

МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ ПО СОРТАМ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ

В.В. Альт¹, П.Л. Гончаров¹, Н.А. Сурин²

¹ Сибирское отделение Россельхозакадемии, р.п. Краснообск, Новосибирская обл.;

² Красноярский НИИ сельского хозяйства, Красноярск

Рассматриваются методологические аспекты формирования баз данных зерновых культур на примере базы данных яровых сортов мягкой пшеницы и ячменя сибирской селекции. Предложена классификация признаков, описательная модель сорта и программно-аппаратная среда информационного продукта. Приведены элементы созданных баз данных сортов мягкой пшеницы и ячменя. Базы данных предполагается использовать в научных учреждениях, вузах сельскохозяйственного и биологического профиля и в сельскохозяйственном производстве, а также для регистрации биоразнообразия сельскохозяйственных культур региона.

Ключевые слова: пшеница, ячмень, сорта, базы данных.

Исследования показывают, что в России при сокращении использования высокоинтенсивных технологий будет расширяться применение ресурсосберегающих технологий с использованием сортов местной селекции, обеспечивающих производство конкурентоспособной продукции. Создание такого рода технологических решений регионального уровня базируется на глубоком анализе всего многообразия технологических, технических, сортовых, породных, агроклиматических, экономических, экологических и других особенностей и решений, свойственных для конкретной природно-климатической зоны. Осуществить такой глубины анализ и провести синтез возможных решений по оптимальному многовариантному выбору необходимого технологического процесса возможно при помощи информационных технологий (Альт, 2000; Гончаров, 2001).

Роль сорта в повышении продуктивности растениеводства трудно переоценить. Основные требования, которым должны удовлетворять новые сорта, – это высокая степень адаптации к условиям предполагаемой зоны их произрастания, заданные параметры продуктивности, качества, устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам, стабильность урожаев при неустойчивых гидротермических условиях. Новые сорта должны превосходить возделываемые в зоне по комплексу или по основным

показателям. Эти положения легли в основу концепции модели сорта и определяют подходы к решению задачи оптимизации селекционного процесса (Гончаров, 2001).

Одновременно следует отметить, что подбор сортов как для решения задач селекции, так и для сельскохозяйственных товаропроизводителей, – задача, которая сегодня решается, как правило, на основе эвристических знаний и интуиции. Необходимость создания информационных систем в селекции и растениеводстве продиктована тем, что в НИУ СО Россельхозакадемии накоплен огромный селекционный материал по различным культурам, в том числе по сортам пшеницы и ячменя. Так, с 1985 по 2006 гг. в регионе районировано 63 сорта мягкой яровой пшеницы, 9 сортов твердой яровой пшеницы, 7 сортов мягкой озимой пшеницы сибирской селекции и 35 сортов ячменя. Весь фактический материал требует автоматизации просмотра и анализа. С целью оптимизации селекционного процесса и выполнения конкретных производственных задач при выборе того или иного сорта ГНУ СибФТИ, СибНИИРС и КрасНИИСХ СО Россельхозакадемии разработаны поисковые базы данных по сортам пшеницы и ячменя сибирской селекции.

При создании поисковых баз данных предложен общий методический подход, который заключается в анализе предметной области, систематизации знаний, построении информационных моделей, моделей представления знаний и данных и реализации алгоритмов их представления в электронном виде. С целью формализации поиска сорта с заданными показателями предлагается использовать информационную модель развития растения (рис. 1). Анализ информационных потоков информационной модели, описывающей развитие растений и возможные изменения условий его развития, позволили сформулировать гипотезу о единстве информационных потоков, характеризующих как элементы растения (корень, стебель и колос), так и растение в целом. С учетом разработанной

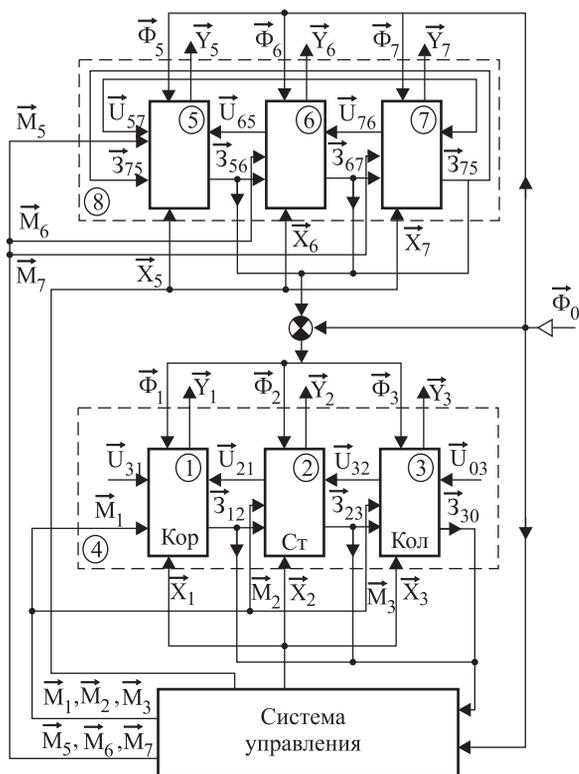


Рис. 1. Информационная модель развития зерновых колосовых культур.

Потоки информации: $\vec{\Phi}$ – о внешних факторах; \vec{Z} – о целевой функции; \vec{X} – об управляющих воздействиях; \vec{U} – о взаимном влиянии составляющих модели; \vec{Y} – о влиянии на окружающую среду; \vec{M} – о состоянии составляющих модели; 1 – корневая система; 2 – стебель; 3 – колос; 4 – растение; 5 – болезни; 6 – сорняки; 7 – вредители; 8 – фитосанитарное состояние.

классификации создана теоретическая информационная модель описания сортов зерновых культур (Альт, 2000), практическая реализация которой представляет форму конкретного описания признаков и характеристик сорта, включающего ботанические характеристики, биологические и хозяйственные особенности, а также устойчивость к стрессовым факторам, т. е. характеристики созданных сортов, которые должны найти отражение в информационно-поисковой системе. Систематизированный и формализованный таким образом материал используется для наполнения баз данных. Графический материал в базах данных представлен в виде цветных фотографий колоса, зерен и колосковых чешуй. Исходные данные сформированы при помощи Microsoft Access, интерфейс пользователя разработан на основе комбинирования программной среды объектно ориентированного программирования Delphi 6 в приложении Windows Microsoft Access.

Совместный анализ информационных потоков развития растения и описания сорта на примере яровой пшеницы Новосибирская 89 (табл. 1) позволил систематизировать информационные потоки и составляющие описания, которые можно представить в следующем виде:

1. \vec{Z} – поток информации о целевой функции, описывающий хозяйственно-биологические свойства растения, размещающейся в XIV разделе описания сорта. Показатели сорта, которые в описании представляются как значение, обозначены символами «а», а те, которые представляются диапазоном, обозначены $a_i \div a_{i+1}$.

2. $\vec{\Phi}$ – поток информации о внешних факторах, который содержит данные о поражении болезнями и повреждении вредителями конкретного сорта, требованиях сорта к условиям внешней среды и агротехнике, об областях и районах, для которых рекомендуется сорт.

Эти данные представляются в XV, XVII и XVIII разделах описания сорта.

3. \vec{U} – поток информации о взаимном влиянии составляющих модели растения (корня, стебля и колоса).

4. \vec{M} – поток информации о состоянии составляющих модели (корня, стебля и колоса), который содержит морфологическое описание сорта, размещенное в XVI разделе. Показатели сорта этого раздела, которые в описании

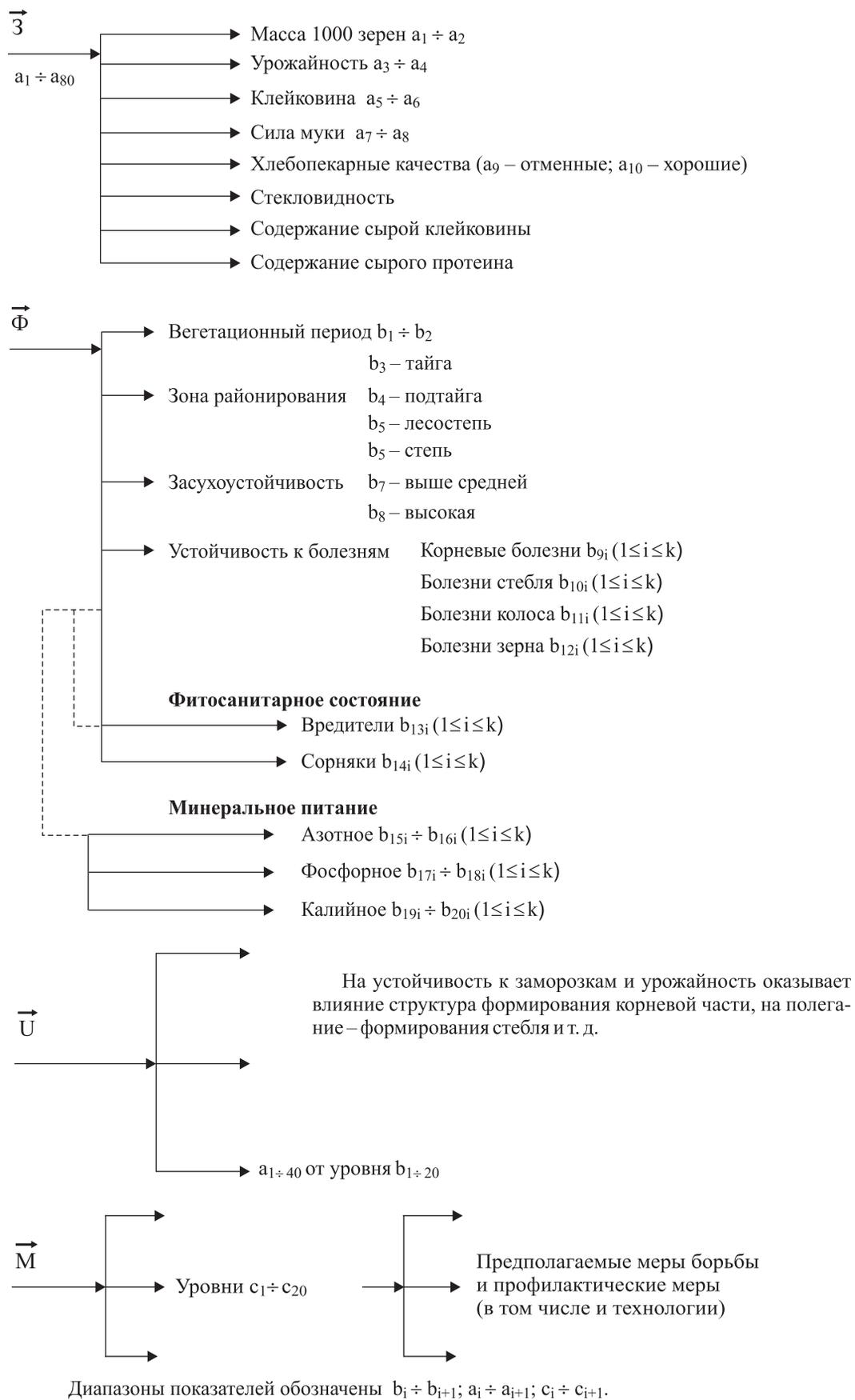


Таблица 1

Мягкая яровая пшеница Новосибирская 89

Автор	Лубнин А.Н.
Организация	СибНИИРС
Год включения в Госреестр	1993
Цель выведения	Скороспелее Новосибирской 67 на 1–2 дня; устойчивость к полеганию выше стандарта; более засухоустойчивая; более высокая устойчивость к болезням; относится к сильной пшенице
Стандарт	Новосибирская 67
Метод создания	Межсортовая гибридизация, двукратный индивидуально-семейственный отбор
Исходный материал	Московская 21 × Саратовская 29
Экологическая группа	Лесостепная, степная
Зона районирования	Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский регионы
Ботаническая характеристика	
Разновидность	Лютесценс
Форма куста	Прямостоячий
Стебель (толщина, прочность, выполненность соломины)	Средней толщины, полый
Лист (опушение, восковой налет, окраска)	Опушение среднее, слабый восковой налет, окраска пепельно-зеленая
Характеристика сорта по величине листьев в период колошения (широколиственный, промежуточный или узколиственный)	
Колос в период полной спелости (форма, тип, окраска, длина, плотность)	Веретеновидный, белый, средней плотности
Колосковая чешуя в средней трети колоса (размер, форма, нервация, зубец, форма и величина плеча, выраженность килья)	Овально-удлиненная, нервация выражена слабо, зубец короткий, плечо приподнято, среднее, киль выражен сильно
Зерно (крупность по объему, опушенность основания зерна, форма, окраска, характер бороздки)	Среднее по размеру, основание опушенное, полуудлиненной формы, красное, бороздка неглубокая
Другие морфологические признаки сорта	
Биологические особенности	
Вегетационный период, дни	
от всходов до хозяйственной спелости;	Среднеспелый
от посева до полных всходов;	10–13
от полных всходов до начала кущения;	11–12
от кущения до выхода в трубку;	10–11
от выхода в трубку до колошения;	18–21
от полного колошения до хоз. спелости;	29–43
Высота растений, см	75–95
Длина стебля, см	45–55
Продуктивная кустистость, шт.	1,08–1,20
Число зерен в колосе, шт.	24,5–31,0

Продолжение таблицы 1

Остистость (длина и расположение в средней части колоса, характер, окраска остей)	Безостый	
Устойчивость к абиотическим факторам среды		
Полегание, балл (1–9)	7	
Осыпание, балл (1–9)	3	
Прорастание на корню, балл (1–9)	7	
Засуха, балл (1–9)	7	
Поражение болезнями	Конкурсное сортоиспытание	Искусственное заражение
Стеблей и листьев		
Бурая ржавчина, %	35	65/4
Желтая ржавчина, %		
Мучнистая роса, %	0,8	15–25
Колоса		
Пыльная головня, %	0	3,2–44,5
Устойчивость к скрытостеблевым вредителям	Средняя	
Хозяйственные признаки (свойства)		
Урожайность, т/га	3,0–3,5	
Выход зерна, %	74	
Натура зерна, г/л	805	
Масса 1000 зерен, г	27,0–40,3	
Стекловидность, %	82	
Содержание сырой клейковины, %	28,0–40,5	
Содержание сырого протеина, %	15–17	
Показатель альвеографа (W), дж	493	
Валориметрическая оценка, %	64	
Число падения, с	412	
Пористость хлеба, % балл	4,5	
Объемный выход хлеба, мл	495	
Общая оценка качества, балл	4,1	
Требования к агротехнике		
Тип почвы	Выщелоченный чернозем	
Особенности возделывания	Оптимальный срок сева 15–18 мая, отзывчив на предшественники: пар, бобовые, минеральные удобрения. Может дать высокие урожаи при малых нормах посева	
Нормы посева, млн семян/га	5,6–6	
Сроки посева	15–18 мая	
Пригодность к механизированной уборке	Пригоден к механизированной уборке, интенсивным технологиям возделывания, зерно – к промышленной переработке	
Вымолачиваемость зерна, балл	7	
Особенности семеноводства	Предпочтительно использование индивидуально-семейственного отбора вследствие присутствия в сорте двух близких типов растений по степени поникания колоса: слабопоникающие – 45 %, непоникающие – 55 %	

Окончание таблицы 1

Предпочтительные зоны семеноводства	Лесостепь Западной и Восточной Сибири, Северного Казахстана
Недостаток сорта	Затруднен в незначительной мере вымолот зерна по сравнению со стандартом Новосибирская 67
Коммерческая ценность	Более высокая по сравнению со стандартом выживаемость растений к уборке, большее число продуктивных стеблей на 1 м ² , более укороченный вегетационный период. Полевая устойчивость к бурой ржавчине, мучнистой росе, засухе и полеганию. Отличные технологические и хлебопекарные качества зерна
Экономический эффект	По сравнению со стандартом прибавка урожая выше на 0,1–0,7 т/га, содержание клейковины выше стандарта на 2–3 % за счет устойчивости к прорастанию и в валках

представляются как значение показателя, обозначены – c_i , а те, которые представляются как диапазон показателя, обозначены – $c_i \div c_{i+1}$.

Применение информационных технологий предусматривает не только использование ранее известной (исторической) информации (в виде баз данных), но и получение новой (в виде баз знаний) с использованием средств измерения, обработки и управления.

На современном этапе строгая формализация накопленных агрономических знаний затруднена, так как применение методов математики в агротехнике требует глубокого изучения явлений и процессов. Создание модели описания сорта предопределяется исторически сложившейся практикой набора характеристик и показателей, описывающих вид растений. Коллективом под руководством академиков П.Л. Гончарова и Н.А. Сурина разработана структура описаний яровой пшеницы и ячменя.

Как правило, основные агроприемы входят в практику растениеводства ранее, нежели для них будут получены приемлемые математические описания. В данное время отсутствуют математические модели, выражающие вклад совокупности агроприемов в продукционный процесс. В соответствии с этим форма представления накопленных агрономических знаний о сортах и технологиях возделывания сельскохозяйственных культур может быть:

- отражающей связи между элементами технологии и условиями;
- единой для всех сельскохозяйственных культур;

- понятной специалистам различных областей знаний и в первую очередь агрономам, экономистам и математикам;

- легко модифицируемой и допускающей возможность перехода на алгоритмические языки современных ЭВМ.

Практическое использование базы данных предопределяет, что пользователь, исходя из своих потребностей, формирует дерево цели (целевую функцию). Формирование целевой функции выбора и поиска нужного сорта, как правило, строится в виде дерева: урожайность – устойчивость к болезням – качество зерна – зона районирования. Дерево целевой функции выбора сорта может быть построено на основе информации, составляющей все пять информационных потоков. При этом порядок, весомость (значимость) того или иного показателя определяются той задачей, которую решает человек, осуществляющий поиск сорта. Учитывая то, что в формализованном виде часть информации в описании сортов отсутствует, построение целевой функции осуществляется человеком или в усеченном виде, или на интуитивном уровне с учетом опыта селекционера, агронома, фермера. Как следствие такого построения дерева цели, решение задачи выбора необходимого сорта (или сортов) становится инвариантно и может быть найдено путем создания баз данных сортов, с одной стороны, и доработки самого описания сорта как по составу параметров, характеризующих сорт, так и по величине (показателю) параметра, с другой стороны. При этом те параметры, которые описываются количест-

венно (масса, урожайность, клейковина и т. д.) и могут быть измерены, должны быть положены в основу назначения средств измерения, обеспечивающих растениеводство, семеноводство и селекцию, а те параметры, которые представляются не в количественном виде, должны иметь формализованное вербальное описание.

Структуру базы данных составляют 5 таблиц, предназначенных для хранения следующих данных (рис. 2):

- признаки сорта (метод создания, исходный материал, экологическая группа, зона районирования, ботанические, биологические и хозяйственно ценные признаки и др.);

- значения признаков, числовые и текстовые (продолжительность вегетационного периода – в днях, урожайность – в т/га, устойчивость к болезням и неблагоприятным факторам среды – в баллах, ботаническая характеристика – вербальное описание);

- графический материал по каждому сорту (цветные фотографии колоса, зерен и колосковых чешуй);

- таблица соответствия между кодами признаков сорта и кодами значений этих признаков;

- таблица соответствия текстового и графического материала по каждому сорту;

Интерфейс пользователя состоит из 2 основных окон – ввода признаков и результата поиска.

В основу работы интерфейса пользователя программы заложен принцип вложенности признаков в форме «дерева», перемещаясь по

которому проводят набор необходимых для поиска данных, находящихся в базах исходных данных. Поиск сортов по заданным признакам осуществляется следующим образом.

В поле «название признака» выделяют признак. Соответственно в поле «значение признака» появляется перечень значений признака, среди которых выбирается нужное и заносится в поле «набор выбранных признаков». Таким образом, можно сформировать необходимый набор признаков и их значений от 1 до 62 (рис. 3). Поле «набор выбранных признаков» можно корректировать – удалить один либо все выделенные признаки. Текстовые значения признака можно полностью просмотреть с помощью всплывающей подсказки или линейки прокрутки, как вертикальной, так и горизонтальной. К признакам «колос», «колосковые чешуи», «зерно» дополнительно к описательным значениям имеется графический материал.

После того как введены признаки и их значения, запускается алгоритм поиска сорта. Окно результатов поиска представлено на рис. 4.

Поле «название сорта» содержит список сортов, ранжированных по количеству совпадающих признаков. Для любого сорта из списка можно просмотреть все его характеристики. С этой целью в поле «параметры сорта» активизируют любой элемент «дерева». Полная информация по каждому признаку будет появляться в поле «сведения о сорте». Текстовый документ и графический материал можно вывести в формате doc-описания сорта пшеницы на печатающее устройство.

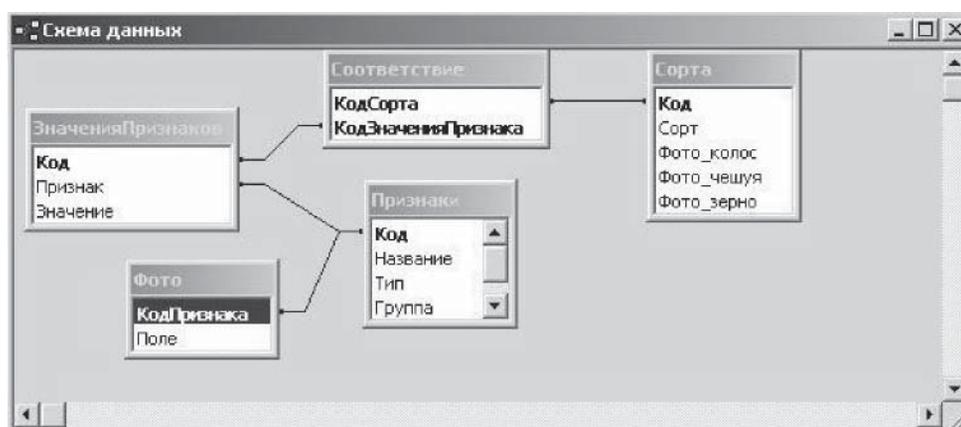


Рис. 2. Общая структурная схема базы исходных данных.

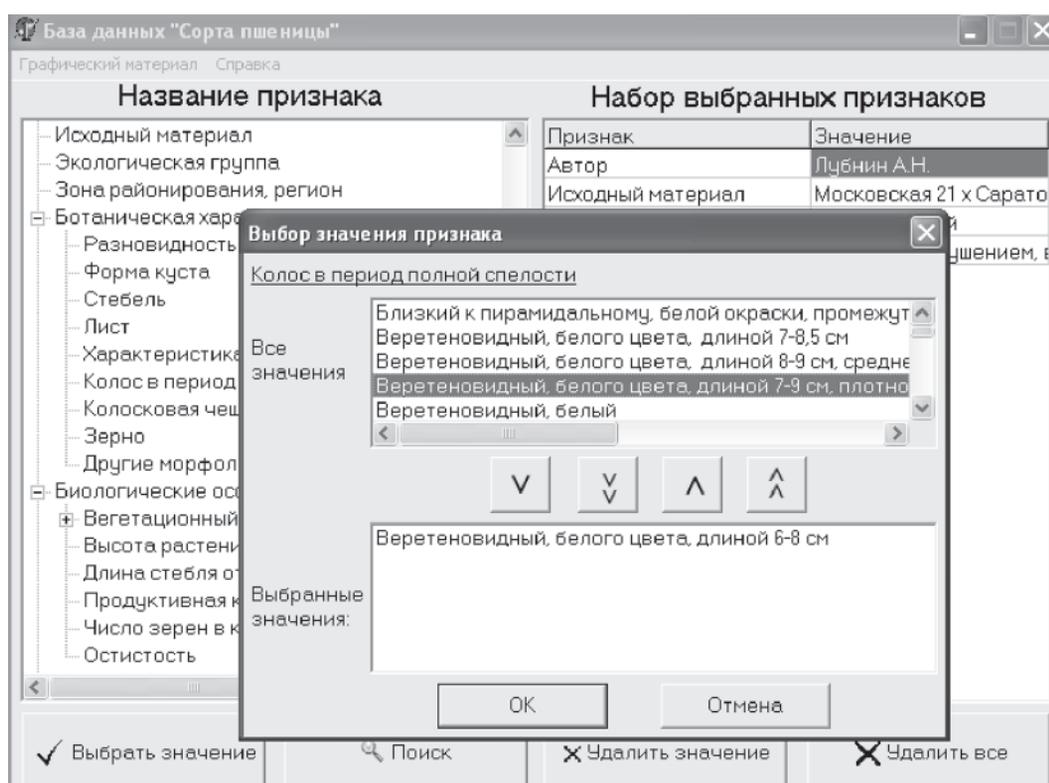


Рис. 3. Выбор признаков.

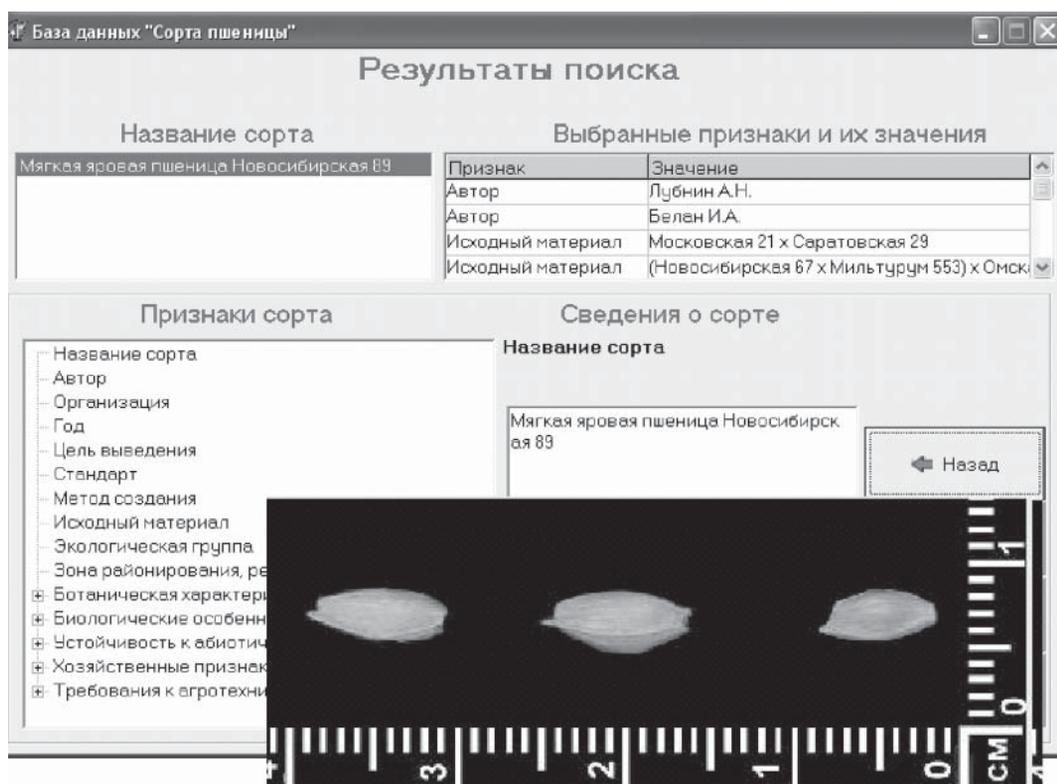


Рис. 4. Вывод результатов поиска.

На данный момент базы данных содержат текстовый и графический материал по 50 сортам пшеницы и 29 сортам ячменя сибирской селекции, включающий комплекс морфологических, ботанических и хозяйственно ценных свойств из 33 наименований (исходные сведения, вегетационный период, урожайность, устойчивость к стрессовым факторам, требования к агротехнике и т. д.). Предполагается дальнейшее их наполнение.

Выводы

1. Базы данных сортов необходимо создавать на основе описаний сортов и информационной модели развития растения.
2. Описание сорта как документ, устанавливающий состав и характеристики параметров сорта, должно быть доработано усилиями селекционеров и инженеров.
3. Поискные базы данных по сортам пшеницы и ячменя сибирской селекции позволят решать задачи по ускорению селекционного процесса и оптимизации выбора наиболее эффективных сортов сельскохозяйственными

товаропроизводителями за счет получения оперативной и разнообразной информации.

4. Важным моментом в развитии технологии растениеводства, который может сыграть определяющую роль в ее результативности, является компьютеризация работы с информацией.

5. Основа современной технологизации – это в первую очередь переход к массовому применению на практике информационных технологий.

Литература

1. Гончаров П.Л. Оптимизация селекционного процесса // Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: Докл. и сообщ. VIII генетико-селекцион. шк. (11–16 нояб. 2001г.). РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИРС. НГАУ. Новосибирск, 2001. С. 5–16.
2. Альт В.В. Приборное и информационное обеспечение агропромышленного комплекса // Информационные технологии, информационно-измерительные системы в исследовании сельскохозяйственных процессов: Ч. 1: Матер. регион. науч.-практ. конф. «Агроинфо 2000» (Новосибирск, 26–27 октября 2000 г.). РАСХН Сиб. отд-ние. Новосибирск, 2000. С. 32–40.

METHODOLOGY OF FORMING BARLEY AND WHEAT DATABASES

V.V. Alt¹, P.L. Goncharov¹, N.A. Surin²

¹ Siberian Branch of the Russian Academy of Agricultural Science, Novosibirsk oblast, Krasnoobsk, Russia; ² Krasnoyarsk Research Institute of Agricultural Science, Krasnoyarsk, Russia

Summary

Databases of spring cultivars of common wheat and barley produced by Siberian breeders are chosen as an example to consider the methodological aspects of development of crops' databases. The classification of characters, a definition model of the cultivar and software tool to handle relevant data are worked out. Elements of developed barley and wheat databases are enumerated. Databases supposed to be used in research and higher educational institutions specializing in biology and agriculture, in agricultural production and also for crops' biodiversity registration in the region.