

УДК 631.172

ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР – РЕШАЮЩИЙ ФАКТОР В СНИЖЕНИИ ЗАТРАТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ

И.Н. Шило,

ректор БГАТУ, докт. техн. наук, профессор

Т.А. Непарко,

доцент каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Д.А. Жданко,

зав. каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В статье представлены расчетные значения затрат производственных ресурсов в растениеводстве и обоснованы направления их снижения.

Ключевые слова: ресурсоемкость, затраты труда, расход топлива, расход металла, расход электроэнергии, урожайность, издержки.

The estimated values of the costs of production resources in crop production and ways for the reduction of them are presented in the article.

Keywords: resource intensity, labor costs, fuel consumption, metal consumption, electricity consumption, resource, productivity, costs.

Введение

Обеспечение продовольственной безопасности является одним из важнейших приоритетов Республики Беларусь, поэтому столь значимо развитие сельского хозяйства, как ведущей отрасли агропромышленного комплекса. Учитывая, что все экономически развитые страны мира начинали с развития сельского хозяйства и поддерживают его сегодня, а мировой рынок продовольствия характеризуется высокой конкуренцией и жесткими требованиями безопасности к продуктам питания, перед аграриями Беларуси стоит многогранная задача – не допустить отставания развития сельского хозяйства, успехи которого обусловлены не только рукотворными достижениями, но и природно-производственными условиями, и нацелены на наращивание экспортного потенциала на мировом рынке продовольствия.

Конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции зависит от многих факторов, решающими из которых являются затраты производственных ресурсов, включающие затраты труда, топливосмазочные материалы, металл и электроэнергию. В Республике Беларусь, как и во всем мире, намечилась устойчивая тенденция снижения количества работников, непосредственно принимающих участие в производстве сельскохозяйственной продукции, при том, что республика не имеет собственных достаточных запасов энергоносителей и металла, а доля топливо-

энергетических ресурсов в себестоимости продукции сельского хозяйства составляет 30-50 % [1]. На форуме, прошедшем в Могилеве, были приняты мероприятия научно-технической программы, которые позволят сократить удельные затраты труда при производстве продукции зерновых и зернобобовых культур на 15-20 %, пропашных и кормовых культур – на 20-25 %, плодовых, ягодных и овощных культур на 25-30 %, общие затраты топлива – на 20-25% [2].

Целью работы явилось определение наиболее подходящих технологических схем возделывания основных сельскохозяйственных культур, обоснование комплекса машин на основе оптимизации технических средств, оценка уровня и закономерности ресурсопотребления в зависимости от природно-производственных условий, повышение эффективности производства продукции растениеводства путем разработки и освоения в производстве научно-обоснованных методов формирования и реализации системы машин [3].

Основная часть

В последние годы сельское хозяйство Беларуси достигло определенного успеха в производстве продукции растениеводства. Так, по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (табл. 1), средняя урожайность зерновых культур составляет от 2,67 до 3,33 т/га, картофеля – 21,6-23,2, сахарной свеклы – 47,7-51,9 т/га [4].

Таблица 1. Урожайность и посевная площадь основных сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных предприятиях всех категорий Республики Беларусь

Культура	Средняя урожайность, ц/га			Площадь посева, тыс. га		
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Зерновые и зернобобовые	33,2	26,7	30,4	2429,8	2348,6	2452,7
Картофель	232	216	229	277,3	273,8	268,0
Сахарная свекла	500	477	519	101,5	102,3	95,9

Однако эти показатели могут быть значительно увеличены, для этого создан значительный потенциал, машинно-тракторный парк сельскохозяйственных предприятий Беларуси существенно обновлен. На выполнении основных механизированных работ в республике задействовано чуть более 40 тыс. тракторов различного тягового класса, при этом тракторы класса тяги 3 и выше составляют более 60 %. Для уборки зерна сформирован парк зерноуборочной техники, состоящий преимущественно из отечественных комбайнов пропускной способностью 8-14 кг/с. Оптимальным по составу является парк зерноуборочных комбайнов, состоящий из 13,5 тыс. единиц, в том числе комбайнов с пропускной способностью до 10 кг/с – 34,5 %, 10-12 кг/с – 57,2 %, свыше 12 кг/с – 8,3 %. В настоящее время потребность в зерноуборочных комбайнах с пропускной способностью до 10 кг/с обеспечена на 70 %, а комбайнов с пропускной способностью свыше 12 кг/с – около 64 %. Обеспеченность кормоуборочными комбайнами составляет 79 %, однако основу их парка (свыше 50 %) составляют комбайны малой мощности и производительности. Предприятия оснащены также современными свекло-картофеле- и льноуборочными комбайнами [2].

Общие энергетические мощности мобильных энергетических средств достигают почти 14 млн кВт. При этом указанные мобильные энергетические средства, используемые для производства продукции растениеводства, расходуют за год в среднем не менее 500 тыс. тонн топливно-смазочных материалов, однако результативность сельского хозяйства разная. Во многом она связана с уровнем технической оснащенности, недостатком техники для работ в агротехнически допустимые сроки и ее изношенностью. Так, показатель энергооснащенности в сельском хозяйстве развитых стран составляет порядка 300 л.с. на 100 га сельскохозяйственных угодий, а в Беларуси – немного более 250 л.с. Техническая обеспеченность сельского хозяйства – на уровне 75 % от нормативной. Кроме того, по данным органов гостехнадзора, до 70 % машин находятся за пределами амортизационного срока эксплуатации. В последние 3 года обновление машинно-тракторного парка в среднем осуществлялось на уровне 3 %. Предстоит не только нарастить недостаточное количество техники, но эта техника должна быть уже иного технического уровня, реализующая самые современные инновационные достижения, прежде всего в сфере аграрных ИТ-технологий,

применение которых обеспечит в сельском хозяйстве Беларуси рост урожайности сельскохозяйственных культур, снижение всех видов производственных ресурсов, повышение конкурентоспособности на основе реализации инновационных, ресурсосберегающих, экологически чистых технологий производства основных видов сельскохозяйственной продукции.

Объектами исследования являлись технологии возделывания основных сельскохозяйственных культур и комплекс технических средств для их реализации. Прогрессивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур – одно из наиболее эффективных средств повышения продуктивности их производства [3], представляющие взаимосвязанную последовательность механизированных работ по возделыванию, уборке и послеуборочной обработке урожая, качество которого регламентируется стандартами. Для разработки таких сложных объектов, как технологии, эффективность которых в значительной степени зависит от местных условий (связь со «средой»), применили системный подход, теорию больших (сложных) систем и системный анализ. Технологию рассматривали как единое целое, ее элементы – как органичные составляющие этого целого, причем свойства элементов определялись общими свойствами системы. Технологии принимали, как последовательность действующих один за другим чередующихся механизированных и естественных процессов (экономико-организационные процессы считали вторичными, зависящими от названных), при том, что функционирование каждого последующего процесса начиналось после окончания предыдущего. При таком представлении технологии отнесли к классу многофазных агрегативных технических систем, состоящих, с целью упрощения математической модели системы, из кусочно-линейных комплексов. Допущение о кусочно-линейной сущности комплекса в том, что его внутреннее состояние не изменяется мгновенно от начального к конечному на выходе. Это допущение совпадает с состоянием комплекса в начале и конце его действия и не мешает рассматривать его внутренние процессы как непрерывные [3]. При этом выделили два вида подсистем (комплексов): структурные и функциональные. По структурному признаку технологии разделили по календарным периодам, причем каждая подсистема представляла собой взаимосвязанную совокупность операций, выполняемых машинами, или естественных процессов в почве, рас-

тениях и приземном слое воздуха, по функциональному признаку – на группы операций, где каждая реализует одну из главных функций технологии, направленных на конечный результат. Разделение технологий на функциональные подсистемы было вызвано способом возделывания культур, в который входят: система обработки почвы, применение удобрений, система защиты растений от сорняков, болезней и вредителей, способы уборки урожая. При рассмотрении подсистем технологий имели в виду одновременно решение двух задач: создание условий для повышения урожайности культуры и снижения при этом расхода всех ресурсов на ее возделывание. За предел расчленения технологий, задаваемый видом конечных элементов, принимали технологические операции, выполняемые одиночно работающими машинами и агрегатами, группами однородных машин и агрегатов (машинными отрядами), группами разнородных, но взаимосвязанных по функционированию машин и агрегатов (машинных комплексов) [1], что соответствовало уровню организации использования техники в Республике Беларусь. Перечень технологических операций и состав технических средств, входящих в комплекс технологии в системном ее представлении, выбирали в соответствии с наиболее эффективными рекомендациями отраслевых научных учреждений. Конкретизируя рекомендации и приближая их к природно-производственным условиям, учитывали, что даже наилучшие мероприятия не гарантировали повышение эффективности производства сельскохозяйственной культуры без их взаимодействия и взаимовлияния, формирования рациональной системы машин и достижения высоких результатов ее использования. Формирование структурных подсистем (комплексов) вели с учетом выбранных функциональных подсистем и их технологических параметров таким образом, чтобы сочетание производственных операций и подбор машин для них по каждому комплексу обеспечивали наименьшие затраты расходуемых ресурсов при высоком качестве работ и проведении их в наиболее благоприятные и короткие сроки. Для максимального приспособления технологий к условиям их применения необходима точность принятия решений, которая затруднительна по результатам полевых опытов. Дополнение результатов, представленных в отраслевых регламентах, компьютерными технологиями было вызвано необходимостью решения двух задач: формирование технологий на основе системообразующих признаков, характеризующих условия их применения, и адаптация технологий к условиям поля и предприятия для их непосредственного применения [1, 3]. В работе использовались методы экономико-математического анализа производственных процессов, математического моделирования и математической статистики.

Важнейшим показателем конкурентоспособности сельскохозяйственной техники является экономия

трудовых и материально-технических ресурсов, достигаемая при выполнении производственных процессов. Большая экономия ресурсов может быть достигнута за счет сокращения номенклатуры технических средств на основе совершенствования типоразмерных рядов средств механизации и структуры машинно-тракторного парка в целом, повышения доли комбинированных и универсальных машин, в том числе с учетом модульного принципа их создания, а также модернизации существующего парка машин, дооборудования машин новыми рабочими органами с приданием им дополнительных функций [2]. Чтобы оценить эффективность технического средства с позиций системного подхода, следует учитывать, насколько оно повышает урожайность сельскохозяйственных культур, сокращает потери продукции, а также определить, как это сказывается на снижении ресурсоемкости производства всех видов продукции, получаемых с его применением. В общем случае экономия производственных затрат r -го ресурса [1] с учетом уменьшения ресурсоемкости единицы продукции можно оценить по масштабному фактору:

$$\mathcal{E}_r = \sum_l [Y_{\text{ор}l}^{\circ} - Y_{\text{нр}l}^{\circ} + \Delta Y_{rl}^n] F_l, \quad (1)$$

где r, l – индексы вида ресурса и продукции;

$Y_{\text{ор}l}^{\circ}, Y_{\text{нр}l}^{\circ}$ – ресурсоемкость операции по базовому и новому вариантам на единицу объема работ, ч/га (кг/га, кВт·ч/га);

F_l – площадь возделывания культуры, га;

$\Delta Y_{rl}^n = (Y_{\text{ор}l}^n - Y_{\text{нр}l}^n) U_l$ – снижение удельных затрат ресурсов в целом по технологии за счет роста урожайности, ч/га (кг/га, кВт·ч/га);

$Y_{\text{ор}l}^n, Y_{\text{нр}l}^n$ – ресурсоемкость продукции по базовому и новому вариантам, ч/ц (кг/ц, кВт·ч/ц);

U_l – урожайность, ц/га.

Для установления зависимости влияния урожайности на ресурсоемкость продукции по разработанному алгоритму выполнена оптимизация машинно-тракторного парка модельного сельскохозяйственного предприятия и определены затраты производственных ресурсов для широких диапазонов изменения урожайности. В результате исследований установлено, что ресурсоемкость продукции растениеводства с ростом урожайности U_l изменяется по гиперболической зависимости:

$$Y_r^n = a_l + b_l / U_l, \quad (2)$$

где a_l и b_l – экспериментальные коэффициенты, постоянные для широких диапазонов изменения урожайности сельскохозяйственных культур [1].

С учетом зависимости (2) уравнение (1) примет вид:

$$\mathcal{E}_r = \sum_l [(Y_{\text{ор}l}^{\circ} - Y_{\text{нр}l}^{\circ}) F_l + (Y_{\text{ор}l}^n - Y_{\text{нр}l}^n) U_l F_l]. \quad (3)$$

Различные средства механизации обеспечивают различный уровень ресурсопотребления с учетом

масштабного фактора их производства и применения. Проанализировав алгебраический знак первого слагаемого, то есть $(Y_{\text{орл}}^{\circ} - Y_{\text{нрл}}^{\circ})F_l$, которое представляет собой изменение либо ресурсоемкости базовой операции в отношении новой операции, либо ресурсоемкости базовой технологии в отношении новой или модернизированной технологии и т.п., можно сделать вывод, что первое слагаемое уравнения (3) во многих случаях будет отрицательным. Поэтому экономия затрат любого ресурса будет определяться в основном величиной второго слагаемого уравнения (3). Используя зависимости (2) и (3) и полученные значения экспериментальных коэффициентов, в таблице 2 представлены значения показателей затрат производственных ресурсов в расчете на один центнер основных сельскохозяйственных культур при достигнутой урожайности в Республике Беларусь и максимально возможной, для которой коэффициенты a_l и b_l имеют постоянные значения.

Как видно из приведенных в таблице 2 данных, существенной экономии затрат г-го ресурса с учетом

каждый гектар посевов, а увеличение урожайности картофеля на 22,7 % позволит сэкономить 12 ч трудозатрат, 63 кг топлива, 66 кг металла и 6 кВт·ч электроэнергии на каждый гектар посадок без учета издержек на внедрение новых машин и технологий. При росте урожайности сахарной свеклы всего до 4 % можно получить экономию трудозатрат до 3,3 %, расхода топлива до 1,1 %, металла до 4,5 %.

3. Фактическая величина экономии производственных затрат во многом зависит от издержек при внедрении новой техники и новых технологий, целесообразность применения которых, с позиций системного подхода, следует оценивать в целом по машинно-тракторному парку предприятия с учетом их влияния на повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шило, И.Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства / И.Н. Шило, В.Н. Дашков. – Минск: БГАТУ, 2003. – 183 с., ил.

2. Казакевич, П.П. Системы машин для сельского хозяйства союзного государства Беларуси и России: принципы и методы разработки / П.П. Казакевич // Агропанорама. – 2018. – № 6. – С. 4-8.

3. Непарко, Т.А. Повышение эффективности производства картофеля обоснованием рациональной структуры и состава применяемых комплексов машин: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.20.03 / Т.А. Непарко. – Минск, 2004. – 19 с.

4. Беларусь в цифра. 2019: Стат. справочник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2019 – 72 с.

6. Новиков, А.В. Обоснование нормативов потребности сельскохозяйственного предприятия в мобильных энергетических средствах / А.В. Новиков, Д.А. Жданко, Т.А. Непарко // Изобретатель. – 2017. – № 2. – С. 41-45.

Таблица 2. Затраты производственных ресурсов при различной урожайности сельскохозяйственных культур

Культура	Урожайность, ц/га	Затраты производственных ресурсов на 1 ц			
		затраты труда, ч	топливо, кг	металл, кг	электроэнергия, кВт·ч
Зерновые	33,2	0,31	4,86	1,13	1,11
	50,0	0,27	4,11	0,96	1,09
Картофель	232	0,35	1,28	0,44	0,43
	300	0,31	1,07	0,22	0,41
Сахарная свекла	500	0,30	0,90	0,22	–
	519	0,29	0,89	0,21	–

масштабного фактора можно достичь только при резком увеличении урожайности, а темпы роста урожайности должны опережать темпы роста издержек на внедрение новых машин и новых технологий, то есть значение первого слагаемого уравнения (3) должно быть значительно меньше значения второго слагаемого.

Заключение

1. Основным резервом снижения ресурсоемкости продукции растениеводства является существенное повышение урожайности.

2. При повышении урожайности зерновых в 1,5 раза можно сэкономить 2 ч трудозатрат, 37,5 кг топлива, 8,5 кг металла и 1 кВт·ч электроэнергии на

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 01.09.2020