

АГРОНОМИЯ

УДК 633.11:631.52

Е.П. Кондратенко, А.А. Косолапова,
О.М. Соболева, Е.А. Егушова, И.А. Сергеева
Ye.P. Kondratenko, A.A. Kosolapova, O.M. Soboleva,
Ye.A. Yegushova, I.A. Sergeyeva

ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОЛИЧЕСТВА ПЕРВИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ В ЗЕРНЕ РАЗНЫХ ПО СКОРОСПЕЛОСТИ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

THE VARIABILITY OF PRIMARY METABOLITE AMOUNT IN GRAIN OF SOFT SPRING WHEAT VARIETIES OF DIFFERENT RIPENING RATES

Ключевые слова: пшеница яровая мягкая, сорт, погода, белок, крахмал, сахар, жир.

Требования зернового хозяйства повысить качество зерна злаковых культур диктуют необходимость познать биохимические показатели зерна и закономерности формирования тех признаков, от которых зависит качество зерна. Изучено изменение содержания белков, крахмала, сахара, жиров у новых сортов яровой пшеницы в зависимости от генотипа и метеорологических условий года выращивания. У разных по скороспелости сортов содержание белка в зерне различалось за все годы исследований. Проведенный анализ показал, что по содержанию суммарного белка в зерне яровой пшеницы раннеспелой и среднеранней группы спелости достоверно отличались от сортов среднеспелой группы. На уровень белковости зерна значительное влияние оказывали метеорологические условия года выращивания. Более теплая и сухая погода вегетационного периода, особенно конца этого периода, способствует большему накоплению суммарного белка в зерне. При выращивании сортов на серой лесной почве в одних и тех же условиях среды среднеспелые сорта также отличались способностью больше накапливать количество не только белка, но и крахмала, сахара и жиров в зерне. По накоплению первичных метаболитов особый интерес представляют среднеспелые сорта пшеницы, так как они способны формировать на серых лесных почвах высокую продуктивность и качественное зерно. Знание основных закономерностей, способствующих максимальному накоплению белков, углеводов или жиров в зерновке пшеницы, будет способствовать сознательному подбору

сортов этой культуры с высокими показателями качества.

Keywords: soft spring wheat, variety, weather, protein, starch, sugar, fat.

Grain farming requirements to improve grain quality of cereal crops make it necessary to learn grain biochemical indices and formation patterns of the characters which determine grain quality. The changes in the content of protein, starch, sugar and fat in new spring wheat varieties depending on the genotype and meteorological conditions of the growing year were studied. Grain protein content varied over the years of research in the varieties of different ripening rates. Our studies have shown that the total protein content in the grain of spring wheat of early and medium early ripening group were significantly different from that of mid-ripening group. The level of grain protein content was significantly influenced by meteorological conditions of the growing year. Warmer and drier weather of the growing season, especially at the end of the period, contributes to greater total protein accumulation in grain. When being grown on gray forest soil under the same environmental conditions, mid-ripening varieties better accumulated not only protein but also starch, sugar and fat in grain. Mid-ripening wheat varieties are of particular interest in terms of primary metabolite accumulation since they are able to form high quality grain and heavy yield on gray forest soils. The knowledge of the main regularities that contribute to the maximum accumulation of proteins, carbohydrates and fats in wheat kernel will contribute to the conscious selection of the varieties with high quality indices.

Кондратенко Екатерина Петровна, д.с.-х.н., проф., Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. Тел.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Kondratenko Yekaterina Petrovna, Dr. Agr. Sci., Prof., Kemerovo State Agricultural Institute. Ph.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Косолапова Анна Александровна, аспирант, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. Тел.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Соболева Ольга Михайловна, к.б.н., доцент, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. Тел.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Егушова Елена Анатольевна, к.т.н., доцент, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. Тел.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Сергеева Ираида Анатольевна, к.ф.-м.н., доцент, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. Тел.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Kosolapova Anna Aleksandrovna, post-graduate student, Kemerovo State Agricultural Institute. Ph.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Soboleva Olga Mikhaylovna, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Kemerovo State Agricultural Institute. Ph.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Yegushova Yelena Anatolyevna, Cand. Tech. Sci., Kemerovo State Agricultural Institute. Ph.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Sergeyeva Iraida Anatolyevna, Cand. Phys.-Math. Sci., Assoc. Prof., Kemerovo State Agricultural Institute. Ph.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Введение

Урожай сельскохозяйственной культуры – это сложный продукт, получаемый от растений в результате определенного сочетания и взаимодействия природных свойств самого растения и экологических факторов. Изменения в течение периода вегетации экологических факторов существенно влияют на биохимические процессы растений. Химизм растений – это совокупность всех физиологических и биохимических процессов, происходящих в нем в течение периода вегетации, конечным выражением которых является накопление веществ, ради которых оно культивируется. Ценность пшеницы как продукта питания определяется химическим составом ее плода – зерновки.

Зерно имеет первостепенное значение в обеспечении питанием населения планеты и содержит основные элементы, необходимые для жизнедеятельности человека [1, 2]. Однако в последнее десятилетие наблюдается устойчивая тенденция к снижению качества товарного зерна пшеницы [3]. Многочисленные исследования, проведенные в Российской Федерации и за ее пределами, показали, что накопление различных веществ в зерне пшеницы в большей степени зависит от климатических условий района произрастания. К наиболее значимым факторам, по мнению А.П. Головаченко [4] и В.Е. Тихонова с соавторами [5], можно отнести температуру воздуха и количество осадков за периоды всходы-кущение и колошение-восковая спелость зерна. При неблагоприятных условиях в период формирования и налива зерна качество зерна хлебопекарной пшеницы существенно снижается [6].

Разное сочетание погодных условий неодинаково воздействует на ход биохимических процессов в растениях и на характер накопления питательных веществ в зерновке [7].

Известно, что селекция любой культуры во многом определяется исходным материалом. В связи с этим важно знать особенности формирования качества зерна у вовлекаемых в скрещивания сортов пшеницы. Именно сорт является мощным фундаментом производства зерна высокого качества [8].

Е.М. Белоусова также указывает на то, что первостепенная роль в формировании качественного потенциала зерна пшеницы принадлежит сорту [9]. Изучению зависимости качества зерна от генотипа посвящены многочисленные исследования [6, 10-13].

Известно, что в питании человека большую роль играют такие растительные вещества, как белок, углеводы (крахмал, сахара) и жиры, которые относятся к первичным метаболитам. Эти полезные вещества для человека и самого растения являются очень важным материалом для размножения и поддержания жизни. Из всего количества белков, которое дают в мире зерновые злаки, на долю пшеницы приходится 38,4%, а в нашей стране этот показатель равен 70%. Одним из недостатков пшеничного зерна является сравнительно невысокое содержание белка. Поэтому актуальной задачей селекции нашей страны является не только выведение высокоурожайных сортов пшеницы, но и повышение белковости зерна.

Углеводы по количеству занимают первое место среди других веществ зерна и служат основным строительным и энергетическим материалом для клетки. Содер-

жание крахмала в зерне подвержено очень сильным колебаниям в зависимости от метеорологических условий года [16].

Продукты распада жиров в растительных клетках используются для синтеза органических кислот, сахаров и аминокислот. Липиды – это энергетический материал и компоненты клеточных мембран [15].

Изучение генетических ресурсов пшеницы является одной из актуальных проблем, требующих тщательного анализа и определения пределов изменчивости важных биохимических показателей, определяющих качество зерна.

Целью исследований явилось определение диапазона изменчивости содержания белка, крахмала, сахара и жира в зерне одиннадцати различных по скороспелости сортов пшеницы, выращенных на серых лесных почвах в одинаковых экологических условиях.

Условия, объекты и методы исследований

Для сравнительной характеристики качества разных по скороспелости сортов яровой пшеницы отбирались образцы зерна урожая 2013-2015 гг., выращенного на территории Яшкинского ГСУ Кемеровской области на серых лесных почвах.

Почвы опытного участка светло-серые оподзоленные, содержание гумуса составляет 4,4-5,2%, подвижного фосфора и калия – 6 и 10 мг на 100 г почвы. Серые почвы по гранулометрическому составу относятся к тяжелосуглинистым разновидностям, с преобладанием фракции пыли. Они характеризуются близкой к нейтральной реакцией почвенной среды [16].

Метеорологические условия в период исследований отличались нестабильностью по годам и по периодам вегетации. В 2013 г. отмечены недобор положительных температур за период май-август (-52°C к среднесуточным показателям) и переувлажнение за этот же период (отклонение от нормы 146%). Из-за низких температур и высокой влажности воздуха созревшее зерно прорастало на корню. 2014 г. характеризовался обильными осадками в мае и июле и близкой к норме в августе, недостатком осадков в июне (отклонения от нормы составили 63%). Май, июнь были холодными, недобор тепла составил -32°C и -28°C соответственно. В период кущения растений пшеницы стояла жаркая погода с пониженной влажностью в почве, практически куще-

ния в этом году не было, как и формирования вторичной корневой системы. Все это повлияло на накопление химических веществ в зерновке. Вегетационный период 2015 г. характеризовался высокими температурами воздуха и переувлажнением в мае и июле. Отклонение суммы эффективных температур от среднесуточной нормы за период май-август составило $+215^{\circ}\text{C}$.

В качестве объекта исследований были использованы одиннадцать сортов пшеницы разной группы спелости алтайской, новосибирской, омской, уральской и местной селекции:

раннеспелой:

– Руслда – патентообладатель Ананьева Зинаида Петровна;

– Новосибирская 15 – оригинатор ГНУ Сибирский НИИ растениеводства и селекции СО РАСХИ;

– Ирень – оригинатор ГНУ Уральский НИИСХ;

среднеранней:

– Горноуральская – оригинатор ГНУ Уральский НИИСХ;

– Алтайская 70 – оригинатор ГНУ Алтайский НИИСХ;

– Екатерина – оригинатор ФГБНУ Уральский НИИСХ, ООО «Красноуфимский селекционный центр»;

среднеспелой:

– Надежда Кузбасса – патентообладатель Вера Никаноровна Пакуль, Кемеровский НИИСХ;

– Алешина – патентообладатель Ананьева Зинаида Петровна;

– Памяти Афродиты – патентообладатель ГНУ Кемеровский НИИСХ;

– ОмГАУ 90 – патентообладатель ФГБОУ ВО Омский аграрный университет им. П.А. Столыпина;

– Столыпинская – патентообладатель ФГБОУ ВО Омский аграрный университет им. П.А. Столыпина.

Предшественник – пар черный. В связи с плохой погодой в 2013 и 2014 гг. сроки посева были сдвинуты на третью декаду мая и первую декаду июня. В 2015 г. посев проведен в оптимальные сроки во второй декаде мая. Норма высева 6,5 млн на 1 га всхожих семян. Площадь делянок 25 м² в четырехкратной повторности.

Оценка химического состава зерна яровой пшеницы проведена по следующим показателям: массовая доля белка – по ГОСТ 10846-91; содержание сахара и крахмала – по ГОСТ 26176-91, жира – по

ГОСТ 13496.15-97. Исследования проведены в аккредитованной лаборатории ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт животноводства».

Достоверность влияния факторов среды и генетических особенностей сортов на формирование качества зерна определялась методом двухфакторного дисперсионного анализа [17].

Результаты исследований и осуждение

Одним из главных показателей качества пшеницы является содержание в ней белка. В настоящее время основной комплекс факторов, влияющих на накопление белка в зерне пшеницы, можно считать установленным, хотя единого мнения не достигнуто.

Под влиянием факторов внешней среды, наряду с морфобиологическими показателями, изменениям подвергаются также и биохимические показатели [18]. По результатам наших исследований, содержание белка у изучаемых сортов варьировало в широких пределах в зависимости от сорта и года урожая (табл. 1).

Погодные условия вегетационных периодов 2013-2015 гг. оказали значительное влияние на качество зерна яровой пшеницы. Засушливость 2015 г. способствовала тому, что в этот год сформировалось максимальное содержание белка в зерне. Превышение по белку над 2013 и 2014 гг. у раннеспелых сортов составило 4,7 и 3,7%, среднеранних – 3,4 и 3,6%, среднеспелых – 1,3 и 0,7% соответственно. Содержание белка в зерне как одного из важных компонентов качества зависит от внутренних и внешних факторов, от того, как генетический потенциал этого растения реализуется в определенных условиях выращивания.

Данные, приведенные в наших исследованиях, свидетельствуют о том, что во влажные годы (2013-2014 гг.) содержание белка в зерне пшеницы раннеспелых и среднеранних снижается до 9,1-10,2%, среднеспелых – 13,3, в засушливые – повышается до 13,6-14,0%. Снижение этого показателя объясняется «стеканием» зерна, которое проявлялось под влиянием обильных осадков и недобором эффективных температур в период формирования зерновки.

Таблица 1

Содержание (%) и сбор белка (ц/га) разных по скороспелости сортов яровой мягкой пшеницы на серых лесных почвах, 2013-2015 гг.

| Сорта | Годы | | | Среднее по сорту | Средняя урожайность, ц/га | Сбор белка с 1 га |
|--------------------|------|------|------|------------------|---------------------------|-------------------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | | | |
| Раннеспелые сорта | | | | | | |
| Руслада | 9,4 | 11,0 | 14,4 | 11,6 | 12,6 | 118,4 |
| Новосибирская 15 | 9,2 | 10,3 | 13,5 | 11,0 | 12,2 | 134,2 |
| Ирень | 8,6 | 9,0 | 13,8 | 10,5 | 13,1 | 137,6 |
| Среднее по сортам | 9,1 | 10,1 | 13,8 | 11,0 | 12,6 | 130,0 |
| Среднеранние сорта | | | | | | |
| Горноуральская | 9,5 | 9,0 | 13,0 | 10,2 | 10,9 | 111,2 |
| Алтайская 70 | 10,0 | 10,0 | 14,0 | 11,3 | 15,3 | 172,9 |
| Екатерина | 11,0 | 11,0 | 14,0 | 12,0 | 15,7 | 188,4 |
| Среднее по сортам | 10,2 | 10,0 | 13,6 | 11,2 | 13,9 | 157,5 |
| Среднеспелые сорта | | | | | | |
| Алешина | 12,3 | 12,9 | 13,6 | 13,0 | 11,9 | 154,7 |
| Надежда Кузбасса | 12,6 | 13,0 | 13,1 | 12,9 | 18,3 | 236,1 |
| ОмГАУ 90 | 13,2 | 13,5 | 15,1 | 13,9 | 17,4 | 241,0 |
| Памяти Афродиты | 12,8 | 13,6 | 13,8 | 13,4 | 13,6 | 182,2 |
| Столыпинская | – | 13,5 | 14,6 | 14,1 | 23,3 | 328,5 |
| Среднее по сортам | 12,7 | 13,3 | 14,0 | 13,3 | 16,9 | 227,8 |

В благоприятном 2015 г., с достаточным количеством осадков и эффективных температур для произрастания, сорта в среднем сформировали зерно с максимальным содержанием белка – 13,6-14,4%. По содержанию белка были выделены следующие сорта: раннеспелой группы спелости местной селекции Руслада – 14,4%, среднеранней алтайской селекции – Алтайская 70 – 14,0%, Красноуфимского селекционного центра Екатерина – 14,0%, среднеспелой омской селекции ОмГАУ 90 и Столыпинская – 15,1 и 14,6% соответственно. В среднем за годы исследований выделены среднеспелые сорта ОмГАУ и Столыпинская, в зерне которых содержание белка составляло 13% и выше. Изучаемые сорта среднеспелой группы спелости по содержанию белка на 2,1% и более превышали раннеспелые и среднеранние сорта во все годы исследований.

Сравнительным анализом 11 сортов яровой пшеницы в течение 3 лет было установлено, что наибольшей стабильностью обладают по содержанию белка среднеспелые сорта. Коэффициент вариации у пяти среднеспелых сортов был в пределах 3,8-12,6%, т.е. указывал на низкую и среднюю степень изменчивости. У сортов раннеспелой и среднеранней групп спелости этот показатель значительно варьировал – от 25,9 до 37,6% и от 20,8 до 28,5% соответственно. Средние значения содержания белка у большинства сортов были на уровне 12-13%, т.е. соответствовали нормативам на ценную пшеницу (3-й класс ГОСТ Р 52554-2006).

Весьма объективным показателем качества считается сбор белка с урожаем зерна. Установлено, что при одинаковых агроклиматических условиях выращивания на серой лесной почве сбор белка выше у более урожайных среднеспелых сортов пшеницы (табл. 1). Из этой группы по сбору белка с 1 га можно выделить сорта Столыпинская – 328 ц/га, ОмГАУ 90 – 241 ц/га и Надежда Кузбасса – 232,4 ц/га. Следовательно, данная территория не является препятствием для выращивания зерна пшеницы хорошего качества, а напротив, стимул для самого эффективного использования среднеспелых сортов яровой мягкой пшеницы.

Нами проанализировано содержание крахмала в зерне разных по скороспелости сортов яровой пшеницы. Анализ полученных результатов позволил установить, что

варьирование данного показателя зависит от сорта и среды и колеблется от 56,5 до 67,5% (табл. 2). Изменчивость накопления крахмала изучаемых сортов пшеницы по годам исследования, оцененная по величине размаха варьирования, находится в пределах 10,1-13,9%.

Данные таблицы 2 показывают типичную картину изменчивости содержания крахмала в зависимости от группы скороспелости и от обеспеченности влагой и теплом в период роста и развития пшеницы, налива зерна и уборки урожая. В 2013 г. пшеница сформировала в среднем зерно с большим содержанием крахмала на 7,2-9,4%, чем в 2015 г.

Таким образом, практически все сорта пшеницы при возделывании в лесостепной зоне на серых лесных почвах характеризуются высокой стабильностью накопления крахмала в зерне. Большой стабильностью по способности накапливать крахмал в зерне характеризовались среднеранние сорта пшеницы ($V = 10,1\%$). Среднюю изменчивость проявили среднеспелые сорта ($V = 13,9\%$).

Исследования позволили установить, что чем больше количество осадков и чем ниже температура воздуха, тем выше содержание крахмала (табл. 3). В 2013 г. наблюдались избыток осадков в течение всего вегетационного периода, недобор положительных температур за период май-август, это привело к максимальному накоплению крахмала в зерновке. Минимальное количество углеводов отмечено в 2015 г.

Из данных таблицы 3 следует, что в зависимости от условий выращивания наблюдается заметная сортовая изменчивость содержания крахмала, сахара и жира в зерне пшеницы. Сорта Руслада, Екатерина, Памяти Афродиты и Столыпинская уступили другим сортам по содержанию крахмала на 2,2%.

Из данных таблицы 3 следует, что в зависимости от условий выращивания наблюдается заметная сортовая изменчивость содержания крахмала, сахара и жира в зерне пшеницы. Сорта Руслада, Екатерина, Памяти Афродиты и Столыпинская уступили другим сортам по содержанию крахмала на 2,2%.

Результаты определения содержания крахмала в зерне сортов яровой пшеницы свидетельствуют о том, что его количество формировалось у сортов раннеспелой

группы спелости в пределах от 56,5 до 62,6%, среднеранней – от 57,7 до 63,3%, среднеспелой – от 57,2 до 68,5%.

Установлено, что во все годы исследований все среднеспелые сорта яровой мягкой пшеницы формировали больше крахмала по сравнению с сортами ранней и среднеранней группы спелости.

На основании имеющихся данных можно говорить о том, что увеличение количества осадков, понижение температуры воздуха, а также увеличение периода созревания культуры сказываются на количественном содержании крахмала в зерновке.

Представляет интерес изучение другого важного показателя – «отношение содержания крахмала к белку» и «отношение содержания белка к крахмалу» для оценки качества зерна и отбора сортов пшениц на высокую крахмалистость или на высокую белковость. Наименьшая величина данного показателя означает высокое содержание белка. Анализ полученных данных позволил установить, что в зависимости от условий отношение содержания крахмала к белку варьирует от 4,1 у сорта Столыпинская (низкокрахмалистое зерно) до 6,0 и 5,6 у пшеницы сортов Горноуральская и Ирень (высококрахмалистое зерно) соответственно. Наибольшее значение данного показателя свидетельствует о высоком содержании крахмала в зерне. В целом, по всем изученным сортам по данному показателю наибольший диапазон изменчивости выявлен у пшениц среднеранней группы – от 4,9 до 6,0, наименьший – у среднеспелой группы – от 4,1-4,8. Расчет показателя «отношение содержания белка к крахмалу» позволил установить варьирования у раннеспелых и среднеранних от 0,16 Горноуральская (низкобелковое) до 0,2 – Русллада, Ирень, Екатерина, Алтайская 70, среднеспелых от 0,21 – Алешина, Надежда Кузбаса (среднебелковое) до 0,24 – Столыпинская (высокобелковое).

Содержание жира в зерне пшеницы, как видно из результатов исследований, не велико. Варьирование его в зерне у ранне-

спелых составило от 1,2 до 2,6% ($V = 53,8\%$), среднеранних – от 1,4 до 2,2% ($V = 36,4\%$), среднеспелых – от 1,2 до 2,5% ($V = 52,0\%$). Размах варьирования в зависимости от сортовых особенностей и условий среды высокий. По содержанию жира в зерне выделились среднеспелые сорта пшеницы. Все сорта пшеницы в 2015 г. содержали липидов меньше по сравнению с 2013-2014 гг.

Установлено, что содержание сахаров в зерне в зависимости от среды и сортовых особенностей изменяется сравнительно в небольших пределах – от 4,5 до 5,6% (табл. 3). Какой-либо закономерности в изменчивости сахаров не удалось отметить.

Нами рассчитаны коэффициенты корреляции между суммой эффективных температур и осадков за вегетационный период и содержанием первичных метаболитов в зерне. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа основных биохимических показателей представлены в таблице 4.

Из анализа корреляционных данных следует, что на содержание белка оказывает большое влияние сумма эффективных температур за период вегетации растения пшеницы. В то же время сумма осадков заметного влияния на содержание белка не оказывает.

Средний коэффициент корреляции между содержанием сахара и метеоусловиями (температура и осадки) за вегетационный период имеет значение $r = 0,5$, что предполагает слабое влияние. Содержание крахмала имеет резко отрицательную корреляцию $r = -0,97$ с температурой и корреляцию, близкую к единице с уровнем осадков за вегетационный период. Необходимо отметить, что более тесную связь с погодными условиями имеют ранние и среднеранние сорта пшеницы, для которых коэффициент корреляции между осадками и содержанием жира в зерне имеет высокое, близкое к единице, значение, что говорит о высоком влиянии влаги на накопление жира.

Таблица 2

Содержание крахмала (%) в зерне различных по скороспелости сортов яровой пшеницы, 2013-2015 гг.

| Группа по скороспелости | Среднее | min-max | V, % |
|-------------------------|---------|-----------|------|
| Раннеспелые | 59,6 | 56,5-63,7 | 11,3 |
| Среднеранние | 60,5 | 57,7-64,2 | 10,1 |
| Среднеспелые | 62,9 | 58,1-67,5 | 13,9 |

Таблица 3

Влияние условий погоды на содержание углеводов и жира в зерне яровой мягкой пшеницы, 2013-2015 гг.

| Сорт/ группа спелости сортов | Год, месяц | | | | | | | | | | | |
|---|------------|---------|------|--------|-------|---------|------|--------|-------|---------|------|--------|
| | 2013 | | | | 2014 | | | | 2015 | | | |
| | май | июнь | июль | август | май | июнь | июль | август | май | июнь | июль | август |
| Сумма эффективных температур, °С | 70 | 318 | 700 | 1038 | 78 | 377 | 805 | 1167 | 212 | 583 | 989 | 1305 |
| Отклонение от средне-многолетней нормы суммы эффективных температур, °С | -40 | -87 | -98 | -52 | - 32 | -28 | +7 | +77 | +102 | +178 | +191 | +215 |
| Сумма осадков, мм | 91 | 52 | 50 | 102 | 102 | 42 | 76 | 69 | 68 | 31 | 122 | 76 |
| Отклонение от нормы, % | 178 | 78 | 74 | 146 | 200 | 67 | 112 | 99 | 133 | 46 | 179 | 109 |
| Раннеспелая | сахар | крахмал | жир | | сахар | крахмал | жир | | сахар | крахмал | жир | |
| Ирень | 4,6 | 62,8 | 2,5 | | 5,1 | 58,1 | 1,2 | | 5,2 | 56,9 | 1,3 | |
| Новосибирская 15 | 5,0 | 64,7 | 2,4 | | 4,8 | 58,6 | 1,5 | | 5,4 | 58,1 | 1,2 | |
| Русллада | 5,6 | 63,6 | 2,6 | | 5,3 | 59,3 | 1,6 | | 6,3 | 54,6 | 1,4 | |
| Среднее по сортам | 5,0 | 63,7 | 2,5 | | 5,1 | 58,7 | 1,4 | | 5,6 | 56,5 | 1,3 | |
| Среднеранняя | сахар | крахмал | жир | | сахар | крахмал | жир | | сахар | крахмал | жир | |
| Алтайская 70 | 5,0 | 64,6 | 2,0 | | 5,2 | 60,1 | 1,6 | | 5,2 | 58,2 | 1,4 | |
| Екатерина | 5,1 | 62,5 | 2,2 | | 4,8 | 56,9 | 1,5 | | 5,3 | 56,6 | 1,4 | |
| Горноуральская | 4,9 | 65,7 | 1,7 | | 5,0 | 62,5 | 1,4 | | 5,6 | 58,4 | 1,6 | |
| Среднее по сортам | 5,0 | 64,2 | 1,9 | | 5,0 | 59,8 | 1,5 | | 5,4 | 57,7 | 1,5 | |
| Среднеспелая | сахар | крахмал | жир | | сахар | крахмал | жир | | сахар | крахмал | жир | |
| Алешина | 5,1 | 67,3 | 2,2 | | 4,8 | 64,9 | 2,5 | | 5,0 | 59,6 | 1,7 | |
| Надежда Кузбасса | 4,9 | 68,5 | 2,3 | | 5,4 | 65,4 | 2,0 | | 3,5 | 60,3 | 1,6 | |
| ОмГАУ 90 | 5,4 | 66,7 | 2,3 | | 5,7 | 60,8 | 1,8 | | 5,2 | 57,2 | 1,2 | |
| Памяти Афродиты | - | - | - | | 4,9 | 59,9 | 2,2 | | 4,2 | 57,6 | 1,6 | |
| Столыпинская | - | -- | - | | 5,3 | 64,6 | 2,2 | | 4,8 | 56,9 | 1,5 | |
| Среднее по сортам | 5,1 | 67,5 | 2,3 | | 5,2 | 63,1 | 2,1 | | 4,5 | 58,1 | 1,5 | |

Таблица 4

Средние значения коэффициентов корреляции за 2013-2015 гг. для сортов пшеницы разной группы спелости

| Показатели качества зерна | Σ эффективных температур | Σ осадков за период вегетации |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Раннеспелые | | |
| Белок | 0,9551 | -0,5006 |
| Сахар | 0,4151 | 0,31232 |
| Крахмал | -0,9713 | 0,8750 |
| Жир | -0,8925 | 0,9617 |
| Среднеранние | | |
| Белок | 0,8506 | -0,2682 |
| Сахар | 0,2960 | 0,4307 |
| Крахмал | -0,9757 | 0,8654 |
| Жир | -0,8561 | 0,9795 |
| Среднеспелые | | |
| Белок | 0,9997 | -0,7175 |
| Сахар | 0,0195 | 0,6641 |
| Крахмал | -0,9999 | 0,7227 |
| Жир | -0,9660 | 0,5341 |

Заключение

Таким образом, изменчивость накопления белков, углеводов и жиров у яровой мягкой пшеницы, выращенной на серых лесных почвах, в большей степени определяется условиями года. Однако на уровень формирования этих веществ оказывали влияние и наследственные особенности изучаемых сортов.

Среди изучаемых сортов яровой мягкой пшеницы особый интерес по рассматриваемым показателям представляют сорта среднеспелой группы, которые формируют на серых лесных почвах более качественное зерно и высокую урожайность.

Библиографический список

1. Шпаар Д., Элмер Ф. Зерновые культуры. – Минск: ФУ «Аинформ», 2000. – 421 с.

2. Казаков Е.Д., Карпиленко Г.П. Биохимия зерна и хлебопродуктов. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 512 с.

3. Сандухадзе Б.И. Селекция озимой пшеницы в Центральном регионе Нечерноземья России. – М.: ООО «НИПКЦ Восход А», 2011. – 504 с.

4. Головоченко А.П. Особенности адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Среднего Поволжья. – Кинель, 2001. – 380 с.

5. Тихонов В.Е., Долгалев М.П., Митрофанов К.В. Влияние погодных факторов на формирование качества зерна твердой пшеницы в природных зонах Оренбургского Приуралья // Вестник ОГУ. – 2005. – № 9. – С. 155-158.

6. Новиков Н.Н., Войеса Б.В. Формирование качества зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от сорта, условий выращивания и уровня азотного питания // Изв. ТСХА. – 1994. – Вып. 3. – С. 14-21.

7. Кретович В.Л. Биохимия зерна. – М.: Наука, 1981. – 150 с.

8. Логинов Ю.П., Казак А.А., Якубышина Л.И. Импортозамещение зерновых культур в Тюменской области // Вестник Алтайского ГАУ. – 2016. – № 7. – С. 14-20.

9. Белоусова Е.М. Качественный потенциал сортов пшеницы, его оценка и роль в технологических процессах переработки зерна // Проблемы повышения качества зерна пшеницы и других зерновых культур. – М., 1998. – С. 49-55.

10. Собянин В.Б., Волынкина О.В. Роль сорта и технологий возделывания в повышении сборов высококачественной пшеницы // Роль современных технологий в устойчивом развитии АПК: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию со дня рождения Т.С. Мальцева. – Курган: Типография «ДАММИ», 2006. – С. 163-170.

11. Белкина Р.И. Пути решения проблемы повышения качества зерна в лесостепной зоне Западной Сибири: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – Новосибирск, 2000. – 34 с.

12. Новохатин В.В. Почвенно-климатические условия Зауралья и развитие растениеводства // Селекция сельскохозяйственных культур на высокий генетический потенциал, урожай и качество: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Тюмень, 2012. – С. 13-29.

13. Стрижова Ф.М., Беленинова Л.В. Роль сортовых особенностей яровой мягкой пшеницы в формировании признака «масса 1000 зерен» // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 4. – С. 19-20.

14. Зверева Н.А., Терехин М.В., Мищенко Л.Н. Влияние погодных условий и природной зоны возделывания на качество зерна яровой пшеницы в Амурской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 4. – С. 10-13.

15. Хелдт Г.В. Биохимия растений. – М.: БИНОМ, 2014. – 471 с.

16. Просяникова О.И. Почвенно-агрохимическое районирование и применение удобрений в Кемеровской области. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2007. – 212 с.

17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с.

18. Экология семян пшеницы / Л.К. Сечняк, Н.А. Киндрук и др. – М.: Колос, 1981. – 349 с.

References

1. Shpaar D., Ellmer F. Zernovye kul'tury. – Minsk: FU «Ainform», 2000. – 421 s.

2. Kazakov E.D., Karpilenko G.P. Biokhimiya zerna i khleboproduktov. – SPb.: GIORD, 2005. – 512 s.

3. Sandukhadze B.I. Selektsiya ozimoy pshenitsy v Tsentral'nom regione Nechernozem'ya Rossii. – M.: ООО «NIPKTs Voskhod A», 2011. – 504 s.

4. Golovochenko A.P. Osobennosti adaptivnoy selektsii yarovoy myagkoy pshenitsy v lesostepnoy zone Srednego Povolzh'ya. – Kinel', 2001. – 380 s.
5. Tikhonov V.E., Dolgalev M.P., Mitrofanov K.V. Vliyaniye pogodnykh faktorov na formirovaniye kachestva zerna tverdoy pshe-nitsy v prirodnykh zonakh Orenburzhskogo Priural'ya // Vestnik OGU. – 2005. – № 9. – S. 155-158.
6. Novikov N.N., Voyesa B.V. Formirovaniye kachestva zerna yarovoy myagkoy pshenitsy v zavisimosti ot sorta, usloviy vyrashchivaniya i urovnya azotnogo pitaniya // Izv. TSKhA. – 1994. – Vyp. 3. – S. 14-21.
7. Kretovich V.L. Biokhimiya zerna. – M.: Nauka, 1981. – 150 s.
8. Loginov Yu.P., Kazak A.A., Yakubysheva L.I. Importozameshcheniye zernovykh kul'tur v Tyumenskoj oblasti // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 7. – S. 14-20.
9. Belousova E.M. Kachestvennyy potentsial sortov pshenitsy, ego otsenka i rol' v tekhnologicheskikh protsessakh pererabotki zerna // Problemy povysheniya kachestva zerna pshenitsy i drugikh zernovykh kul'tur. – M., 1998. – S. 49-55.
10. Sobyenin V.B., Volynkina O.V. Rol' sorta i tekhnologiy vozdeleyvaniya v povyshe-nii sborov vysokokachestvennoy pshenitsy // Rol' sovremennykh tekhnologiy v ustoychivom razvitii APK: Materialy mezhd. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoy 110-letiyu so dnya rozhdeniya T.S. Mal'tseva. – Kurgan: tipografiya «DAMMI», 2006. – S. 163-170.
11. Belkina R.I. Puti resheniya problemy povysheniya kachestva zerna v lesostepnoy zone Zapadnoy Sibiri: avtoref. ... diss. dokt. s.-kh. nauk. – Novosibirsk, 2000. – 34 s.
12. Novokhatin V.V. Pochvenno-klimaticheskie usloviya Zaural'ya i razvitiye rasteniyevodstva // Seleksiya sel'skokho-zyaystvennykh kul'tur na vysokiy geneti-cheskoy potentsial, urozhay i kachestvo. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Tyumen', 2012. – S. 13-29.
13. Strizhova F.M., Beleninova L.V. Rol' sortovykh osobennostey yarovoy myagkoy pshenitsy v formirovanii priznaka «massa 1000 zeren» // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 4. – S. 19-20.
14. Zvereva N.A., Terekhin M.V., Mishchenko L.N. Vliyaniye pogodnykh usloviy i prirodnoy zony vozdeleyvaniya na kachestvo zerna yarovoy pshenitsy v Amurskoj oblasti // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 4. – S. 10-13.
15. Kheldt G.V. Biokhimiya rasteniy. – M.: BINOM, 2014. – 471 s.
16. Prosyannikova O.I. Pochvenno-agro-khimicheskoye rayonirovaniye i primeneniye udobreniy v Kemerovskoy oblasti. – Kemerovo: Kuzbassvuzizdat, 2007. – 212 s.
17. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). – M.: ID Al'yans, 2011. – 352 s.
18. Ekologiya semyan pshenitsy / L.K. Sechnyak, N.A. Kindruk [i dr.]. – M.: Kolos, 1981. – 349 s.



УДК 633.2:631.847.21(571.15)

В.С. Курсакова, Л.А. Ступина, Н.В. Чернецова
V.S. Kursakova, L.A. Stupina, N.V. Chernetsova

**НОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО
 В СТЕПНОЙ ЗОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

**NEW ELEMENTS OF EASTERN GALEGA CULTIVATION TECHNOLOGY
 IN THE STEPPE ZONE OF THE ALTAI REGION**

Ключевые слова: технология, биопрепараты, азотфиксация, урожай, корм, протеин, клубеньковые бактерии, ассоциативные бактерии, микориза.

Keywords: technology, biological products, nitrogen fixation, yield, forage, protein, nodule-forming bacteria, associative bacteria, mycorrhiza.