

References

1. Spravochnik po kormoproizvodstvu / pod red. V.M. Kosolapova, I.A. Trofimova. – 4-e izd., pererab. i dop. – M., 2011. – 700 s.
2. Rasteniyevodstvo / pod red. P.P. Vavilova. – 4-e izd., dop. i pererab. – M.: Kolos, 1979. – 519 s.
3. Spravochnik po kormoproizvodstvu / V.G. Iglovikov, N.S. Konyushkov, A.P. Movsisyants [i dr.]. – M.: Kolos, 1973. – 488 s.
4. Metodika selektsii mnogoletnikh trav / VNIИ kormov. – M., 1969. – 110 s.
5. Metodicheskie ukazaniya po selektsii mnogoletnikh trav / VNIИ kormov. – M., 1985. – 188 s.
6. Metodicheskie ukazaniya po selektsii i pervichnomu semenovodstvu mnogoletnikh trav / VNIИ kormov. – M., 1993. – 112 s.
7. Metodika selektsionnykh rabot do 2010 goda po sozdaniyu vysokoproduktivnykh, kompleksno-tsennykh sortov zernovykh, soi, mnogoletnikh trav, kartofelya, ovoshchei i plodovo-yagodnykh kul'tur v zone Dal'nego Vostoka. – Novosibirsk, 1990. – S. 72-102.



УДК 633.1:581.19

Е.П. Кондратенко, О.Б. Константинова,
О.М. Соболева, Е.А. Ижмулкина
Ye.P. Kondratenko, O.B. Konstantinova,
O.M. Soboleva, Ye.A. Izhmulkina

**НАКОПЛЕНИЕ УГЛЕВОДОВ И ЖИРА В ЗЕРНЕ ОЗИМЫХ КУЛЬТУР
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ**

**CARBOHYDRATE AND FAT ACCUMULATION IN THE GRAIN OF WINTER CROPS DEPENDING
ON VARIETAL FEATURES**

Ключевые слова: сорт, озимая пшеница, озимая рожь, озимая тритикале, крахмал, клетчатка, сахара, жира.

Представлены результаты исследования химического состава зерна различных сортов озимых культур при равных агротехнических и погодных условиях. Объектом исследования служили три сорта озимой пшеницы российской селекции: Скипетр, Новосибирская 2 и Новосибирская 3, три сорта озимой ржи российской селекции – Петровна, сорт иностранной селекции – Зу Драйве и гибрид Хеллтоп (F1), два сорта озимой тритикале – Алтайская 5, Омская. Наблюдаются существенные различия по содержанию крахмала, клетчатки, сахаров и жира между сортами озимой ржи, озимой тритикале. Все озимые культуры при возделывании в лесостепной зоне характеризуются высокой стабильностью накопления крахмала в зерне, однако содержание крахмала в озимой пшенице и озимой ржи значительно выше, чем в озимой тритикале. Сахара накапливаются во всех сортах озимых культур, при этом сорта озимой тритикале отличаются повышенным генетическим потенциалом по накоплению сахаров. В зерне озимых культур накопление жира происходит с неодинаковой интенсивностью, содержание жира в зерне озимой тритикале меньше, чем в озимой пшенице. Накопление жира в зерне озимых злаковых культур у разных сортов также происходит по-разному. Выявлена корреляционная зависимость между содержанием сахара, крахмала и накоплением жиров среди сортов озимой тритикале и озимой ржи. Наиболее пластичными сортами по содержанию сахара в зерне оказались сорта озимой тритикале. Содержание

крахмала в зерне озимых культур более устойчиво, чем содержание клетчатки.

Keywords: variety, winter wheat, winter rye, winter triticale, starch, fiber, sugar, fat.

The study of the chemical composition of different varieties of winter grain crops under equal agronomic and weather conditions is discussed. The research targets were three winter wheat varieties developed in Russia: Skipetr, Novosibirskaya 2 and Novosibirskaya 3, three Russian winter rye varieties – Petrovna, a foreign variety – SU Drive and Helltop hybrid (F1), and two varieties of winter triticale – Altayskaya 5 and Omskaya. There are significant differences in the contents of starch, fiber, sugars and fat between the varieties of winter rye and winter triticale. All winter crops when grown in a forest-steppe zone are characterized by high stability of starch accumulation in the grain though starch content in winter wheat and winter rye is significantly higher than that in winter triticale. Sugars accumulate in all varieties of winter crops though winter triticale varieties reveal greater genetic potential for sugar accumulation. Fat accumulation is of different intensity in winter grain crops; fat content in winter triticale grain is less than that in winter wheat. Fat accumulation in winter grain cereals proceeds differently in different varieties. A correlation dependence was revealed between the contents of sugar, starch and fat accumulation in the varieties of winter triticale and winter rye. Winter triticale varieties were the most flexible in terms of sugar content in grain. Starch content in grain of winter crops is more stable than fiber content.

Кондратенко Екатерина Петровна, д.с.-х.н., проф., каф. технологии хранения и переработки с.-х. продукции, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. Тел.: (3842) 60-45-70. E-mail: thp@ksai.ru.

Константинова Ольга Борисова, аспирант, каф. технологии хранения и переработки с.-х. продукции, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. Тел.: (3842) 60-45-70. E-mail: thp@ksai.ru.

Соболева Ольга Михайловна, к.б.н., доцент, каф. технологии хранения и переработки с.-х. продукции, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. Тел.: (3842) 60-45-70. E-mail: thp@ksai.ru.

Ижмулкина Екатерина Александровна, к.э.н., доцент, каф. теоретической экономики, экономического моделирования и права, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. Тел.: (3842) 73-51-42. E-mail: i-katja@mail.ru.

Kondratenko Yekaterina Petrovna, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Agricultural Product Storage and Processing Technologies, Kemerovo State Agricultural Institute. Ph.: (3842) 60-45-70. E-mail: thp@ksai.ru.

Konstantinova Olga Borisovna, post-graduate student, Chair of Agricultural Product Storage and Processing Technologies, Kemerovo State Agricultural Institute. Ph.: (3842) 60-45-70. E-mail: thp@ksai.ru.

Soboleva Olga Mikhailovna, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agricultural Product Storage and Processing Technologies, Kemerovo State Agricultural Institute. Ph.: (3842) 60-45-70. E-mail: thp@ksai.ru.

Izhmulkina Yekaterina Aleksandrovna, Cand. Econ. Sci., Assoc. Prof., Chair of Theoretical Economics, Economic Modeling and Law, Kemerovo State Agricultural Institute. Ph.: (3842) 73-51-42. E-mail: i-katja@mail.ru.

Введение

Обеспечение населения высококачественной и безопасной пищей – непреложное условие сохранения и укрепления здоровья любой нации. От качества питания в целом и отдельных его компонентов в частности, напрямую зависит состояние здоровья человека. Питание лежит в основе возникновения, развития и течения или оказывает на это существенное влияние в 80% случаев известных патологических состояний.

Среди заболеваний, основную роль в происхождении которых играет фактор питания, 61% составляют сердечно-сосудистые расстройства, 32% – новообразования, 5% – сахарный диабет II типа (инсулиннезависимый). Таким образом, большая часть населения Российской Федерации нуждается в оздоровлении, в том числе через питание.

Сельское хозяйство Российской Федерации, особенно его важнейшая составная часть растениеводство, выполняет большую народнохозяйственную задачу: оно дает продукты питания для человека, корм для животных и сырье для различных отраслей промышленности. Его развитие в значительной степени зависит от рационального использования растений. Растения в совокупности всех физиологических и биохимических процессов, происходящих в нем в течение периода вегетации, накапливают определенное количество химических веществ, ради которого они культивируются. Химический состав получаемого продукта характеризует качество самого урожая.

Важнейшим фактором успешного культивирования растения является наиболее продуктивный сорт, соответствующий данному климату.

Основными веществами пшеницы, ржи и тритикале, ради которых они и возделываются, являются белок и крахмал. Кроме того,

зерно содержит некоторое количество полувысыхающего жидкого масла, богатого ненасыщенными кислотами, зольные элементы и витамины группы В.

Углеводы по количеству занимают первое место среди других веществ зерна, составляют главную массу зерна, примерно две трети [1], синтезируются из CO_2 и H_2O и служат основным энергетическим запасным веществом развивающегося зародыша.

В зерне содержатся в небольшом количестве липиды растительного происхождения, образованные глицерином и высокомолекулярными предельными, моно- и полиненасыщенными органическими кислотами [2, 3]. В жире зерна злаковых культур преобладают непредельные жирные кислоты, которые являются необходимыми в питании человека и животных для нормального течения процессов обмена веществ.

Жирные кислоты, входящие в состав липидов, выполняют функции основных структурных компонентов клеточных мембран живой клетки, при этом структурообразующие единицы не являются пассивными строительными блоками, а выступают активными участниками и регуляторами различных биологических процессов, формируя липидно-белковые микродомены, организуя ориентацию и взаимодействие белков [4].

Физико-химические свойства биологических мембран, такие как текучесть и диэлектрическая проницаемость, определяемые жирнокислотным составом и условиями среды, оказывают влияние на протекание мембранных и внутриклеточных процессов, включая регуляцию экспрессии генов и фосфорилирование адаптивных ответов на стрессовые факторы внешней среды [5].

На долю жиров приходится 63-65% всех липидов зерна. Они являются запасными веществами и представляют собой наряду с уг-

леводами концентрированный энергетический и строительный резерв организма.

Триацилглицеринны семян служат запасом органического углерода и при прорастании обеспечивают биосинтетические процессы. Во время прорастания семян запасные липиды мобилизуются в пероксисомах для синтеза углеводов.

В ответ на внутренние или внешние сигналы ферменты липазы отщепляют свободные жирные кислоты от липидной основы, приводят к биосинтезу оксипинов [6-8]. Оксипины образуются в растениях из продуктов окисления ненасыщенных жирных кислот, которые вовлекаются в защитные реакции, то есть являются сигнальными веществами, регулируемыми каскады защитных реакций [9, 10].

Велика роль жиров в питании человека и сельскохозяйственных животных. Организм молодого человека должен потреблять 6-10% полиненасыщенных, 10% мононенасыщенных и до 10% насыщенных жирных кислот от калорийности рациона.

Содержанию углеводов и жира в зерне озимых культур не уделялось столь большого внимания, как содержанию белка и белковых веществ.

Крахмал по количеству занимает первое место среди других веществ зерна. Наличие мелких крахмальных зерен способствует получению при помолу зерна пшеницы крупитчатой муки. Раньше этот признак связывали исключительно со стекловидностью зерна. Клетчатка – это полисахарид, служащий основным компонентом клеточных стенок. В организме человека она не переваривается, но необходима для стимуляции моторики кишечника и перемещении пищевого комка по желудочно-кишечному тракту. Другие вещества также имеют значение для оценки качества зерна. Однако, учитывая их относительно малую количественную изменчивость и слабую изученность свойств, им не придают ведущего значения.

Качество зерна озимых культур определяется соотношением и совокупностью действий внешних и внутренних факторов. К внешним факторам относят климат, содержание питательных веществ в почве и совокупность агротехнических мероприятий, к внутренним – природные особенности злаковых культур, то, что составляет их наследственные признаки. Сортовые особенности являются одним из важнейших факторов, определяющих технологические и пищевые достоинства зерна и получаемых из него изделий. Зерно как сырье для перерабатывающей промышленности и для промышленности, потребляющей продукты этой переработки, необходимо изучать с обязательным учетом его сорта.

В настоящее время широко используется возможность повышения качества урожая за счет внедрения в сельскохозяйственное производство новых более ценных сортов; этот путь повышения качества зерна является надежным и практически более приемлемым по сравнению с другими способами.

Немаловажную роль в повышении качества зерна злаковых культур играют и селекционные достижения. Так, получение новой зерновой культуры тритикале (гибрида пшеницы и ржи) привело к улучшению качественных показателей зерна.

В настоящее время особую важность приобрели вопросы выявления и создания адаптивных форм, характеризующихся стабильностью основных признаков урожайности и качества зерна, в том числе содержания углеводов и жира.

Опираясь на знание природы звеньев, лимитирующих ход биохимических процессов, и на средства их регулирования, умело используя генетические приемы, человек превращает сорт в могучий фактор повышения урожайности, изменяет в нужном направлении химический состав зерна.

Целью исследований являлось изучение накопления в зерне озимых культур углеводов и жира в зависимости от сортовых особенностей.

Объекты и методы исследований

Исследования выполнены на полях Яшкинского государственного сортоиспытательного участка (ГСУ), расположенного в лесостепной природно-климатической зоне Кузнецкой котловины Кемеровской области.

Почвы зоны в основном светло-серые лесные, содержание гумуса составляет 1,6-3,4%, подвижного фосфора и калия – 6 и 10 мг/100 г [11].

Территория Яшкинского ГСУ относится к умеренно-прохладному, умеренно-увлажненному агроклиматическому подрайону. Зима холодная и продолжительная.

Объектом исследования служили три сорта озимой пшеницы российской селекции – Сkipетр (оригинатор Г.М. Полетаев), Новосибирская 2 и Новосибирская 3 (оригинатор Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – СибНИИРС), три сорта озимой ржи российской селекции – Петровна (оригинатор Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – СибНИИСХ и торфа), сорт иностранной селекции – Зу Драйве и гибрид Хеллтоп (F₁), два сорта озимой тритикале – Алтайская 5 (оригинатор Алтайский научно-исследовательский институт земледелия и селекции), Омская – (оригинатор Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – СибНИИСХ). Все изучаемые сор-

та относятся к среднеспелой группе спелости. Vegetационный период составляет 316-320 сут.

Образцы зерна для исследований отбирались из урожаев 2013-2014 гг. Анализ качества зерна проводили в лаборатории биологической химии Государственного научного учреждения научно-исследовательского института животноводства Россельхозакадемии. Сырой жир определяли по ГОСТ 13496.15-97, сырую клетчатку – по ГОСТ 13496.2-91, сахар – по ГОСТ 26176-91, крахмал – по ГОСТ 26176-91.

Результаты исследований и обсуждение

Крахмал – широко распространенный и один из важнейших запасных полисахаридов в зерне. По его содержанию зерно злаковых культур сильно различается между собой. Так, в зернах пшеницы его содержание достигает 70%, ржи – 56-64%. Крахмал в пшеничном зерне находится лишь в мучнистом ядре эндосперма в виде крахмальных зерен. В оболочках, алейроновом слое и зародыше крахмала не обнаружено [1].

Нами изучено содержание в зерне крахмала в зависимости от вида озимых культур и генетических свойств сорта, выращенных в одинаковых гидротермических условиях юго-востока Западной Сибири.

В таблице 1 приведены данные по содержанию крахмала, полученные в результате исследования зерна озимых культур.

Из данных таблицы 1 следует, что значительное количество крахмала накапливает озимая пшеница и озимая рожь – 34,98 и 34,82% соответственно, меньше озимая тритикале – 28,68%. Изменчивость накопления крахмала изучаемых озимых культур по годам исследования, оцененная по величине размаха варьирования, находится в пределах 4,18-11,23%. Таким образом, практически все озимые культуры при возделывании в лесостепной зоне характеризуются высокой стабильностью накопления крахмала в зерне.

Большой стабильностью по способности накапливать углеводы в зерне характеризовались озимая пшеница и озимая тритикале ($h=1,5\%$ и $h=2,57\%$ соответственно). Наибольшую изменчивость проявила озимая рожь ($V=h=4,14\%$).

Следует отметить, что содержание крахмала в зерне в среднем колебалось у озимой пшеницы в пределах 34,37-35,87%, озимой ржи – 32,72-36,86, озимой тритикале – 27,40-29,97%. Крайние колебания составили 27,4-36,86%.

Коллоидные полисахариды, к которым необходимо отнести клетчатку, изучены очень слабо. Она входит в состав покровных оболочек и клеточных стенок зерна зерновых культур и не используется прорастающим зерном вследствие прочности строения.

Из данных таблицы 2 следует, что изменчивость содержания клетчатки в зерне озимых культур находится в пределах 19,39-44,37%. Озимая рожь ($h = 2,13\%$) и озимая пшеница ($h=1,39\%$) характеризуются меньшей стабильностью по способности накопления клетчатки в сравнении с озимой тритикале ($h=0,77\%$).

В целом накопление клетчатки в зерне озимых культур сильно колебалось у озимой пшеницы – от 3,12 до 4,51%, озимой ржи – 2,67 до 4,80%, озимой тритикале – 3,20-3,97%.

Среди подвижных углеводов в зерне пшеницы обнаружены моносахариды, дисахариды и трисахариды. Значение сахаров велико. Во-первых, они необходимы при прорастании зерна, как вещества, которые могут непосредственно идти на процессы дыхания. Во-вторых, при брожении теста сахара являются совершенно необходимыми для брожения дрожжей и молочнокислых бактерий. При замесе теста, когда ферменты не успели еще катализировать реакцию расщепления крахмала до мальтозы, дрожжи питаются исключительно за счет естественных сахаров муки.

Таблица 1
Содержание крахмала в зерне озимой пшеницы, озимой ржи и озимой тритикале

Культура	Содержание крахмала в зерне, %			Размах вариации, h, %
	min	max	\bar{x}	
Озимая пшеница	34,37	35,87	34,98	1,5
Озимая рожь	32,72	36,86	34,82	4,14
Озимая тритикале	27,40	29,97	28,70	2,57

Таблица 2
Содержание клетчатки в зерне озимой пшеницы, озимой ржи и озимой тритикале

Культура	Содержание клетчатки в зерне, %			Размах вариации, h, %
	\bar{x}	min	max	
Озимая пшеница	3,88	3,12	4,51	1,39
Озимая рожь	3,18	2,67	4,80	2,13
Озимая тритикале	3,59	3,20	3,97	0,77

В таблице 3 приведены данные по содержанию сахаров в зерне озимых культур. Установлено, что накопление сахаров в зерне в зависимости от культуры подвержено сильной изменчивости. Коэффициент вариации накопления сахаров в зерне изучаемых культур находится в пределах 4,33- 62,52%. В среднем в зерне озимой пшеницы накапливалось меньше сахаров на 1,72%, чем в зерне озимой ржи, и на 6,8%, чем в зерне озимой тритикале. Таким образом, озимая пшеница при возделывании в лесостепной зоне характеризуется меньшим накоплением сахаров и меньшей стабильностью по способности накопления сахаров (размах вариации – 5,54%). Большой стабильностью накапливать сахара характеризовалась озимая тритикале (размах вариации – 0,56%).

Данные таблицы 4 свидетельствуют о разном типе обмена веществ в озимых культурах. Выявлено, что сахара накапливаются во всех сортах озимых культур, но количество их разное. В зерне озимой тритикале происходит процентное уменьшение крахмала в среднем до 28,7% и нарастание процентного содержания сахаров – 12,6%. В зерне озимой пшеницы и озимой ржи, наоборот, отмечено процентное уменьшение накопления сахаров до 5,8 и 7,6% и нарастание сложного углевода – крахмала – до 35,0 и 34,8% соответственно.

Установлено, что в современном климате семена злаковых культур по-разному накапливают сахара и крахмал.

Однако в среднем пшеница, рожь и тритикале содержат практически одинаковое количество углеводов – 45-46%.

Жиры у злаковых культур главным образом откладываются в зародыше. Зародыш занимает незначительную часть семени по сравнению с эндоспермом, поэтому общее содержание жира в них невелико. По нашим данным, наибольшее количество жира находится в зерне озимой пшеницы, а наименьшее – в зерне озимой тритикале (табл. 5).

В зерне озимых культур накопление жира происходит с неодинаковой интенсивностью. Так, в среднем содержание жира в зерне озимой тритикале меньше на 0,25 %, чем в озимой пшенице. Фактические показатели содержания жира меньше колебались у озимой пшеницы от 1,4 до 1,49% (h=0,09%) и озимой тритикале – от 1,09 до 1,34% (h=0,25%), больше у озимой ржи – от 1,14 до 1,69% (h=0,55%).

Химический состав зерна в большей степени зависит от сорта. Об этом свидетельствует огромный экспериментальный материал научных учреждений Российской Федерации и зарубежных авторов. Нами наиболее детально исследовано накопление углеводов и жира в зерне разных сортов озимых злаковых культур (табл. 6). Исследованию подвергались три сорта озимой пшеницы, два сорта и гибрид озимой ржи и два сорта озимой тритикале.

Таблица 3

Содержание сахаров в зерне озимой пшеницы, озимой ржи и озимой тритикале

Культура	Содержание сахаров в зерне, %			Размах вариации, %
	\bar{X}	min	max	
Озимая пшеница	5,84	3,32	8,86	5,54
Озимая рожь	7,56	6,09	9,23	3,14
Озимая тритикале	12,64	12,36	12,92	0,56

Таблица 4

Содержание углеводов в зерне озимой пшеницы, озимой ржи и озимой тритикале

Углеводы	Озимая пшеница		Размах вариации, h, %	Озимая рожь		Размах вариации, h, %	Озимая тритикале		Размах вариации, h, %
	\bar{X}	интервал вариации		\bar{X}	интервал вариации		\bar{X}	интервал вариации	
Крахмал	35	34,4-35,9	4,2	34,8	32,7-36,9	11,2	28,7	27,4-29,9	8,6
Клетчатка	3,9	3,1-4,5	30,8	3,2	2,7-4,8	44,4	3,6	3,2-3,9	19,4
Сахара	5,8	3,3-8,9	62,5	7,6	6,1-9,2	34	12,6	12,4-12,9	4,3
Всего углеводов	44,7			45,6			44,9		

Таблица 5

Содержание жира в зерне озимой пшеницы, озимой ржи и озимой тритикале

Культура	Содержание жира в зерне, %			Размах вариации, h, %
	\bar{X}	min	max	
Озимая пшеница	1,45	1,40	1,49	0,09
Озимая рожь	1,37	1,14	1,69	0,55
Озимая тритикале	1,20	1,09	1,34	0,25

Таблица 6

Накопление крахмала, клетчатки, сахаров и жира в зерне сортов и гибрида озимых культур (пшеницы, ржи и тритикале), %

Показатель	Сорта озимой пшеницы			Сорта и гибрид озимой ржи			Сорта озимой тритикале	
	Скипетр	Новосибирская 2	Новосибирская 3	Зу Драйве	Хеллтоп (F ₁)	Петровна	Алтайская 5	Омская
Крахмал	34,37	35,38	34,70	32,72	34,88	36,86	29,97	27,40
Клетчатка	4,02	4,51	3,12	2,67	4,80	4,07	3,20	3,97
Сахара	8,86	5,35	3,32	9,23	7,38	6,09	12,36	12,92
Сумма углеводов	47,25	45,24	41,14	44,62	47,06	47,02	45,53	44,29
Жир	1,46	1,40	1,49	1,69	1,37	1,14	1,09	1,34

Из данных таблицы 6 видно, что в зерне сорта озимой пшеницы Скипетр (47,25%), гибрида озимой ржи Хеллтоп (47,06%) и сорта ржи Петровна (47,02%) несколько иначе протекает обмен углеводов, в процессе созревания они накапливают углеводов больше, чем другие сорта озимых злаков. Содержание суммы углеводов в зерне минимальное у сорта Новосибирская 3 (41,14%). Разница между сортами при равных условиях их возделывания у пшеницы по сумме углеводов составляет 6,11%, ржи – 2,44, тритикале – 1,24%. Сорт озимой пшеницы Скипетр превосходит по накоплению углеводов Новосибирскую 2 и Новосибирскую 3. Рожь иностранной селекции сорта Зу Драйве содержит меньше углеводов, чем сорт российской селекции Петровна (оригинатор Сибирский

научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – СибНИИСХ и торфа) и гибрид иностранной селекции Хеллтоп.

В результате проведенных исследований установлено, что накопление жира в зерне озимых злаковых культур у разных сортов также происходит по-разному. Различия между сортами при равных условиях их возделывания составляют у пшеницы 0,1%, ржи – 0,25, тритикале – 0,6% и не превышает 1%. В зерне озимой ржи сорта Зу Драйве уменьшается содержание крахмала и увеличивается накопление жира.

Анализ данных, представленных на рисунке, показывает стабильное накопление крахмала и жира в сортах озимой пшеницы, на их накопление не влияет содержание сахаров.

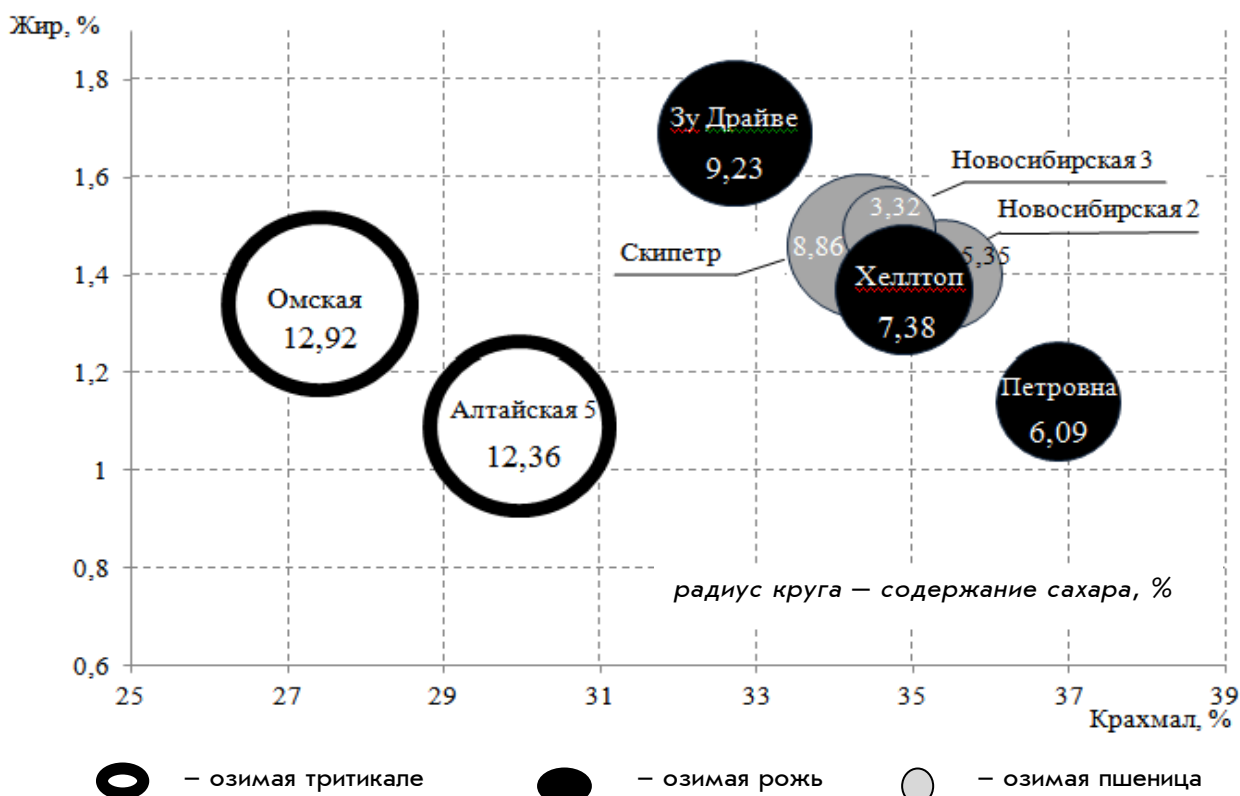


Рис. Соотношение между содержанием крахмала, жира и сахара в зерне сортов и гибрида озимых культур пшеницы, ржи и тритикале

По сортам озимой ржи, озимой пшеницы наблюдается прямая тесная корреляция между содержанием крахмала и сахаров. Исследования показали, что семена этих культур накапливают больше крахмала, меньше сахаров. Видимо, в семенах ржи и пшеницы идут одинаковые синтетические процессы образования крахмала из сахаров. Семена озимой тритикале, наоборот, накапливают больше сахаров, меньше крахмала.

Прямая тесная корреляция между содержанием крахмала и жира отмечается в зерне пшеницы и ржи. По нашему мнению, накопление жира в семенах происходит за счет преобразования крахмала в жир, на рисунке прослеживается четкая зависимость между этими показателями. Для сортов озимой тритикале отмечается такая же зависимость, как и в случае с сортами озимой ржи. Сахар оказывает положительное влияние на преобразование крахмала в жир, способствуя увеличению жиров. У сортов озимой пшеницы данная тенденция не наблюдается.

Закключение

Зерно разных сортов, выращенное при равных агротехнических и погодных условиях, имеет отличия по химическому составу. По нашим данным, максимальное различие по содержанию крахмала, клетчатки, сахаров и жира между сортами озимой пшеницы при выращивании их в одних и тех же условиях достигали 0,68; 1,39; 5,54 и 0,09%, озимой ржи – 4,14; 2,13; 3,14 и 0,55%, озимой тритикале – 2,57; 0,77; 0,56 и 0,25% соответственно.

Сорта озимой тритикале отличаются повышенным генетическим потенциалом по накоплению сахаров. Существенные различия в качестве зерна в значительной мере обусловлены биологической пластичностью сорта, его приспособляемостью к условиям среды. Чем менее приспособлен сорт к условиям внешней среды, тем в большей мере изменяется химический состав зерна. У пластичных сортов озимой тритикале Алтайская 5 и Омская амплитуда изменчивости по содержанию сахаров в зерне в среднем при выращивании в лесостепной зоне юго-востока Западной Сибири составила лишь 4,3%, тогда как у сортов озимой пшеницы – 62,5%. Содержание крахмала в зерне озимых культур более устойчиво, чем содержание клетчатки. Результаты исследований показали, что большая часть сортов озимой пшеницы и озимой ржи в пределах одной зоны характеризуется почти одинаковым содержанием крахмала. На основании имеющихся данных можно сделать вывод, что такие показатели, как содержание крахмала, клетчатки, сахаров и жира в большей мере обусловлены генотипом сорта. Для получения качественного зерна необходимо внедрять в производство сорта, отличающиеся генетиче-

ским потенциалом по накоплению углеводов и жиров. Имеется реальная возможность возделывать в условиях лесостепной зоны юго-востока Западной Сибири сорта озимых хлебных культур с высокими качественными показателями.

Библиографический список

1. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М.: Колос, 1980. – 319 с.
2. Лисицын А.Б., Чернуха И.М., Горбунова Н.А. Научное обеспечение инновационных технологий при производстве продуктов здорового питания // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 10. – С. 8-14.
3. Шилина Н.М., Конь И.Я. Современные представления о физиологических метаболических функциях полиненасыщенных жирных кислот // Вопросы детской диетологии. – 2004. – Т. 2. – № 6. – С. 25-30.
4. Owen D.M., Williamson D.J., Mageau A., Gaus K. Sub-resolution lipid domains exist in the plasma membrane and regulate protein diffusion and distribution // Nat. Commun. – 2012. – Vol. 3. – P. 1256.
5. Los D.A., Mironov K.S., Allakhverdiev S.I. Regulatory role of membrane fluidity in gene expression and physiological functions // Photosynth. Res. – 2013. – Vol. 116 (2-3). – P. 489-509.
6. Shah J. Lipids, lipases, and lipid-modifying enzymes in plant disease resistance // Annu. Rev. Phytopathol. – 2005. – Vol. 43. – P. 229-260.
7. Ellinger D., Stingl N., Kubigsteltig I.I., et al. Dangle and defective in anther dehiscence: lipases are not essential for wound- and pathogen-induced jasmonate biosynthesis: redundant lipases contribute to jasmonate formation // Plant Physiol. – 2010. – Vol. 153 (1). – P. 114-127.
8. Савченко Т.В., Застрижная О.М., Климов В.В. Оксипилены и устойчивость растений к абиотическим стрессам // Биохимия. – 2014. – Т. 79. – № 4. – С. 458-475.
9. Blee E. Impact of phyto-oxylipins in plant defense // Trends Plant Sci. – 2002. – Vol. 7. – P. 315-321.
10. Porta H., Rocha-Sosa M. Plant lipoxygenases. Physiological and molecular features // Plant Physiol. – 2002. – Vol. 130 (1). – P. 15-21.
11. ГОСТ 26204-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО. Технические условия. – Введ. 1993-06-30. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 8 с.
12. The biochemistry of plants. Volume 9. Lipids: Structure and function. P. K. Stumpf (Ed.). Academic Press: Florida, 1987. – 363 p.

References

1. Kazakov E.D., Kretovich V.L. Biokhimiya zerna i produktov ego pererabotki. – M.: Kolos, 1980. – 319 s.
2. Lisitsyn A.B., Chernukha I.M., Gorbunova N.A. Nauchnoe obespechenie innovatsionnykh tekhnologii pri proizvodstve produktov zdorovogo pitaniya // Khraneniye i pererabotka sel'khozsyrya. – 2012. – № 10. – S. 8-14.
3. Shilina N.M., Kon' I.Ya. Sovremennyye predstavleniya o fiziologicheskikh metabolicheskikh funktsiyakh polinenasyshchennykh zhirnykh kislot // Voprosy detskoj dietologii. – 2004. – T. 2. – № 6. – S. 25-30.
4. Owen D.M., Williamson D.J., Mageau A., Gaus K. Sub-resolution lipid domains exist in the plasma membrane and regulate protein diffusion and distribution // Nat. Commun. – 2012. – Vol. 3. – P. 1256.
5. Los D.A., Mironov K.S., Allakhverdiev S.I. Regulatory role of membrane fluidity in gene expression and physiological functions // Photosynth. Res. – 2013. – Vol. 116 (2-3). – P. 489-509.
6. Shah J. Lipids, lipases, and lipid-modifying enzymes in plant disease resistance // Annu. Rev. Phytopathol. – 2005. – Vol. 43. – P. 229-260.
7. Ellinger D., Stingl N., Kubigsteltig I.I., et al. Dingle and defective in anther dehiscence: lipases are not essential for wound- and pathogen-induced jasmonate biosynthesis: redundant lipases contribute to jasmonate formation // Plant Physiol. – 2010. – Vol. 153 (1). – P. 114-127.
8. Savchenko T.V., Zastrizhnaya O.M., Klimov V.V. Oksilipiny i ustoichivost' rasteniy k abioticheskim stressam // Biokhimiya. – 2014. – T. 79. – № 4. – S. 458-475.
9. Blee E. Impact of phyto-oxylipins in plant defense // Trends Plant Sci. – 2002. – Vol. 7. – P. 315-321.
10. Porta H., Rocha-Sosa M. Plant lipoxygenases. Physiological and molecular features // Plant Physiol. – 2002. – Vol. 130 (1). – P. 15-21.
11. GOST 26204-91. Pochvy. Opredeleniye podvizhnykh soedineniy fosfora i kaliya po metodu Chirikova v modifikatsii TsI'NAO. Tekhnicheskie usloviya. – Vved. 1993-06-30. – M.: Izdatel'stvo standartov, 1993. – 8 s.
12. The biochemistry of plants. Volume 9. Lipids: Structure and function. P. K. Stumpf (Ed.). Academic Press: Florida, 1987. – 363 p.



УДК 633.15:633.162:361.174:631.559 **Н.А. Замотаева, Ш.И. Ахметов, М.В. Давыдов**
N.A. Zamotayeva, Sh.I. Akhmetov, M.V. Davydov

**ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ
 НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КУКУРУЗЫ И ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ**

**THE EFFECT OF LONG-TERM CHEMICALS USE
 ON MAIZE AND MALTING BARLEY YIELDS AND QUALITY**

Ключевые слова: кукуруза, пивоваренный ячмень, минеральный удобрения, средства защиты растений, чернозем выщелоченный, Равелло, Эксплоер, сырая клетчатка, сырой жир, кальций, фосфор, урожай, качество, сырой протеин, лизиметр.

Изучено влияние длительного применения средств химизации на урожайность и качество кукурузы на силос и пивоваренного ячменя в лизиметрическом опыте, выполненном на черноземе выщелоченном Республики Мордовия, расположенной на юге Нечерноземной зоны. Установлено, что применение высокой дозы минеральных удобрений в комплексе со средствами защиты растений способствовало увеличению урожайности кукурузы на 382%, пивоваренного ячменя – на 46%. Применение удобрений повлекло за собой повышение содержания сырого протеина исследуемых культур. Обработка семян и посевов средствами защиты растений существенного влияния на качественные показатели не оказала.

Наиболее выгодным с экономической точки зрения является возделывание культур на варианте с применением умеренной дозы минеральных удобрений и комплекса средств защиты растений (N₉₀P₉₀K₉₀ и N₆₀P₆₀K₄₀ при возделывании кукурузы на силос и пивоваренного ячменя соответственно).

Keywords: maize, malting barley, mineral fertilizers, plant protection products, leached chernozem, Ravello maize variety, Explorer barley variety, crude fiber, crude fat, calcium, phosphorus, yield, quality, crude protein, lysimeter.

The effect of long-term chemicals use on the yields and quality of maize for silage and malting barley in a lysimeter experiment conducted on leached chernozem of the Republic of Mordovia in the south of the Non-Chernozem zone is discussed. It was found that high rates of mineral fertilizers in combination with pesticides contributed to increased yields of maize for silage by 382% and malting barley by 46%. Fertilizer application resulted in in-