

перма в крахмальном геле как метод изучения генетических особенностей пшеницы. – Докл. ВАСХНИЛ. – 1971. – № 2.

7. Созинов А.А., Стельмах А.Ф., Рыбалка А.И. Гибридологический и моносомный анализ глиади-

нов у сортов мягкой пшеницы // Генетика. – 1978. – Т. 14. – № II.

8. Coulson C.D., Sim A.K. Proteins of various of wheat and closely related genera and their relationship to genetical characteristics. – Nature, 1964. – Vol. 202. – № 4939.

УДК:633.11:631.52(551.5)

И. А. Пшеничная, канд. с.-х. наук,
ГНУ Воронежский НИИСХ Россельхозакадемии,
niish1c@mail.ru

ЭЛЕКТРОФОРЕЗ В СЕЛЕКЦИИ НА КАЧЕСТВО ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Изучали сорта озимой пшеницы по внутрисортному полиморфизму глиадина. У пяти сортов озимой пшеницы выявлены, размножены, изучены по хозяйственно биологическим особенностям глиадиновые биотипы. Проведены парные корреляции компонентов электрофоретического спектра с технологическими показателями качества зерна. Получена достоверная связь компонентного состава глиадина с физическими, физико-химическими свойствами зерна, теста и хлебопекарной оценкой. Рекомендовано размножить глиадиновые биотипы, выделившиеся по хозяйственно ценным признакам и на их основе создавать высококачественные сорта.

These are studied winter wheat varieties on intravarietal polymorphism of gliadin. Gliadin biotypes are found, copied and studied according to economic-biologic peculiarities in 5 winter wheat varieties. These are carried out paired correlations of electrophoretic spectrum components with technologic signs of grain quality. It is received a significant connection of gliadin component composition with physical, physic-chemical properties of grain, dough and bread making evaluation. It is recommended to propagate gliadin biotypes, precipitated according to valuable signs and select high qualitative varieties on their basis.

Ключевые слова: пшеница, идентификация, глиадин, качество зерна, корреляция.

Key words: wheat, identification, gliadin, grain quality, correlation.

Введение. Современная селекция достигла больших успехов. Однако многие селекционные задачи далеки от окончательного решения. К ним относится повышение стабильности урожаев по годам за счет более высокой

зимостойкости, засухоустойчивости, устойчивости к болезням и создание сортов, обладающих высокими хлебопекарными качествами.

Многочисленные научные исследования показывают, что наиболее перспективным и актуальным путем решения этой селекционной проблемы является использование для идентификации генотипов белковых маркеров. У пшеницы – это глиадины, имеющие сложную и многокомпонентную структуру. Эта структура, выявляемая электрофоретическими методами, наиболее полно отражает специфику генетической системы и поэтому может быть маркером конкретных генов и контролируемых этими генами признаков. [2, 5, 8].

В задачу исследований входила идентификация глиадиновых биотипов, их размножение и изучение биологических свойств и хозяйственно-ценных признаков качества зерна.

Материал и методы исследований. Материалом для исследований служили сорта озимой пшеницы степного и лесостепного экотипов, распространенные в Центрально-Черноземной зоне и хорошо приспособленные к условиям произрастания в регионе. Эти сорта создавались в разных селекционных учреждениях, и имеют ряд специфических особенностей, характерных для каждого из них. Изучались следующие сорта озимой пшеницы: Мироновская 808, Тарасовская 29, Донская безостая, Северодонская, Черноземка 153.

Электрофорез глиадина в полиакриламидном геле (ПААГ) индивидуальных зерновок (по ½ части зерна) и локализацию компонентов в электрофоретическом спектре осуществляли по методикам ВИР [4, 5].

Для составления белковых формул использовали эталонный спектр, в котором 30 компонентов разделяли на α -, β -, γ -, ω -зоны.

Изучение хозяйственно-биологических особенностей глиадиновых биотипов проводилось на изолированных колосьях, которые высевались на делянках 3 м² в 4-кратной повторности. Посев проводили ручными сажалками.

Изучались следующие показатели:

– внутрисортной полиморфизм по глиадину (отдельно у каждого сорта не менее 100 зерновок, отобранных с разных колосьев);

– показатель седиментации – микрометодом по набухаемости муки в 2 % растворе уксусной кислоты [6];

– содержание клейковины определяли по ГОСТу 13586.1 68;

– качество клейковины – с помощью прибора ИДК–1;

– содержание белка определяли на анализаторе «Инфрарид 31» по фирменной методике;

– физические свойства теста на микроальвеографе и фаринографе;

– полная хлебопекарная оценка.

Статистическая обработка полевых и лабораторных данных осуществлялась по общепринятым методикам [8, 1].

Парные корреляции компонентов электрофоретического спектра, с технологическими показателями качества зерна определяли по выборкам биотипов, где корреляции были достоверными для 0,05; 0,01; 0,001 уровней значимости при r равных соответственно 0,34; 0,44; 0,54.

Результаты. Электрофорез отдельных зерен испытываемых сортов показал, что сорта состояли из определенного числа (от 9 до 12) биотипов. Так, например, у Мироновской 808 максимальное разнообразие между глиадиновыми биотипами связано с компонентами $\alpha 247 \beta 3_2 \omega 3$.

Особое внимание заслуживают биотипы с аллельным вариантом $\gamma 3$ и $\gamma 3_2$ ($r = -1,00$) Тарасовской 29, присутствие $\gamma 3$ значительно снижает встречаемость $\gamma 4$, исключает $\omega 2$ и $\omega 6$ ($r = -1,00$), в то же время $\gamma 3$ положительно связан с компонентами $\omega 3$ и $\omega 5$ ($r = 0,97$; $1,00$). В свою очередь, $\gamma 3_2$ положительно коррелирует с $\omega 2,6$ ($r = 1,00$). Эти связи еще раз подтверждают сложную природу компонента $\gamma 3$. Для глиадиновых биотипов характерна разная экспрессия компонента $\gamma 2$, он может быть средним, слабым или состоять из двух субкомпонентов. Многообразие вариантов проявления электрофоретических компонентов $\gamma 2,3$ у проанализированных сортов обусловлено тем, что один компонент может контролироваться несколькими хромосомами. Так, компонент $\gamma 2$ контролируется 3 хромосо-

мами – 1В, 1Д, 6В; $\gamma 3$ – 2-мя хромосомами – 1А и 1Д [7].

Из всех изучаемых сортов наибольший полиморфизм в ω -зоне наблюдается у Тарасовской 29, имеющей биотипы с отсутствием одного или почти всех компонентов $\omega 2, 3, 4, 5, 7$, ряд биотипов имеет средние или сильные по интенсивности компоненты $\omega 3,5$. Наряду с этим, в определенных случаях наблюдается резкое снижение интенсивности $\omega 6$, в отдельных биотипах этого компонента вообще не удалось обнаружить. Комплексное изучение внутрисортного полиморфизма глиадина сортов озимой пшеницы позволило выделить различные в селекционном отношении биотипы.

Особо важное значение имеет то, чтобы потомства индивидуальных отборов контролировались по технолого-биохимическим признакам и по массе 1000 семян, и наоборот. Только такой двусторонний контроль может обеспечить высокую эффективность ценных генотипов. Изучение глиадиновых биотипов озимой пшеницы позволило нам установить, что положительное влияние на массу 1000 семян оказывают компоненты $\alpha 4$, $\alpha 7_1 7_2$ (табл. 1), $\omega 6$, $\omega 10$ (табл.2), при этом коэффициент корреляции (r) находится в пределах от 0,37 до 0,45. Увеличение массы 1000 семян у глиадиновых биотипов сопровождается улучшением качества клейковины, повышением белка и клейковины в зерне и муке. Связь массы 1000 семян с последними показателями весьма заманчива, так как это дает селекционерам возможность создавать крупнозерные сорта с высоким содержанием в зерне белка и клейковины. Проблема белка относится к числу крупнейших, приобретающих с каждым годом все более острый характер. Селекция высокобелковых сортов пшеницы сопряжена с большими трудностями. Главной из них является большая фенотипическая изменчивость содержания белка, рецессивность генетических детерминантов и высокая вероятность сцепления этого сложного биохимического признака с рядом неблагоприятных свойств (снижение продуктивности, иммунитета).

В наших исследованиях положительное влияние на содержание белка в зерне оказали компоненты $\beta 2$ и $\beta 4$ ($r = 0,40$). В свою очередь, присутствие компонентов $\omega 2$ ($r = -0,39$), $\omega 6_1 6_2$ ($r = -0,46$); $\omega 7$ ($r = -0,69$); $\omega 8_1$ ($r = -0,34$), сопровождается снижением содержания белка в зерне (табл. 2).

1. Сопряженность технологических показателей качества зерна озимой пшеницы с α -, β -, γ глиадами

| Показатели | Компоненты электрофоретического спектра | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|------|------|------|------|-------------------------------|------|-----|----------------|----------------|------|----------------|------|----------------|--|
| | А | | | | | | В | | | | γ | | | | |
| | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 | 7 ₁ 7 ₂ | 1 | 2 | 3 ₁ | 3 ₂ | 4 | 3 ₂ | 4 | 4 ₂ | |
| Масса 1000 семян | | .37 | | | .41 | .46 | | | -.45 | -.39 | | | | | |
| Стекловидность | -.36 | -.38 | | -.41 | | | | | .35 | | | -.38 | | | |
| Выход муки | .38 | | | | | .38 | | | | | | | -.50 | .47 | |
| Седиментация | | .57 | | | | | | | -.62 | -.41 | | .42 | | | |
| Белок в зерне | | | | | | | | .41 | | | .40 | | | | |
| Белок в муке | | | | | | | | | | | | | -.67 | .66 | |
| Сырая клейковина в зерне | | | | | | | | | | | | .45 | | | |
| Сухая клейковина в зерне | | | | | | | | | -.44 | | | .38 | | .36 | |
| Сырая клейковина в муке | | | | | | | -.35 | | | | | | -.61 | .63 | |
| Сухая клейковина в муке | | | | | | | | | -.43 | | .37 | | -.62 | .68 | |
| ИДК-1 в зерне | | | | | | | | | .61 | .39 | -.36 | | | -.34 | |
| ИДК-1 в муке | | | | | -.40 | .49 | | | .41 | | | | | | |
| Водопоглотительная способность | | | | | .55 | -.50 | | .37 | | | | -.36 | | -.39 | |
| Время до начала разжижения | | | | | | | | | -.57 | | | .36 | | | |
| Разжижение | | | | | | | | | | | | | -.73 | .66 | |
| Валориметрическая оценка | | .43 | | | | | | | -.59 | | | .41 | .42 | | |
| Упругость теста «Р» | | | | | | -.39 | | .37 | | | | | .46 | -.42 | |
| Объем хлеба | .37 | | | | | | | | | | | | | | |
| Внешний вид хлеба | | .46 | -.41 | | | | | | | | | .48 | .61 | -.38 | |
| Цвет мякиша | | .35 | | | | | | | -.55 | | | .51 | | | |
| Пористость | | | | | | | | | | | | .41 | | | |
| В/Д (Высота/Диаметр) | | .49 | | | -.35 | | | | -.57 | | | .47 | .38 | | |

Для $r = 0,34; 0,44; 0,54$ – достоверно при 0,05; 0,01; 0,001 уровнях значимости

2. Сопряженность технологических показателей качества зерна озимой пшеницы с ω -глиадами

| Показатели | Электрофоретические компоненты ω глиадины | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|------|------|-----|-------------------------------|----------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|-----------------|--|
| | 2 | 3 | 5 | 6 | 6 ₁ 6 ₂ | 7 ₁ | 7 | 7 ₂ | 8 ₁ | 9 ₁ | 9 ₃ | 10 | 10 ₂ | |
| Масса 1000 семян | | | | .44 | | | | | | | | .45 | -.38 | |
| Стекловидность | -.37 | | | | | | | | | -.39 | | -.37 | | |
| Седиментация | | -.35 | -.56 | .43 | | | -.47 | | | .47 | | .50 | -.42 | |
| Белок в зерне | -.39 | | | | -.46 | | -.69 | | -.34 | | | | | |
| Белок в муке | | | | | | | | | | | .37 | | | |
| Сырая клейковина в зерне | | -.50 | -.46 | | | | | | .46 | .48 | .36 | .35 | | |
| Сухая клейковина в зерне | | | -.48 | .54 | | | | | | .44 | | | | |
| Сырая клейковина в муке | | | | .42 | | | | | | | | | | |
| Сухая клейковина в муке | .37 | | | .44 | | | | | | .36 | | | | |
| ИДК-1 в зерне | | | | | | .35 | | | -.35 | -.40 | | | | |
| ИДК-1 в муке | | | | | | | .49 | | | | | | | |
| Водопоглотительная способность | -.54 | | | | | | -.41 | | | -.61 | | | | |
| Время до начала разжижения | | | -.35 | | | | -.52 | | | .36 | | | | |
| Валориметрическая оценка | | | -.37 | | | | -.57 | | .35 | .35 | | | | |
| Упругость теста «Р» | | | | | | | -.35 | | | | | | | |
| Объем хлеба | | .49 | | | | | | .39 | | | | | | |
| Внешний вид хлеба | | -.36 | | | | | | | .36 | .48 | | | | |
| Цвет мякиша | .45 | -.57 | -.43 | | | | | | .52 | .64 | | | | |
| Пористость | .36 | | | | | | | | .42 | .56 | | | | |
| Эластичность | | | | | | | | | .59 | | | | | |
| В/Д (Высота/Диаметр) | | | -.36 | | | | | | .46 | .51 | .38 | .55 | -.48 | |
| Общая хлебопекарная оценка | | | | | | .79 | | | | | | | | |

Для $r = 0,34; 0,44; 0,54$ – достоверно при 0,05; 0,01; 0,001 уровнях значимости

Известно, что основным условием получения высококачественного пшеничного хлеба, имеющего высокий объем с хорошей пористостью, является содержание в муке большого количества белков клейковины определенного качества. В результате корреляционного анализа установлено, что наличие в спектре глиадины компонентов $\gamma 3_2$ ($r = 0,45$), $\omega 8_1$ ($r = 0,46$), $\omega 9_1$ ($r = 0,48$), $\omega 9_3$ ($r = 0,36$), $\omega 10$ ($r = 0,35$) сопровождается повышением процентного содержания клейковины в зерне, в то время как ряд ω компонентов ($\omega 3$, $\omega 5$, $r = -0,50-0,46$) отрицательно влияют на этот показатель.

Полученные результаты показывают, что присутствие в электрофоретическом спектре компонентов $\alpha 4$; $\gamma 3_2$; $\omega 6$; $\omega 9_1$; $\omega 10$ положительно действуют на показатель седиментации ($r =$ от 0,42 до 0,57), в то же самое время, наличие компонентов $\beta 3_1$; $\beta 3_2$; $\omega 3$; $\omega 5$; $\omega 7$; $\omega 10_2$ сопровождается уменьшением ($r =$ от -0,35 до -0,62) вышеназванного показателя. Установлено, что седиментация положительно коррелирует с массой 1000 семян, содержанием сырой и сухой клейковины в зерне, силой муки, упругостью, временем до начала разжижения, валориметрической оценкой, внешним видом хлеба, цветом мякиша, увеличение седиментации сопровождается уменьшением ИДК в зерне, что особенно важно, потому что по мере уменьшения ИДК происходит улучшение качества клейковины. Результаты наших исследований еще раз указывают на то, что показатель седиментации является функцией как количества, так и качества белка. Он отражает, главным образом, качество клейковины и физические свойства теста и хорошо коррелирует с основными свойствами зерна. Таким образом, седиментацию можно считать наиболее объективным показателем качества зерна. В свою очередь, наличие сопряженности компонентного состава глиадины с седиментацией предполагает возможность эффективного отбора по электрофоретическому спектру глиадины, биотипов с высоким качеством зерна. Поэтому в первую очередь необходимо отбирать биотипы, в спектре которых отсутствуют компоненты $\beta 3_1$; $\omega 3$; $\omega 5$; $\omega 7$;

$\omega 10_2$. Связь показателя седиментации, количества и качества клейковины, содержания белка, физических свойств теста и хлебопекарных свойств с рядом компонентов, расположенных в различных зонах электрофоретических спектров глиадины, подтверждает полигенную природу качества зерна. Получена достоверная связь компонентного состава глиадины с физическими, физико-химическими свойствами зерна, теста и хлебопекарной оценкой. Необходимо отметить, что наиболее сильное положительное влияние на общую хлебопекарную оценку оказывает компонент $\omega 7_1$.

Выводы. Компоненты глиадины могут быть маркерами технологических показателей качества зерна. С целью получения исходного материала для селекции рекомендуется проводить исследования полиморфизма сортовых популяций по запасным белкам семян – глиадинам, выделившиеся по хозяйственно ценным признакам. Глиадиновые биотипы следует размножать и на их основе создавать высококачественные сорта пшеницы.

Литература

1. Доспехов Б.А. Методика опытного дела. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
2. Конарев В.Г. Принцип белковых маркеров в геномном анализе и сортовой идентификации пшеницы // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – 1973. – Т. 49. – Вып. 3. – С. 46–58.
3. Конарев В.Г. Белки пшеницы. – М.: Колос, 1980. – 351 с.
4. Конарев В.Г. Белки растений как генетические маркеры. – М.: Колос, 1983. – 320 с.
5. Конарев В.Г. Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян. – СПб., 2000. – 186 с.
6. Методические рекомендации по оценке качества зерна. – М., 1977. – 172 с.
7. Митрофанова О.П. Генетический контроль глиадины мягкой пшеницы *T. aestivum* сорта Chinese Spring // Цитология и генетика. – 1976. – Т. 10. – № 3. – С. 244–247.
8. Плохинский Н.А. Биометрия. – М.: Изд-во Московского университета, 1970. – 368 с.
9. Созинов А.А. Методика вертикального дискового электрофореза белков в крахмальном геле // А.А. Созинов, Ф.А. Попереля / Информ. Бюл. СЭВ. – 1974. – 1974. – № 1. – С. 135–138.