

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС НА ИХ ОСНОВЕ ПО ВЫБОРУ НАИЛУЧШЕГО СОРТА НА ПРИМЕРЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

*С.В. Митрофанов, к.с.-х.н., Д.А. Благов, к.б.н., Н.Н. Новиков, к.с.-х.н., Н.С. Панферов, к.т.н.,
В.С. Никитин, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал*

Федерального государственного бюджетного научного учреждения

«Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

Россия, 390025, г. Рязань, ул. Щорса, д. 38/11 e-mail: f-mitrofanoff2015@yandex.ru

Рассматриваются математические модели по выбору наилучшего сорта сельскохозяйственных культур. Основу разработанных математических моделей составили учет количества внесенных органических и минеральных удобрений, потерь урожайности, пораженности болезнями и вредителями, засоренности и др. Реализована модель расчета коэффициентов эффективности использования азота, фосфора, калия почвы сельскохозяйственными культурами. На основе представленных математических моделей разработан программный комплекс по выбору оптимального сорта сельскохозяйственных культур. В качестве примера приведен расчет в условиях хозяйства Рязанской области на озимой пшенице сортов Астет, Ангелина и Бирюза.

Ключевые слова: математическая модель, программный комплекс, сорт, пшеница озимая, питательные элементы.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.07

Российская Федерация характеризуется наличием множества крупных специфических регионов со значительными почвенными различиями. В связи с этим аграриям трудно выбрать сорт сельскохозяйственной культуры, отвечающий всем требованиям и условиям его производства. В настоящее время сложилась практика районирования сортов сельскохозяйственных культур по данным сортоучастков, расположенных в пределах административно-хозяйственного района [1, 2]. Однако при этом недостаточно учитывается разнообразие почвенно-климатических условий в пределах одной административной единицы. Для выращивания растениеводческой продукции в достаточном количестве и нужного качества необходимо иметь адаптированный к местным условиям набор сортов сельскохозяйственных культур. Выбор сорта требует научно обоснованного подхода, в том числе проведения дополнительного сортоиспытания в условиях сельскохозяйственных предприятий. Сорта сельскохозяйственных культур, проверяемые на сортоиспытательных участках, кроме основного критерия – урожая с единицы площади, характеризуются целым рядом иных показателей: зимостойкость, устойчивость к полеганию, засухе, осыпанию, поражаемость болезнями, повреждаемость вредителями и т.д. [3-5].

Цель исследований – повысить эффективность производственных процессов в растениеводстве за счет рационального выбора сортов сельскохозяйственных культур путем использования инновационных цифровых технологий.

Методика. Исследования проводили с использованием аналитического, математического и статистического методов.

Результаты и их обсуждение. В предлагаемом способе отбора сортов, кроме вышеперечисленных показателей, основными критериями для возделывания в определенном климатическом регионе на конкретных типе и подтипе почв являются урожайность основной продукции и затраты питательных веществ на единицу продукции. Для этого необходимо провести полевые испытания различных районированных сортов

одной сельскохозяйственной культуры в существующих условиях сельхозпредприятия или в ближайших семеноводческих хозяйствах, чтобы определить перспективные сорта по следующей методике:

1. Провести расчет приведённой (потенциально возможной) урожайности в зависимости от агрохимических показателей почв, количества внесённых органических и минеральных удобрений с учетом урожайности предшественника, потерь урожайности от пораженности болезнями и вредителями, засорённости, полегания, осыпания по формуле:

$$U_{\text{пр}} = \frac{U_{\text{ф}}}{1 - (K_{\text{Б}} + K_{\text{В}} + K_{\text{З}} + K_{\text{П}} + K_{\text{О}}) / 100}, \quad (1)$$

где $U_{\text{пр}}$ – приведённая урожайность, т/га; $U_{\text{ф}}$ – фактически полученная урожайность в результате испытания, т/га; $K_{\text{Б}}$ – потери урожая от болезни, %; $K_{\text{В}}$ – потери урожая от вредителей, %; $K_{\text{З}}$ – потери урожая от засорённости, %; $K_{\text{П}}$ – потери урожая от полегания, %; $K_{\text{О}}$ – потери урожая от осыпания, %.

2. Рассчитать коэффициент эффективности использования питательных веществ почвы растениями при их вегетации.

Формула расчета коэффициента эффективности по сумме питательных элементов: азоту (N), фосфору (P), калию (K):

$$K_{\text{с}} = \frac{N + P + K}{U_{\text{пр}}}, \quad (2)$$

Формула расчета коэффициентов эффективности по азоту, фосфору и калию:

$$K_{\text{N}} = \frac{N}{U_{\text{пр}}}, \quad (3)$$

$$K_{\text{P}} = \frac{P}{U_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

$$K_{\text{K}} = \frac{K}{U_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

где K_N , K_P , K_K - коэффициенты эффективности использования питательных веществ по азоту, фосфору и калию соответственно; N - азот фактический, который включает следующие источники поступления его в почву (кг/га): азот гумуса, азот почвенного раствора, азот органического вещества, азот свободноживущих азотфиксирующих бактерий, азот соломы, ботвы, сидерата предшественника, азот пожнивно-корневых остатков предшественника, азот клубеньковых бактерий, азот семян.

P, K - фактические фосфор и калий, включающие следующие источники поступления фосфора и калия при питании сельскохозяйственных культур (кг/га): фосфор и калий в почве по данным агрохимического обследования, фосфор и калий органического вещества, фосфор и калий соломы, ботвы, сидерата предшественника, фосфор и калий пожнивно-корневых остатков предшественника, фосфор и калий семян.

Сорт сельскохозяйственной культуры, имеющий максимальную урожайность и минимальные затраты питательных веществ на единицу продукции, имеет преимущество при использовании на данной территории хозяйства.

На основе представленных математических моделей был разработан программный комплекс по выбору оптимального сорта сельскохозяйственных культур (рис. 1).

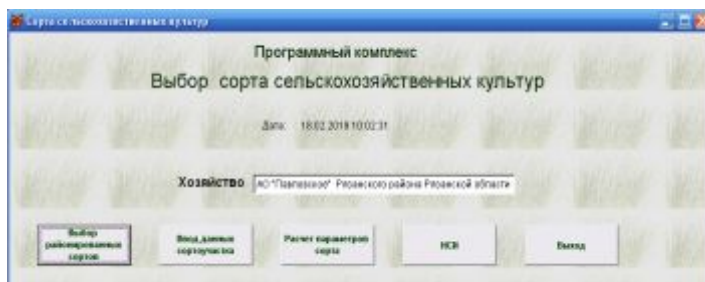


Рис. 1. Внешний вид программного комплекса

Данная программа состоит из нескольких управляющих кнопок: выбор районированного сорта, ввод данных сортоучастка, расчет параметров сорта, НСИ (нормативно справочная информация), выход.

В качестве пояснения работы программного комплекса были проведены расчеты по выбору оптимального сорта на примере сельскохозяйственной культуры озимой мягкой пшеницы в хозяйстве АО «Павловское» Рязанской области. Представленное хозяйство специализируется на выращивании растениеводческой продукции.

Для испытания были выбраны сорта пшеницы озимой Астет, Ангелина, Бирюза (рис. 2).

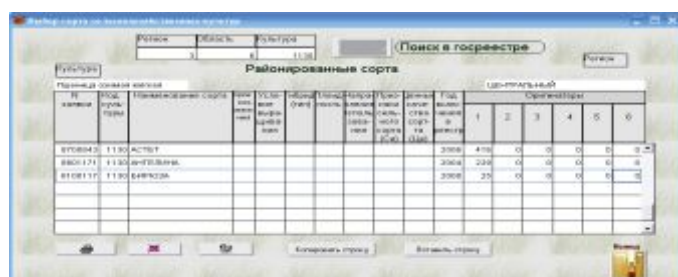


Рис. 2. Выбор сортов озимой пшеницы

Представленные сорта пшеницы имели следующую урожайность: Астет – 35 ц/га, Ангелина – 45, Бирюза –

39 ц/га (рис. 3). Агрохимические показатели почвы: содержание гумуса 5,2%, подвижного фосфора 10 мг/100 г почвы, обменного калия 12 мг/100 г почвы, pH 5,5, тип почвы – чернозем.

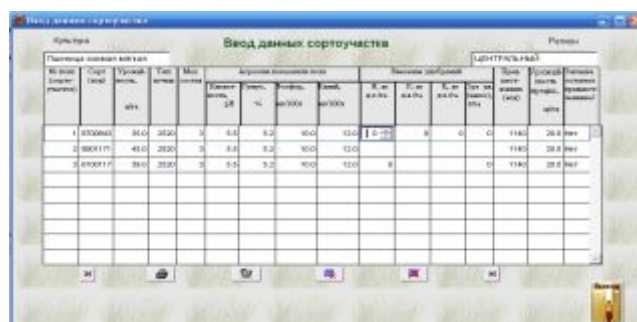


Рис. 3. Показатели продуктивности сортов озимой пшеницы

После выбора необходимых сведений об урожайности сортов и агрохимических показателях почвы идет ввод данных о поражаемости выбранных сортов болезнями и повреждаемости вредителями (рис. 4).

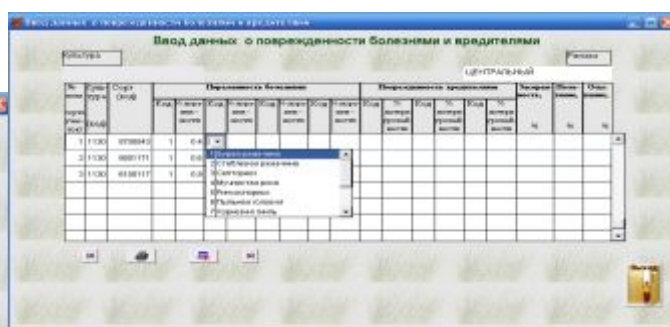


Рис. 4. Данные о поражаемости болезнями и повреждаемости вредителями сортов пшеницы

В приведенном примере пораженность болезнью бурая ржавчина исследуемых сортов пшеницы была следующей: Астет – 0,4%, Ангелина – 0,6, Бирюза – 0,9%. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что наименее восприимчив к бурой ржавчине сорт Астет.

Заключительным этапом по выбору сорта сельскохозяйственной культуры является определение затрат питательных веществ (NPK) на 1 кг зерна. Испытания показали, что оптимальным сортом озимой пшеницы для представленного хозяйства является Ангелина. Это связано с тем, что данный сорт потребил наименьшее количество питательных веществ (рис. 5). На формирование 1 кг зерна использовано: азота – 0,3190 кг, фосфора – 0,0647, калия – 0,0784 кг.

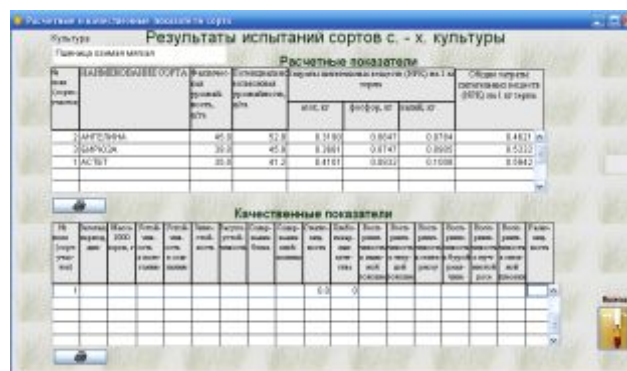


Рис. 5. Результаты испытаний сортов озимой пшеницы

Сорт озимой пшеницы Бирюза показал несколько худшие результаты (рис. 6). В сравнение с сортом Ангелина количество потребляемых питательных элементов возросло: азота на 15,39%, фосфора – 15,46, калия на 15,43%.

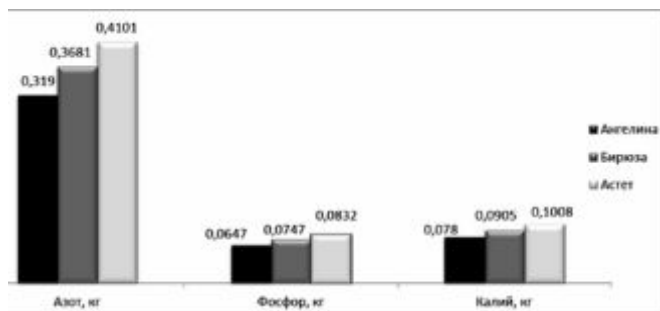


Рис. 6. Потребление азота, фосфора, калия испытываемыми сортами на формирование 1 кг зерна

Самые высокие показатели по количеству потребляемых минеральных веществ установлены у сорта Астет. По сравнению с сортом Ангелина данный сорт имел значительный вынос питательных веществ: азота – 0,4101 кг (+ 28,56%), фосфора – 0,0832 (+ 28,59%), калия – 0,1008 кг (+ 28,57%). С учетом большого потребления питательных элементов данный сорт наименее подходит почвенным условиям изучаемого хозяйства.

Заключение. Разработанный программный комплекс по выбору сорта на основе представленных математических моделей, учитывающих как продуктивность испытываемых сортов, так и повреждения различными вредителями и поражения болезнями и т.д., а также эффективность использования питательных веществ, может успешно применяться в сельскохозяйственных предприятиях для рационального выбора сортов возделываемых культур в соответствии с конкретными почвенными условиями.

Литература

1. Сычев В.Г. Основные ресурсы урожайности сельскохозяйственных культур и их взаимосвязь. – М.: Изд-во ЦИНАО, 2003. – 228 с.
2. Агрохимия: классический университетский учебник для стран СНГ/ Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во ВНИИА, 2017. – 854 с.
3. Биологизация земледелия, гумусный баланс и энергосбережение почвы в полевом земледелии индивидуальных и фермерских хозяйств. Учебно-методическое пособие. – Рязань, 2003. – 148 с.
4. Новиков Н.Н., Любченко В.Б., Никитин В.С., Митрофанов С.В. Алгоритм расчета потребности в семенах сельскохозяйственных культур // Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства: сб. науч. тр. ФГБНУ ВНИМС. – Рязань, 2016. – С. 31-34.
5. Никитин В.С. Математическая модель гумусного состояния почв севооборотных массивов Нечерноземной зоны Центрального региона РФ // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства: сб. науч. тр. ГНУ ВНИМС Россельхозакадемии. – Рязань, 2012. – С. 51-57.

MATHEMATICAL MODELS AND PROGRAM COMPLEX ON THEIR BASIS ON THE SELECTION OF THE BEST VARIETY ON THE EXAMPLE OF GRAIN CROPS

S.V. Mitrofanov, D.A. Blagov, N.N. Novikov, N.S. Panferov, V.S. Nikitin
 Institute of Technical Support of Agriculture, Schorsa ul. 38/11,
 390025 Ryazan, Russia, e-mail: f-mitrofanoff2015@vandex.ru

Mathematical models for choosing the best variety of crops are considered. The basis of the developed mathematical models was accounted for the amount of organic and mineral fertilizers applied, yield losses, disease and pest infestation, weediness, etc. The model for calculating the efficiency of nitrogen, phosphorus, potassium soil utilization by agricultural crops was implemented. Based on the presented mathematical models, a software package has been developed for choosing the optimal variety of crops. As an example, the calculation is given in the conditions of the economy of the Ryazan region on winter wheat varieties Astet, Angelina and Biryuzha.

Key words: mathematical model, software complex, variety, winter wheat, nutritional elements.