

воздействия различных взаимосвязанных составляющих, мы изучили эту зависимость путем применения множественного регрессионного анализа и получили прогнозную оценку. Основой матрицы значений послужили результаты обследований 97 участков лесных культур различного возраста с наиболее полным объемом описания ситуации.

Главным выводом работ по обследованию состояния зимней (в наиболее тяжелый для дичи период) кормовой базы диких копытных животных, анализ динамики их численности, изучение состояния искусственных древесных молодняков заключался в том, что вопрос повышения общей продуктивности охотничьих угодий невозможно решить в одностороннем порядке. Это решение должно затрагивать, с одной стороны, вопросы уменьшения ущерба от кормовых потрав, а с другой — увеличение отдачи от более рациональной эксплуатации поголовья крупных растительноядных диких животных, то есть как лесохозяйственные, так и охотхозяйственные аспекты проблемы. Необходим системный подход. Ее решение состоит в выполнении комплекса работ по регламентации профессиональных мероприятий лесного хозяйства, а также согласованного выполнения биотехнических и организационных мероприятий.

УДК 575.224.46; 631.528.1; 633.11.

**Н. С. Эйгес, Г. А. Волченко, С. Г. Волченко, науч. сотрудники
Институт биохимической физики им. Н. М. Эмануэля РАН**

МЕТОД ХИМИЧЕСКОГО МУТАГЕНЕЗА В СОЗДАНИИ ВЫСОКОАДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ И УСТОЙЧИВОСТИ К ФИТОПАТОГЕНАМ У ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Посвящается всемирно известному учёному, открывшему метод химического мутагенеза, лауреату Ленинской премии, Герою Социалистического Труда И. А. Рапопорту в год 100-летия со дня рождения.

Мы живём в эпоху, когда изменения в климате и эпифитотии не всегда предсказуемы и ожидаемы. Поэтому в зоне рискованного земледелия может оказаться в любое время любой регион, включая относительно благополучные. В настоящее время для озимой пшеницы опасность представляют не только традиционно экстремальные регионы, например такие, как Сибирь, Поволжье, Зауралье, но также Центральный, Северо-Западный регионы и даже Краснодарский край и Кубань. Поэтому мы считаем, что в настоящее время основное направление селекционных исследований должно быть направлено на создание сортов озимой пшеницы, устойчивых к неблагоприятным факторам внешней среды и к развитию эпифитотий.

Конечно, важно, чтобы высокие адаптивные свойства сочетались с урожайностью, качеством, устойчивостью к фитопатогенам, неполегаемостью в одном сорте. Всё это усложняет задачу. Например, в результате существования естественных генетических барьеров трудно в одной форме сочетать признаки высокой урожайности и высоких адаптивных свойств. За счёт высоких адаптивных свойств урожай, превышающий таковой у стандартных сортов немутантного происхождения, можно получить в неблагоприятные и в крайне неблагоприятные годы. Однако в благоприятные по климатическим условиям годы высокоадаптивные формы и сорта озимой пшеницы могут уступать по урожаю высокоурожайным, но недостаточно пластичным сортам, например, немутантным сортам интенсивного типа. Также трудно сочетать вне метода химического мутагенеза в одной форме признаки урожайности и устойчивости к фитопатогенам. Однако получение таких наследственно измененных форм, у которых одновременно сочетаются урожайность, устойчивость к комплексу фитопатогенов, высокие адаптивные свойства, высокое хлебопекарное качество, возможно при использовании метода химического мутагенеза. В ряде случаев под воздействием химических супермутагенов, открытых И. А. Рапопортом, ослабляются корреляционные связи между признаками в результате возникновения множественных мутаций, как было показано авторами настоящего исследования, и возникают наследственные изменения комплексов трудносочетаемых признаков. Данный феномен не совпадает с прежними представлениями об изменении только одного признака при действии мутагена. Ослабление корреляционной связи между желательным и нежелательным признаками под влиянием химического мутагена означает ослабление генетического барьера, препятствующего объединению в одном мутанте двух и более желательных признаков.

В работе исследуются мутантные комплексы признаков высоких адаптивных свойств, возникающих у озимой пшеницы под влиянием химического супермутагена этиленimina, а также свойств устойчивости к фитопатогенам, урожайность. Отмечены некоторые отличительные черты этих признаков, которые нам удалось наблюдать за ряд лет, включая неблагоприятные климатические и почвенные условия не только в модельных экспериментах, но и в производстве:

- частое возникновение признаков. Более 40 % мутантов в нашей коллекции являются носителями признака высоких адаптивных свойств. В 12 % случаев этот признак сочетается с устойчивостью к фитопатогенам и ещё чаще — с высокой урожайностью;

- стабильное проявление признака высоких адаптивных свойств в сочетании с устойчивостью к некоторым фитопатогенам в разные годы по-разному складывающихся неблагоприятных и крайне неблагоприятных

условиях с разными компонентами, составляющими эти условия и с разным их соотношением, то есть проявляющих устойчивость к комплексу неблагоприятных факторов внешней среды, которые варьируют и проявляются в большей или меньшей степени и полноте.

Нас интересуют годы с наиболее полно проявляющимися комплексами неблагоприятных факторов, характеризующих крайне неблагоприятные климатические и почвенные условия, провоцирующие выживаемость, поражение фитопатогенами, эпифитотии.

Из широкого перечня лет с неблагоприятными и крайне неблагоприятными условиями мы взяли отрезок времени, когда эти условия возникали особенно часто. Это 12-летний период с 1992 по 2003 гг. Годы 1992, 1999, 2001 характеризуются жёсткими летними засухами с жарой, достигающей 33 °С. В 1996 и 2001 гг. были особенно сильно развиты такие компоненты перезимовки как снежная плесень, а в 1996 г. ещё и тифулёз. В некоторых случаях наблюдались осенне-весенние засухи, например в 2002/2003 гг. В 1994, 1995, 1996, 1998, 1999, 2001, 2003 гг. сложились крайне неблагоприятные условия для перезимовки. В 1994 и 1998 гг. был наиболее полно представлен комплекс неблагоприятных факторов, провоцирующих гибель растений. Данный комплекс провоцировал вымерзание, гибель от низкотемпературных фитопатогенов, вымокание, выпревание, выпирание, а также возможны были и другие неблагоприятные факторы, которые визуально могли быть не учтены. Годы 1999, 2001, 2003 характеризовались одновременно неблагоприятными и крайне неблагоприятными осенне-зимне-весенними условиями перезимовки, в которые включалось сильное развитие снежной плесени, а также жёсткими летними засухами.

В общем, за период с 1992 по 2003 гг. (12-летний период) неблагоприятные и крайне неблагоприятные годы, провоцирующие выживаемость озимой пшеницы, складывались шесть раз, то есть через каждые два года, а крайне неблагоприятные условия — раз в четыре года. Изучая сложные признаки высоких адаптивных свойств и устойчивости к фитопатогенам, мы пришли к заключению, что комплекс множественных мутаций, определяющий эти признаки, по-видимому, реализуется более или менее полно в зависимости от комплекса отрицательных факторов внешней среды и от степени их полноты. В годы, когда неблагоприятные факторы представлены менее полно, из комплекса множественных мутаций, ответственных за признак адаптивных свойств, реализуется очевидно только часть этих мутаций, осуществляя выживаемость, а часть остаётся нереализованной. В 1994 и в 1998 гг. комплекс множественных мутаций реализовался более полно по сравнению с другими неблагоприятными по перезимовке годами, а в 1999 г. — менее полно. В наиболее неблагоприятные

1994 и 1998 гг. перезимовка мутантов и мутантных сортов составляла 90–95 % при урожае, приближающемся к 50 ц/га на бедном агрофоне, а у сортов, которые служили стандартами — Инна и Московская 39, созданных без использования метода химического мутагенеза, картина была диаметрально противоположной: гибель после перезимовки составляла 90–95 %, а в урожае наблюдались провалы, вернее, урожая не было. У мутантов и у мутантных сортов в данном случае была ослаблена нежелательная корреляционная связь: высокие адаптивные свойства — низкая продуктивность, так как в благоприятные годы наши мутанты и мутантные сорта по урожаю находятся на уровне стандартных сортов немутантного происхождения, а если уступают им, то незначительно.

Причины возникновения высоких адаптивных свойств, в том числе устойчивости к фитопатогенам, также кроются в длительно сохраняющейся гетерозиготности по множественным мутациям при сохранении константности и незатухании гетерозиса. Здесь, помимо химического мутагена, роль играет полиплоидное состояние генов озимой пшеницы, по которым рецессивные мутации могут не нарушать константности в течение неопределённо длительного времени.

В нашей коллекции представлены мутанты, несущие преимущественно доминантные мутации, что характерно для высоких адаптивных свойств и устойчивости к фитопатогенам. Данные феномены роднят эти два признака. Здесь так же, как и в первом случае, играют роль особенности генотипа озимой пшеницы сложной аллополиплоидной конституции, при которой в первом и во втором поколениях после обработки мутагеном выявляются главным образом доминантные мутации по всем мутантным генам, независимо от степени их плоидности. Мутации рецессивных генов во втором поколении после обработки мутагеном выявляются редко, так как генов в диплоидном состоянии, по нашим данным, у озимой пшеницы мало.

Возможно, в результате мутаций происходят процессы, приводящие к увеличению количества гетерохроматина, что также реально может иметь отношение к повышению выживаемости, устойчивости к неблагоприятным факторам среды и к предупреждению эпифитотий.

Широкое генотипическое биоразнообразие мутантов коллекции и мутантных сортов даёт возможность выявлять наиболее приспособленные, что обеспечивает их выживание в неблагоприятные годы и предотвращает гибель, или изреженность стеблестоя, а также позволяет избегать массового поражения фитопатогенами. При этом имеет значение правильное размещение генотипически разнообразных сортов, в том числе мутантного происхождения и насыщения ими соответствующих регионов.