

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 631.354.2

С.Д. Шепелёв, Ю.Б. Черкасов

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ НАДЁЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН В ЗЕРНУБОРОЧНОМ ПРОЦЕССЕ

В статье показана взаимосвязь между надёжностью зерноуборочных комбайнов и их сезонной нагрузкой. Установлена зависимость коэффициента готовности от капиталовложений в ремонтно-обслуживающие воздействия.

Ключевые слова: надёжность, зерноуборочный комбайн, потери продукции, производительность.

S.D. Shepelev, Yu.B. Cherkasov

THE SUBSTANTIATION OF THE RATIONAL LEVEL OF THE TECHNOLOGICAL MACHINE RELIABILITY IN THE GRAIN-HARVESTING PROCESS

The relationship between the reliability of combine harvesters and their seasonal load is shown in the article. The dependence of the availability factor on the capital investment in the repairing-maintenance impacts is established.

Key words: reliability, combine harvester, product loss, efficiency.

Введение. В связи с переходом стран СНГ на рыночные отношения произошли значительные изменения в структуре сельскохозяйственных формирований и их техническом оснащении. Старение машинно-тракторного парка негативно влияет на стабильность и эффективность функционирования технологических процессов, снижает объёмы производства сельскохозяйственной продукции. В Костанайской области Республики Казахстан в результате рыночных преобразований около 35 % площади сельскохозяйственных угодий приходится на фермерские хозяйства. Анализ показал, что наибольшая доля посевных площадей приходится на фермерские хозяйства до 500 га. Своевременная уборка урожая на предприятиях с различной формой осуществления хозяйственной деятельности требует улучшения использования зерноуборочной техники. В условиях дефицита трудовых и материальных ресурсов необходимо сокращение потерь продукции и снижение затрат на привлечение технических средств [1, 2, 3, 4, 5]. При высокой надёжности зерноуборочной техники и низкой сезонной нагрузке увеличиваются затраты на её привлечение. При высокой сезонной нагрузке и низкой надёжности предприятия несут убытки от потерь продукции из-за увеличенных сроков уборки. Развитие рынка подержанной техники на постсоветском пространстве вызывает необходимость в обосновании экономически целесообразного соотношения сезонной нагрузки зерноуборочного комбайна и его надёжности, которая определяется наработкой за период эксплуатации. Для повышения технической и технологической надёжности уборочных машин необходимо обосновать целесообразность инвестирования в ремонтно-обслуживающие воздействия.

Проблемность ситуации заключается в том, что, с одной стороны, для снижения потерь урожая необходимы капиталовложения в ремонт для повышения надёжности зерноуборочных комбайнов, с другой стороны, их отдача в хозяйствах с различной площадью уборки не всегда будет эффективной. Указанные противоречия требуют дополнительных исследований для получения новых знаний о взаимосвязи между показателями надёжности и затратами на привлечение и ремонт зерноуборочных комбайнов с различным ресурсным состоянием.

Цель исследований. Обоснование рационального соотношения надёжности зерноуборочных комбайнов и эксплуатационных показателей.

Задачи исследований. Установить влияние надёжности на эффективность функционирования зерноуборочных комбайнов с различной сезонной нагрузкой. Обосновать зависимость надёжности и сезонной нагрузки зерноуборочного комбайна от ремонтно-обслуживающих воздействий.

Материалы и методы исследований. Для определения зависимости затрат на привлечение зерноуборочных комбайнов (ЗУК), технического обслуживания, ремонта и хранения (ТОРХ), расхода топлива и ремонтно-обслуживающих воздействий (РОВ) от показателя надёжности был собран статистический материал в производственных условиях и обработан современными методами математической статистики. Для обоснования рациональной надёжности зерноуборочных комбайнов и годовой нагрузки использовано экономико-математическое моделирование.

Результаты исследований и их обсуждение. При обосновании площади возделывания зерновых культур (Q_{ϕ}) необходимо учитывать количество комбайнов, их пропускную способность и надёжность:

$$Q_{\phi}(K_{\Gamma}) = D_p n_{\phi} 36q \frac{\tau K_z}{Y(1+\delta)} T_{\text{см}} K_{\text{см}} K_{\Gamma} K_{\text{пу}}, \text{ га} \quad (1)$$

Фактическое количество требуемых агрегатов (n_{ϕ}) в зависимости от их технической и технологической надёжности определяется из выражения:

$$n_{\phi}(K_{\Gamma}) = \frac{Q_{\phi} Y(1+\delta)}{D_p (36q \tau K_z T_{\text{см}} K_{\text{см}} K_{\Gamma} K_{\text{пу}} K_{\text{тн}})}, \quad (2)$$

где K_{Γ} – коэффициент готовности; D_p – длительность работ, дн.; n – зерноуборочных комбайнов, шт; q – пропускная способность комбайна, кг/с; K_z – коэффициент загрузки молотилки; Y – урожайность, ц/га; $T_{\text{см}}$ – время смены, ч; $K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности; $K_{\text{пу}}$ – коэффициент погодных условий; $K_{\text{тн}}$ – коэффициент технологической надёжности; τ – коэффициент использования полезного времени смены; δ – отношение массы соломки к массе зерна.

Результаты расчётов по определению посевной площади и количества зерноуборочных комбайнов в зависимости от надёжности представлены на рис. 1. Как видно из расчётов, для снижения потребности в уборочных агрегатах целесообразно увеличить техническую надёжность зерноуборочных комбайнов и технологическую надёжность взаимодействия технологических и транспортных машин за счёт рациональной структуры уборочно-транспортных звеньев и введения накопителей-перегрузателей.

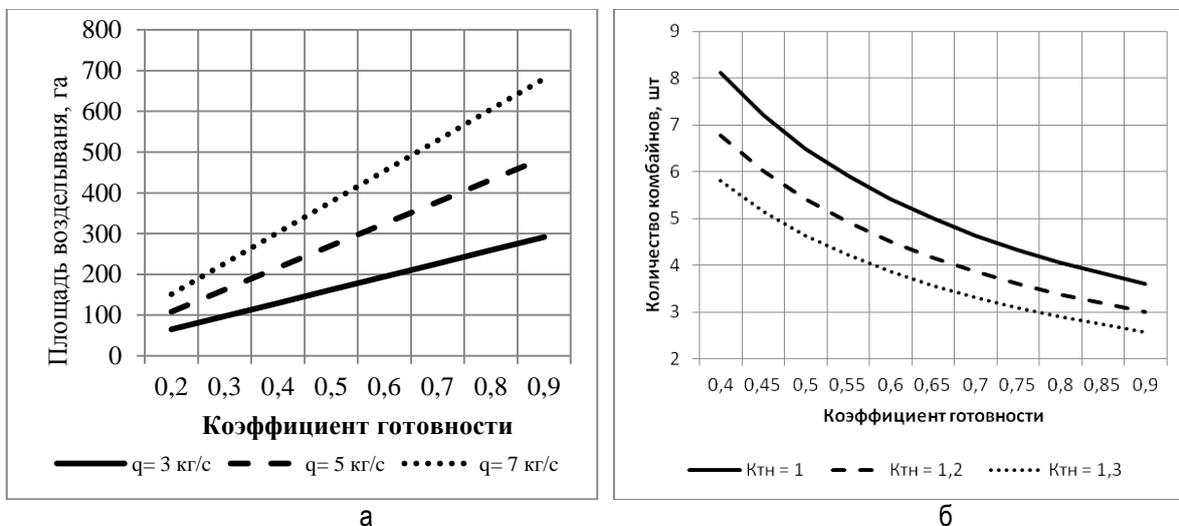


Рис. 1. Зависимость площади возделывания (а) и количества уборочных агрегатов (б) от коэффициента готовности ($D_p=20$ дней; $n=1$; $K_z=0,75$; $Y=15$ ц/га; $T_{\text{см}}=8$ ч; $K_{\text{см}}=1,5$; $K_{\text{пу}}=0,95$; $\tau=0,55$; $\delta=1,2$; $Q=1000$ га)

Для технико-экономической оценки зерноуборочных процессов в производственном цикле разработана структурная схема управления зерноуборочным процессом, входные и выходные параметры указаны на рис. 2. В качестве неуправляемых параметров выступают климатические условия. С увеличением площади уборки возрастают требования к производительности уборочных машин, а следовательно, и к их надёжности. Управляемым параметром является комплексный показатель надёжности – коэффициент готовности. При отклонении коэффициента готовности в меньшую сторону от рекомендуемого может быть использовано несколько вариантов: обновление техники и привлечение дополнительных трудовых ресурсов, что сложно осуществить из-за финансовых трудностей и дефицита трудовых ресурсов; перераспределение зерноуборочной техники с низкой надёжностью в фермерские хозяйства с небольшой площадью уборки; инвестирование в ремонт ЗУК, что не снижает объемов производства сельскохозяйственной продукции, но требует вложения финансовых средств.

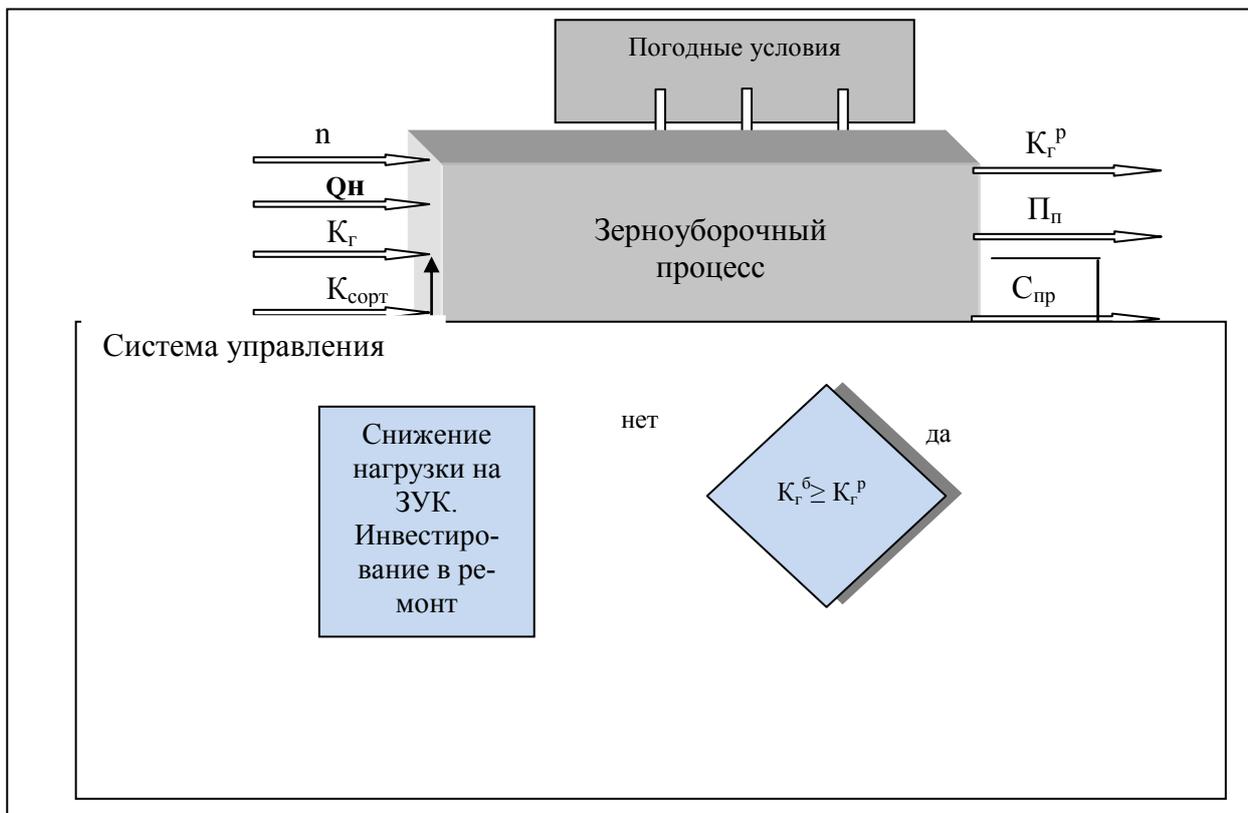


Рис. 2. Структурная схема управления зерноуборочным процессом:

K_c – коэффициент увеличения длительности работ от использования сортов; q – пропускная способность комбайна; Y – урожайность, ц/га; D_p – длительность работ, дн.; $K_{г^p}$ – рекомендуемый коэффициент готовности; n – количество комбайнов, шт.; $C_{пр}$ – стоимость продукции, руб/га; $П_{пр}$ – потери продукции

При обосновании рационального соотношения надёжности зерноуборочных комбайнов и площади уборки необходимо учитывать стоимость производимой продукции и привлекаемой техники, динамику изменения затрат на техническое обслуживание, ремонт и хранение, расход топлива в зависимости от наработки комбайна. Для обоснования рационального уровня надёжности зерноуборочных комбайнов с дифференцированной сезонной нагрузкой разработана целевая функция на основе минимума затрат:

$$U(K_{\Gamma}) = \frac{Z(K_{\Gamma})}{Q_{\text{H}}} + 0.5 \frac{K_c K_p Y C_{\text{п}} Q_{\text{H}}}{Q_{\text{см}} K_{\text{см}} K_{\Gamma} K_{\text{TH}}} + \frac{z_{\text{зап}}^{\text{cp}}(K_{\Gamma})}{Q_{\text{H}}} + R_{\text{асх}}(K_{\Gamma}) C_t \rightarrow \min, \quad (3)$$

где $Z(K_r)$ – затраты на привлечение ЗУК в зависимости от уровня надёжности, руб; $Z_{зап}(K_r)$ – затраты на запасные части в зависимости от коэффициента готовности, руб/га; $R_t(K_r)$ – затраты на топливо в зависимости от коэффициента готовности, руб/га; Q_n – общая наработка, га; K_p – коэффициент потерь; K_c – коэффициент снижения потерь от сочетания сортов, культур по скороспелости; $Q_{см}$ – сменная производительность ЗУК, га; $Z_{зап}^{cp}(K_r)$ – затраты на техническое обслуживание, ремонт и хранение в зависимости от коэффициента готовности; $R_{асх}(K_r)$ – расход топлива в зависимости от коэффициента готовности, кг/ч; C_t – стоимость топлива, руб/кг.

На основе сбора статистических данных в таблице представлены уравнения регрессии по определению затрат на привлечение ЗУК, ТОРХ, расхода топлива и ремонтно-обслуживающие воздействия (РОВ) от уровня надёжности уборочных агрегатов.

Уравнения, описывающие затраты на привлечение ЗУК, ТОРХ, расхода топлива и РОВ от коэффициента готовности

Показатель	Уравнение регрессии
Затраты на ТОРХ ЗУК, руб.	$Z_{зап}(K_r)=102123-62313K_r$
Расход топлива ЗУК, л/га	$R_t(K_{\bar{A}})=(10.588-8.3K_{\bar{A}})$
Затраты на привлечение ЗУК, руб.	$Z(K_r)=(8963123K_r-5862544)\alpha$ α – отчисления на амортизацию
Затраты на РОВ ЗУК, руб.	$Z_k(K_r)= 7618918 K_r -4870594$

Установлено, что затраты на запасные части к окончанию срока службы увеличиваются от 0,007 до 0,014 % от стоимости комбайна в расчёте на 1 га, а расход топлива к окончанию срока службы увеличивается в 1,3 раза.

Моделирование позволило выявить рациональный уровень надёжности зерноуборочного комбайна (ЗУК) в хозяйствах с различной площадью уборки зерновых культур (рис. 3).

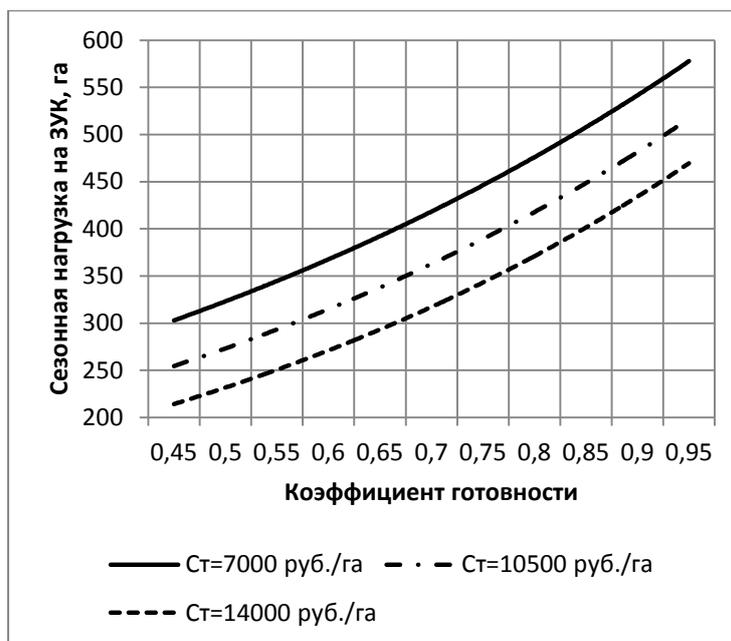


Рис. 3. Зависимость показателя надёжности от сезонной нагрузки «Енисей-1200» ($Q_d=10$ га; $n=1$; $Y=20$ ц/га; $C_{top}= 35$ руб; $T_{см}=8$ ч; $K_{см}=1,5$; $K_{ny}=0.95$; $K_{м.н.}=1$)

Установлено влияние коэффициента готовности зерноуборочного комбайна типа «Енисей-1200» на рациональную сезонную нагрузку при различной стоимости производимой продукции. С увеличением указанного коэффициента с 0,45 до 0,9 при стоимости продукции 10500 руб/га рациональная сезонная нагрузка на комбайн увеличивается с 250 до 500 га. Увеличение стоимости производимой продукции с 7000 до 14000 руб/га предъявляет требование к увеличению сезонной нагрузки до 40 %.

Для обоснования целесообразности капиталовложений в ремонтно-обслуживающие воздействия на зерноуборочные комбайны, находящимися за сроками амортизации с целью повышения их надёжности, получено выражение на основе критерия минимума затрат:

$$U(K_{\Gamma}) = \frac{K(K_{\Gamma})}{Q} + 0.5 \frac{K_c K_p U C_p Q}{Q_{cm} K_{cm} K_{\Gamma} K_{TH}} + \frac{z_{зап}^{cp}(K_{\Gamma})}{Q} + R_{асх}(K_{\Gamma}) C_t \rightarrow \min \quad (4)$$

где $K(K_{\Gamma})$ – зависимость капиталовложений в ремонт зерноуборочного комбайна от его надёжности (см. табл.), руб.

В результате исследования целевой функции установлено, что при увеличении сезонной нагрузки требования к надёжности ЗУК возрастают, а соответственно и инвестирование финансовых средств в ремонт.

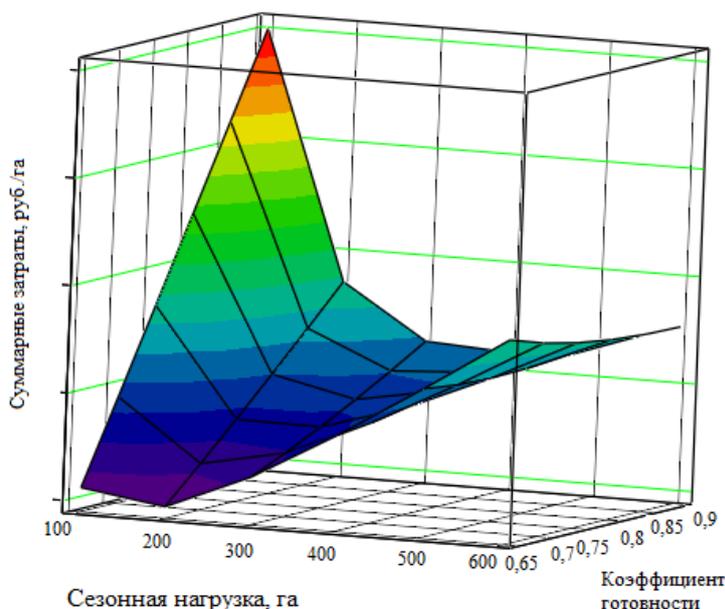


Рис. 4. Взаимосвязь между суммарными затратами, надёжностью и сезонной нагрузкой ЗУК ($C_n=6000$ руб/га)

На основе аналитического описания взаимосвязи между капиталовложениями в ремонт ЗУК и его годовой загрузкой установлена зависимость коэффициента готовности, сезонной нагрузки уборочного агрегата и капиталовложений (рис. 4).

Производственное внедрение результатов исследований в сельскохозяйственных предприятиях Костанайской области Республики Казахстан позволило получить годовой экономический эффект до 850 руб/га.

Заключение. Установлено влияние коэффициента готовности зерноуборочного комбайна типа «Енисей-1200» на рациональную сезонную нагрузку при различной стоимости производимой продукции. С увеличением указанного коэффициента с 0,4 до 0,7 при стоимости продукции 10,5 тыс. руб/га целесообразно увеличение сезонной нагрузки на комбайн с 200 до 400 га. Увеличение стоимости производимой продукции от 10,5 до 14 тыс. руб/га предъявляет требование к увеличению коэффициента готовности на 15 %.

На основе аналитического описания взаимосвязи между капиталовложениями в ремонт ЗУК и его годовой загрузкой установлено, что с увеличением сезонной загрузки зерноуборочного комбайна с 200 до 400 га целесообразное значение коэффициента готовности должно быть увеличено с 0,65 до 0,95. Для повышения коэффициента готовности от 0,7 до 0,95 необходимо инвестирование денежных средств от 16,5 до 70 % стоимости комбайна.

Литература

1. *Шепелёв С.Д.* Согласование параметров технических средств в уборочных процессах // Вестн. ЧГАА. – 2014. – № 1. – С. 65–73.
2. *Шепелёв С.Д., Окунев Г.А., Черкасов Ю.Б.* Влияние срока службы зерноуборочных комбайнов на структуру технологических линий // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2014. – № 1. – С. 43–45.
3. *Шепелёв С.Д., Окунев Г.А.* Проектирование поточных линий на уборке урожая. – Челябинск, 2006.
4. *Шепелёв С.Д., Кравченко И.Н.* Согласование параметров технических средств на уборке зерновых культур // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2011. – № 7/8. – С. 71–76.
5. *Шепелёв С.Д., Кравченко И.Н., Орлов А.В.* Влияние климатических условий на реализацию механизированных процессов уборки зерновых культур // Достижения науки – агропромышленному производству: мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. /под. ред. П.Г. Свечникова. – Челябинск: ЧГАА, 2014. – Ч. 2. – С. 111–116.



УДК 631.349

А.В. Бастрон, А.В. Заплетина, А.В. Логачёв

ОБЗОР СВЧ-УСТАНОВОК ДЛЯ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В статье представлен литературно-патентный обзор микроволновых СВЧ-установок, предлагаемых российскими и зарубежными компаниями для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: СВЧ-установка, предпосевная обработка, микроволновая энергия, СВЧ-генератор.

A.V. Bastron, A.V. Zapletina, A.V. Logachev

OVERVIEW OF THE MICROWAVE INSTALLATIONS FOR THE PRE-SOWING TREATMENT OF THE AGRICULTURAL CROP SEEDS

The literary and patent overview of the microwave installations offered by the Russian and foreign companies for the pre-sowing treatment of the agricultural crop seeds is presented in the article.

Key words: microwave installation, pre-sowing treatment, microwave energy, microwave generator.

Введение. Основной задачей овощеводства является постоянное и достаточное снабжение населения всеми видами овощей, в том числе зелеными и пряно-вкусовыми культурами. В структуре валовой продукции овощеводства Сибири все еще беден ассортимент выращиваемых зеленых культур не только в общественном, но и в индивидуальном секторе. Потребность в них удовлетворяется далеко не полностью, наблюдается сезонность, низкая урожайность и достаточно низкое качество продукции. Причинами их ограниченного выращивания являются несколько взаимосвязанных факторов: консерватизм культуры питания, недостаточность информации для населения по их пищевым и лечебным свойствам, недостаточное количество сортов, узкий ассортимент листовых зеленых овощей, предлагаемых товаропроизводителями [1]. Кроме того, причиной низкого потребления населением Сибири в зимний период зеленых растений (укроп, петрушка, салат, лук, сельдерей и др.) является их высокая стоимость – 1 кг стоит 300 руб. и выше.

Доказана уникальная роль зеленых растений в поддержании жизненного тонуса организма человека и снижении степени риска его поражения многими патогенами [1]. Ценность зеленых растений заключается в том, что многие из них являются дешевым, в первую очередь в летнее время, источником большой группы биологически активных соединений, воздействующих на процессы жизнедеятельности человека, в том числе на защитные силы организма.

Выращивание зеленых и пряно-вкусовых растений с повышенным содержанием биологически активных веществ и антиоксидантов, а также экологизация технологий их возделывания, устранит дефицит производства полноценной экологически чистой продукции [1]. В свою очередь, снижение себестоимости производства зеленых и пряно-вкусовых культур приведет к снижению цены реализации продукции и повышению их потребления населением Сибири, что скажется на здоровье населения.