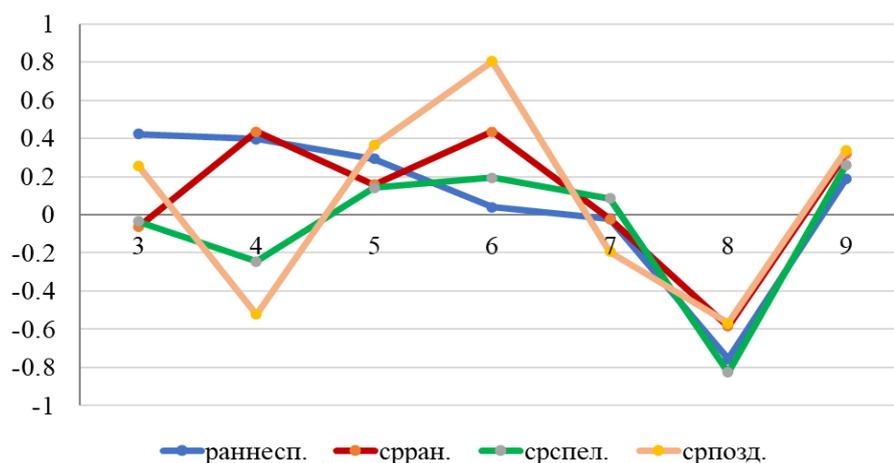


Рис. 2. Корреляционная связь содержания клейковины с урожайностью по группам спелости

Correlation of gluten content with yield by ripeness groups

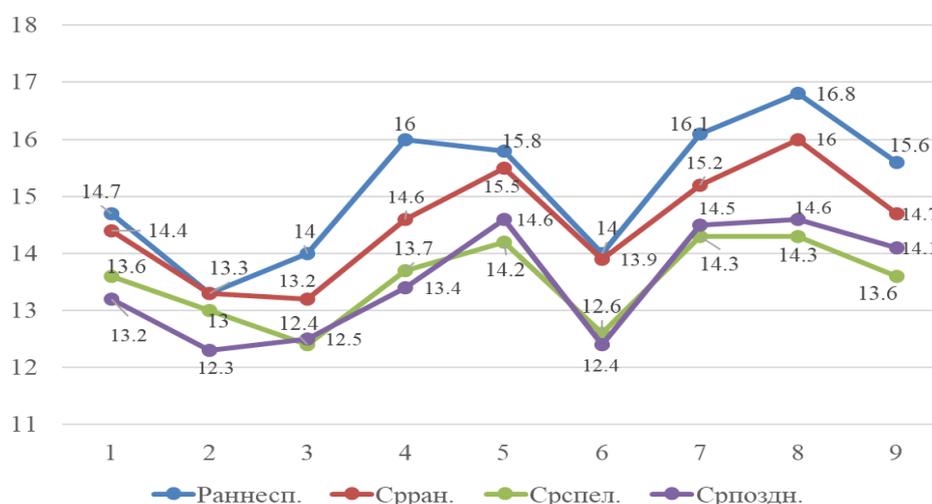


Рис. 3. Содержание белка в сортах разных групп спелости в основных земледельческих зонах Красноярского края,  $HCP_{05} = 0,25\%$ :

1 – Казачинский сортоучасток; 2 – Дзержинский; 3 – Саянский; 4 – Сухобузимский; 5 – Уярский; 6 – Назаровский; 7 – Каратузский; 8 – Краснотуранский; 9 – Минусинский

Protein content in varieties of different ripeness groups in the main agricultural zones of the Krasnoyarsk Territory,  $HCR_{05} = 0.25\%$ : 1 – Kazachinsky variety; 2 – Dzerzhinsky; 3 – Sayansky; 4 – Sukhobuzimsky; 5 – Uyarsky; 6 – Nazarovsky; 7 – Karatuzsky; 8 – Krasnoturansky; 9 – Minusinsky

Для большинства зон и находящихся в них сортоучастков (Казачинский, Саянский, Сухобузимский, Уярский, Каратузский, Краснотуранский, Минусинский) у раннеспелых сортов существенно больше белка, чем у среднеранних. Только на 2 сортоучастках (Дзержинский, Назаровский) сорта показали близкие значения по белку, как у раннеспелых, так и среднеранних сортов.

В большинстве случаев у среднепоздних сортов показатели белка существенно ниже, чем у среднеспелых, хотя на Уярском, Краснотуранском и Минусинском сортоучастках, на-

оборот, они формируют лучшее по качеству зерно. В VIII природной зоне для среднепоздних сортов складываются благоприятные условия по среднесуточной температуре и сумме осадков в период налива и созревания зерна. Уярский сортоучасток расположен в V зоне, которая значительно отличается от VIII зоны, и более высокое содержание белка у среднепоздних сортов здесь можно объяснить сочетанием положительных среднесуточных температур, суммы осадков и относительной влажности воздуха для этой группы сортов.

Три сортоучастка (Саянский, Назаровский, Каратузский) показывают сходное содержание белка (в пределах ошибки опыта) как у средне-спелых, так и среднепоздних сортов. По всем группам спелости ниже содержание белка на Дзержинском, Саянском и Назаровском сортоучастках. Лучшее по количеству белка зерно

формируется на Краснотуранском, Каратузском и Уярском сортоучастках.

Анализ изменчивости количества белка показал, что его содержание в зерне зависит от сортоучастков. Доля вклада их в изменчивость белка выше у среднепоздних сортов (37,3 %), меньше – среднеспелых (25,6 %) (рис. 4).

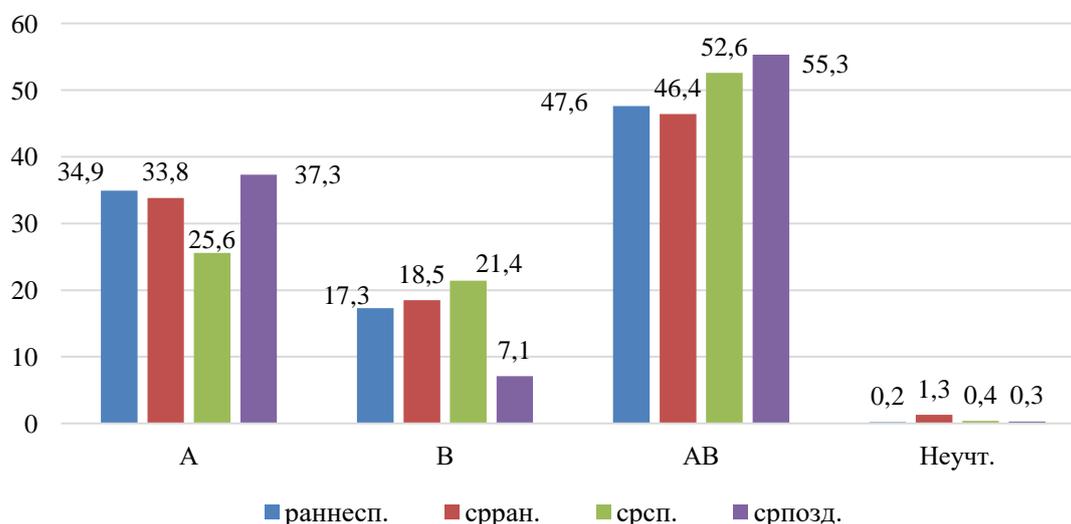


Рис. 4. Доля влияния изучаемых факторов на изменчивость количества белка, %:  
A – сортоучастки, B – годы

The proportion of influence of the studied factors on the variability of protein quantity, %:  
A – variety stages, B – years

Влияние вклада условий вегетации в варьирование белка на 4,2–30,2 % ниже, чем почвенно-климатических зон. Низкая доля вклада фактора «годы» в изменчивость белка у среднепоздних сортов (7,1 %), более высокая – среднеспелых (21,4 %). Значительно больший процент приходится на взаимодействие двух факторов «годы x сортоучастки», что указывает на нестабильное поведение сортов в исследуемых условиях среды. Диапазон доли взаимодействия составил 46,4–55,3 %, более высокий у среднепоздних и среднеспелых сортов.

Вклад факторов «группы спелости» и «зоны возделывания» получил преобладающее действие на изменчивость содержания белка «сортоучастков» (57,6 %). Доля воздействия «групп спелости» на качественный признак получена 36,4 %. Взаимодействие этих двух факторов вызывает варьирование содержания белка 5,5 %.

Е.А. Егушова и Е.П. Кондратенко [7] в своей работе отмечают, что содержание белка в зерне пшеницы в основном определяется климатическими условиями зоны выращивания, его увели-

чение происходит с запада на восток и с севера на юг европейской части нашего государства.

Условия вегетации имеют доминирующее влияние на формирование массовой доли белка и клейковины в зерне [8–11].

Содержание в зерне белка и клейковины повышается при выращивании растений при повышенных температурах и недостаточной обеспеченности их влагой.

Содержание клейковины тесно коррелирует с количеством белка в зерне, поскольку клейковина представляет в своей основе белковое вещество.

В основном везде связь существенная, только на Казачинском сортоучастке для среднеранних, Сухобузимском – среднеспелых, Каратузском – среднепоздних сортов она не достоверна (рис. 5).

Установлено, что технологические и хлебопекарные свойства зерна пшеницы зависят от состава и свойств клейковинных белков и образуемой ими клейковины [12, 13].

Несоответствие условий при созревании зерна ведет к изменению фракционного состава белков и к изменению качества клейковины.

Для пшеницы содержание клейковины в зерне определяется теми же факторами, что и количество общего белка, это показывают наши данные (рис. 6).

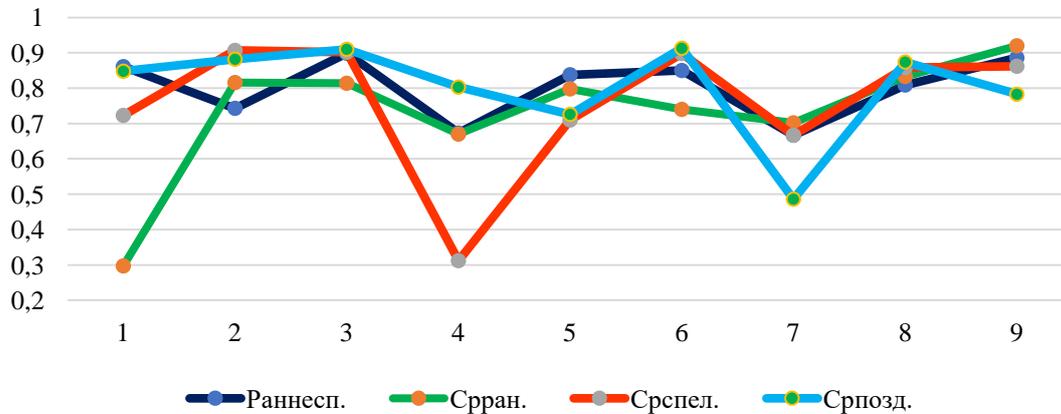


Рис. 5. Корреляционная связь содержания белка и клейковины. Достоверно на уровне 5 %:  $r = 0,521$

Correlation between protein and gluten content. Significantly at the level of 5 %:  $r = 0.521$

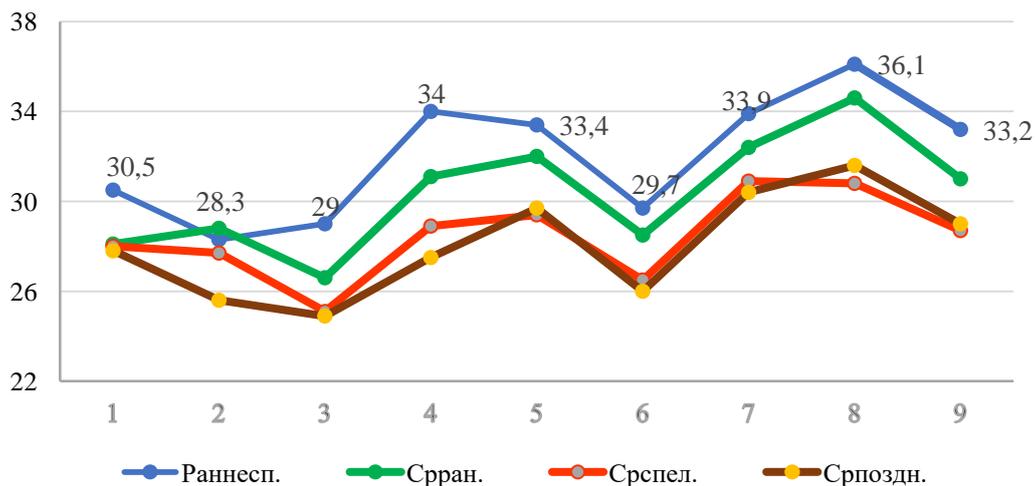


Рис. 6. Содержание клейковины на сортоучастках края по природным зонам, %  $HCR_{05} = 0,30$

Gluten content on the cultivar sites of the region by natural zones, %  $HCR_{05} = 0.30$

Так же, как и содержание белка, количество клейковины снижается от раннеспелых сортов к среднепоздним. Только на Дзержинском сортоучастке выше содержание клейковины у среднеранних сортов на 0,5 % чем раннеспелых, а на Краснотуранском у среднепоздних сортов больше на 0,8 %, чем у среднеспелых. Выше 30 % содержание клейковины показывают сорта по всем группам спелости на Краснотуранском, Каратузском, у раннеспелых и среднеранних сортов – Минусинском, Уярском, Сухобузимском сортоучастках. Показатели ниже 30 % по коли-

честву клейковины у сортов всех групп спелости на Дзержинском, Саянском и Назаровском сортоучастках.

Согласно средним данным по клейковине по группам спелости выше они у раннеспелых сортов (32,0 %), затем у среднеранних – 30,3 %, среднеспелых – 28,4 %, среднепоздних – 28,0 %.

Фенотипическая изменчивость содержания клейковины в основном зависит от взаимодействия двух факторов «годы × сортоучастки» на 44,9 % у среднеранних сортов до 52,2 % – среднеспелых (рис. 7).

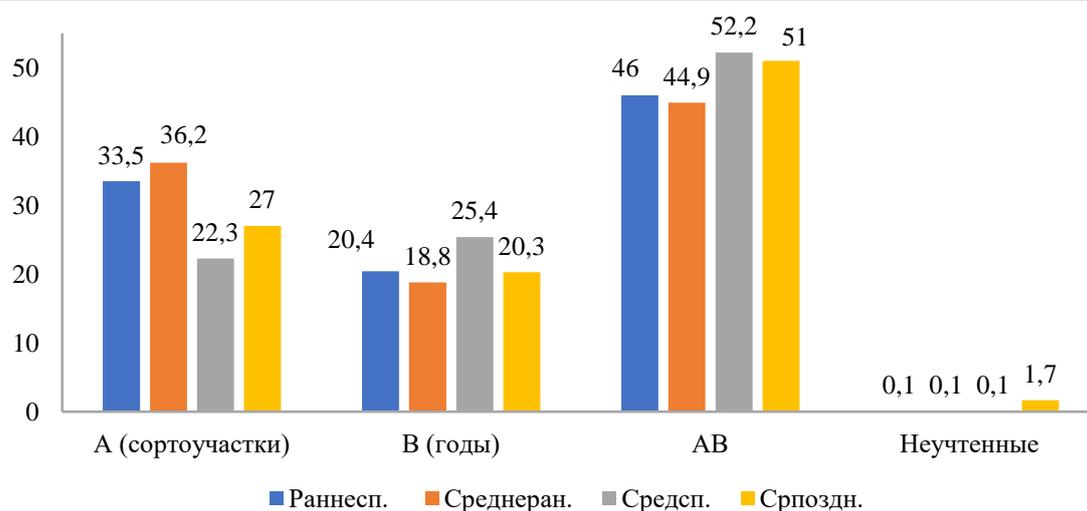


Рис. 7. Доля влияния изучаемых факторов на фенотипическую изменчивость количества клейковины, %

*The proportion of influence of the studied factors on the phenotypic variability of the amount of gluten, %*

Существенное действие на изменчивость клейковины оказывают зоны возделывания (сортоучастки) – 22,3–36,2 %, особенно для раннеспелых и среднеранних сортов. Годы вызывают большую изменчивость данного признака у среднеспелых сортов (25,4 %).

В период созревания зерна синтез разных белковых фракций происходит с неодинаковой интенсивностью. Общее накопление белка в зерне пшеницы осуществляется с изменением его фракционного состава. Концентрация в зерне запасных белков на ранних этапах его созревания очень низкая. Начало активного синтеза клейковинных белков идет в конце молочной спелости и продолжается до полного созревания пшеницы, наоборот, белки альбуминоглобулинового типа более интенсивно синтезируются в фазе формирования зерна и начале молочной спелости [14, 15]. В некоторых случаях под влиянием определенных условий клейковинный белок может резко изменять свои физико-химические свойства, при этом он теряет в большей или меньшей степени способность образовывать слитную гидратированную массу сырой клейковины, что приводит к уменьшению выхода отмываемой клейковины при достаточном количестве в зерне общего белка.

Не всегда взаимосвязь белка с метеорологическими факторами совпадает с зависимостью клейковины от них, что объясняется исследованиями многих авторов. По среднесуточной температуре благоприятные условия для накопления клейковины складываются на Саянском

( $r = 0,415...0,541$ ), Назаровском ( $r = 0,513...0,659$ ) сортоучастках для среднепоздних сортов, Сухобузимском – раннеспелых ( $r = 0,508...0,530$ ), Уярском – среднеспелых ( $r = 0,490...0,568$ ) и среднепоздних сортов ( $r = 0,408...0,533$ ). Существенная положительная корреляция суммы осадков с количеством клейковины выявлена на Казачинском сортоучастке для среднеспелых сортов ( $r = 0,406...0,500$ ), Дзержинском ( $r = 0,468...0,824$ ), Уярском ( $r = 0,424...0,586$ ) для сортов всех групп спелости, Саянском – среднеспелых ( $r = 0,427...0,598$ ), Сухобузимском – среднеранних сортов ( $r = 0,455...0,517$ ). С относительной влажностью воздуха во время накопления клейковины достоверная взаимосвязь наблюдается на Уярском сортоучастке для сортов всех групп спелости ( $r = 0,470...0,903$ ), Сухобузимском – среднеспелых ( $r = 0,429...0,637$ ) и среднепоздних ( $r = 0,651...0,794$ ), Каратузском – среднеспелых ( $r = 0,419...0,610$ ) и среднепоздних сортов ( $r = 0,412...0,792$ ).

**Заключение.** Проработка данных по содержанию белка и клейковины в зерне у сортов разных групп спелости за период с 2005 по 2020 гг. в 6 природных зонах Красноярского края показала, что их содержание в зерне определяется примерно одинаковыми метеорологическими факторами. Количество белка и клейковины снижается от раннеспелых сортов к среднепоздним. Лучшее зерно по количеству белка формируется на Краснотуранском, Каратузском и Уярском сортоучастках. Ниже содержание белка по всем группам спелости на Дзержинском, Саянском и Наза-

ровском сортоучастках. На Уярском, Красноуранском, Минусинском сортоучастках средне-поздние сорта формируют более высокое содержание белка в зерне, чем среднеспелые. Выше 30 % содержание клейковины показывают сорта на Красноуранском, Каратузском по всем

группам спелости, Минусинском, Уярском, Сухобузимском сортоучастках – раннеспелых и среднеранних групп. Показатели ниже 30 % по количеству клейковины у сортов всех групп спелости на Дзержинском, Саянском и Назаровском сортоучастках.

### Список источников

1. Лисунов В.В. Пути совершенствования зональных систем обработки почвы в агроландшафтах Приенисейской Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Красноярск. 1997. 34 с. EDN: ZJPQDB.
2. Алабушев А.В., Гуреева А.В., Раева С.А. Состояние и направления развития зерновой отрасли // Ростов н/Д: Книга, 2009. 192 с. EDN: UPZKSB.
3. Петриченко В.В., Bert Strubbe, Шаззо А.Ю. Оборудование – ингредиенты // Хлебопродукты. 2021. № 9. С. 30–33. EDN: QHIPQB.
4. Березкин А.Н., Малько А.М., Смирнова Л.А., ир др. Факторы и условия развития семеноводства сельскохозяйственных растений в Российской Федерации. М., 2006. 302 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (общая часть). Вып. 1. М.: Колос, 1985. 269 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / под ред. А.И. Григорьева. М.: Колос, 1989. 194 с.
7. Егушова Е.А., Кондратенко Е.П. Изменчивость хозяйственно-ценных признаков озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 9. С. 19–24. EDN: PCKAXT.
8. Сухоруков А.Ф., Шаболкина Е.Н., Сухоруков А.А. Результаты селекции озимой пшеницы на качество зерна в Самарском НИИСХ // Зерновое хозяйство России. 2010. № 3. С. 33–37. EDN: MVOUVB.
9. Tomić J., Torbica A., Popović L., et al. Wheat breadmaking properties in dependence on wheat enzymes status and climate conditions. *Food Chemistry*. 2016;199:565-572. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.12.031 EDN: WRFHNF.
10. Li J., Liu X., Yang X., et al. Proteomic analysis of the impacts of powdery mildew on wheat grain. *Food Chemistry*. 2018;261:30-35. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.024>.
11. Hajas L., Scherf K.A., Török K., et al. Variation in protein composition among wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to identify cultivars suitable as reference material for wheat gluten analysis. *Food Chemistry*. 2018;267:387-394.
12. Новиков Н.Н., Войцесса Б.В. Действие фиторегуляторов на синтез белка и качество зерна пшеницы // Изв. ТСХА, 1995. Вып. 1. С. 65–75.
13. Weegels P.L., Orsel R., Van de Pijpekamp A.M., et al. Functional properties of low Mr. Wheat properties. 2. Effects on dough properties. *J. Cereal Sci.* 1995;21(2):117-126. [https://doi.org/10.1016/0733-5210\(95\)90027-6](https://doi.org/10.1016/0733-5210(95)90027-6).
14. Bechtel D.B., Gaines R.L., Pomeranz Y. Protein secretion in wheat endosperm – Formation of the matrix protein. *Cereal Chem.* 1982;59(5):336-343.
15. Новиков Н.Н. Белки зерна пшеницы и формирование качества урожая: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1995. 62 с.

### References

1. Lisunov VV. Ways to improve zonal tillage systems in the agro-landscapes of Yenisei Siberia: avtoref. dis. ... d-ra s.-h. nauk. Krasnoyarsk, 1997. 34 p. (In Russ.). EDN: ZJPQDB.
2. Alabushev AV, Gureeva AV, Raeva SA. The state and directions of development of the grain industry. Rostov n/D.: Kniga, 2009. 192 p. (In Russ.). EDN: UPZKSB.
3. Petrichenko VV, Shtrubbe B, Shazzo AYU. Gluten or protein? *Hleboprodukty*. 2021;(9):30-33. (In Russ.). EDN: QHIPQB.

4. Berezkin AN, Mal'ko AM, Smirnova LA, et al. Factors and conditions of development of seed production of agricultural plants in the Russian Federation. M., 2006. 302 p. (In Russ.).
5. The methodology of the state variety testing of agricultural crops. Issue 1. General part. M.: Kolos, 1985. 269 p. (In Russ.).
6. The methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue 2. Cereals, cereals, legumes, corn and fodder crops / ed. AI Grigor'ev. M.: Kolos, 1989. 194 p. (In Russ.).
7. Egushova EA, Kondratenko EP. Variability of economically valuable characteristics of winter wheat in the forest-steppe zone of Western Siberia. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2012;(9):19-24. (In Russ.). EDN: PCKAXT.
8. Suhorukov AF, Shabolkina EN, Suhorukov AA. The results of winter wheat breeding for grain quality in the Samara Research Institute. *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2010;(3):33-37. (In Russ.).
9. Tomić J, Torbica A, Popović L, et al. Wheat breadmaking properties in dependence on wheat enzymes status and climate conditions. *Food Chemistry*. 2016;199:565-572. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.12.031 EDN: WRFHNF.
10. Li J, Liu X, Yang X, et al. Proteomic analysis of the impacts of powdery mildew on wheat grain. *Food Chemistry*. 2018;261:30-35. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.024>.
11. Hajas L, Scherf KA., Török K, et al. Variation in protein composition among wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to identify cultivars suitable as reference material for wheat gluten analysis. *Food Chemistry*. 2018;267:387-394.
12. Novikov NN, Vojessa BV. The effect of phyto regulators on protein synthesis and wheat grain quality. *Izvestiya TSHA*. 1995;1:65-75. (In Russ.).
13. Weegels PL, Orsel R, Van de Pijpekamp AM, et al. Functional properties of low Mr. Wheat properties. 2. Effects on dough properties. *J. Cereal Sci*. 1995;21(2):117-126. [https://doi.org/10.1016/0733-5210\(95\)90027-6](https://doi.org/10.1016/0733-5210(95)90027-6).
14. Bechtel DB, Gaines RL, Pomeranz Y. Protein secretion in wheat endosperm – Formation of the matrix protein. *Cereal Chem*. 1982;59(5):336-343.
15. Novikov NN. Wheat grain proteins and crop quality formation: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. M., 1995. 62 s. EDN: ZIROFF. (In Russ.).

Статья принята к публикации 25.12.2024 / The article accepted for publication 25.12.2024.

Информация об авторах:

**Вера Ивановна Никитина**<sup>1</sup>, профессор-консультант кафедры ландшафтной архитектуры и ботаники, доктор биологических наук

**Александр Александрович Количенко**<sup>2</sup>, начальник филиала

Information about the authors:

**Vera Ivanovna Nikitina**<sup>1</sup>, Professor-consultant at the Department of Landscape Architecture and Botany, Doctor of Biological Sciences

**Alexander Alexandrovich Kolichenko**<sup>2</sup>, Branch Manager

