

холодильным оборудованием на 1999–2003 гг. – Минск: БелНИИМСХ, 1998 г. – 24 с.

2. Ребриц, Ю. И. Управление качеством / Ю. И. Ребриц // Учебное пособие. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004 г. – 174 с.

3. Гусев, И. Б. Применение холода в пищевой промышленности. Микробиология холодильного хранения. Холод в мясной и молочной промышленности / И. Б. Гусев [и др.]; под общ. ред. М. П. Кузьмина. – Москва: Пищевая промышленность, 1979. – 271 с.

4. Шпыро, А. В. Устройство, монтаж, эксплуатация холодильных машин и установок молочно-варных ферм / А. В. Шпыро [и др.]; под общ. ред. А. В. Шпыро. – Минск: Ураджай, 1999. – 304 с.

5. Теоретические и экспериментальные исследования аппаратов для обработки молока на фермах. Выпуск 59: сборник научных трудов / ВИСХОМ: научный редактор Н. Е. Резник. – Москва, 1969. – 160 с.

УДК 635. 64. 07

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 16.12.2006

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ УРОЖАЙНОСТЬЮ, КАЧЕСТВОМ И ХИМИЧЕСКИМ СОСТАВОМ ПЛОДОВ ТОМАТОВ**

**Л. А. Вермейчик, канд. с.-х. наук, доцент, Т. А. Миронович, ассистент (УО БГАТУ)**

### **Аннотация**

*Рассмотрены вопросы по установлению взаимосвязи, хозяйственно-ценных показателей качества плодов томатов и содержания в них основных макроэлементов. Проведены корреляционный и регрессионный анализы зависимости этих параметров с целью оптимизации и управления производственным процессом в регулируемых условиях.*

### **Введение**

Особое внимание при внедрении малообъемной технологии возделывания овощей уделяется формированию максимальной продуктивности, а также высокому содержанию биологически ценных компонентов в плодах, которые определяют их вкусовые качества. Условиями, обеспечивающими хороший вкус плодов, являются достаточное освещение, умеренная температура и влажность, а также оптимальное минеральное питание.

Вкусовые качества плодов томатов зависят от комплекса показателей, но основная роль в этом принадлежит содержанию сухого вещества, витамина С, кислот, сахаров и их соотношению [3, 6].

В связи с использованием принципиально новых гибридов томатов, предназначенных для возделывания в малообъемной культуре, определенный интерес представляют данные об их отзывчивости на условия питания. Очевидно, что только при нормально протекающих процессах метаболизма, обеспечивающих рост и продуктивность растений, посредством оптимального минерального питания, происходит синтез органического вещества, определяющего качество продукции. Одним из направлений в области регуляции продуктивности томатов и формирования высокого качества плодов является выяснение роли питательных элементов, направленных на улучшение этих показателей. Кроме того, выявление ограничивающих факторов, участвующих в регуляции

обмена веществ, дает реальный шанс управления продуктивностью растений. Достижение определенного соотношения между этими факторами, а также их коррекция позволяют приблизиться к оптимизации производственного процесса в регулируемых условиях. Поэтому одной из задач исследований являлось установление взаимосвязи содержания в плодах химических элементов с качественными показателями плодов, а также с общей продуктивностью растений с целью оптимизации системы питания и управления производственным процессом томатов в регулируемых условиях.

### **Материал и методы**

Объектом исследований являлся индетерминантный гибрид томатов Раисса, рекомендованный для возделывания в регулируемых условиях по малообъемной технологии с капельной системой орошения. Растения выращивали на искусственных корнеобитаемых средах, в качестве которых применялись материалы отечественного производства – аглопорит, керамзит, перлит, контрольным вариантом являлась минеральная вата. Приводятся результаты исследований за 2003–2004 гг., проводимые на базе тепличного комбината «Озеричский» Смолевичского района Минской области. Учет урожая и выполнение анализов, расчеты корреляционной и регрессионной зависимости осуществляли по общеприятным методикам [1, 2, 4, 5, 7].

Результаты исследований

Исследованиями установлено, что наибольшая урожайность томатов гибрида Раисса в среднем за два года была получена в варианте с перлитом – 33,6 кг/м<sup>2</sup>, который также характеризовался наилучшими качественными показателями плодов. Максимальными в этом варианте оказались и компоненты качества – сухое вещество (6,64 %), витамин С (11,2 мг %), сахара (4,00 %) и титруемая кислотность (0,54 %). Следующим по величине урожайности плодов оказался вариант с минеральной ватой – 31,6 кг/м<sup>2</sup>, где также отмечались достаточно высокие показатели качества плодов (рис. 1).

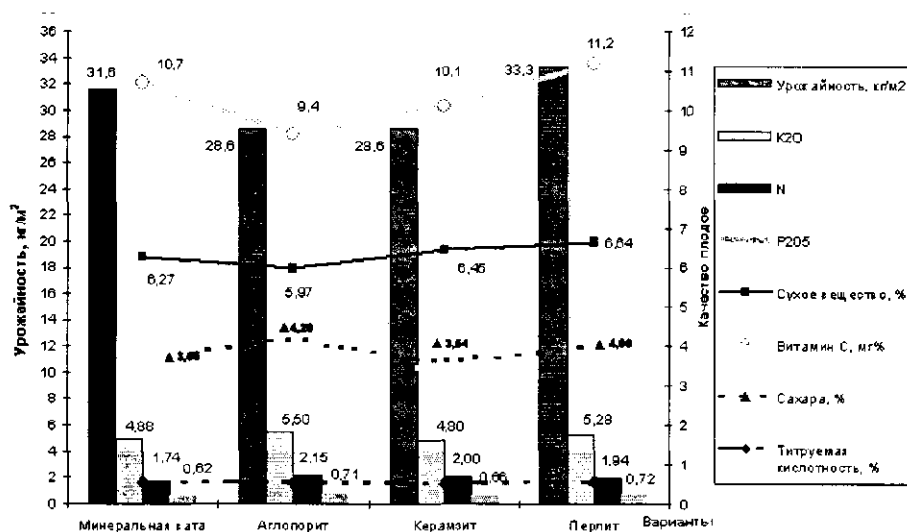


Рис. 1. Урожайность, содержание азота, фосфора, калия и качество плодов томатов гибрида Раисса, возделываемых на различных минеральных субстратах (ТПК «Озеричский», 2003–2004 гг.)

Следует иметь в виду, что в целом во всех вариантах опыта содержание азота и фосфора в плодах томатов гибрида Раисса было значительно ниже установленного оптимального уровня [8], что, вероятно, связано с сортовыми особенностями растения. В то же время необходимо отметить, что применение в качестве субстратов отечественных материалов не приводило к ухудшению изучаемых параметров по сравнению с импортной минеральной ватой. Накопление азота и фосфора в томатах не изменялось по вариантам, отличия находились в пределах ошибки опыта. Содержание калия было близко к оптимальному уровню (5,54–6,26 %) в плодах томатов, возделываемых на аглопорите и перлите. Несколько ниже был этот показатель в вариантах с минеральной ватой и керамзитом (меньше оптимального значения на 0,66 и 0,74 % соответственно).

Таким образом, исследования по определению зависимости между величиной урожайности и хозяйственно-ценными показателями качества плодов томатов, а также содержания в них основных химических элементов (азот, фосфор и калий) указывают на то, что дальнейшее совершенствование системы питания посредством корректировки состава питательного раствора (особенно по азоту и фосфору) будет способствовать не только увеличению

урожайности, но и в значительной степени повышению качества продукции.

Известно, что степень совместной изменчивости двух переменных можно измерить путем вычисления коэффициентов корреляции и регрессии. Коэффициенты корреляции могут использоваться для прогноза направления изменения и значения основного признака в зависимости от направления изменения и значений других, коррелятивно связанных с ним признаков.

Большой интерес в питании томатов, возделываемых по малообъемной технологии на минеральных субстратах, представляет установление корреляций между химическим составом и качественными показателями плодов – содержанием сухого вещества, витамина С, титруемой кислотности сахаров. Предположительно определенное значение в данной связи может иметь и вид используемого субстрата.

Количественное определение коррелятивной связи между указанными признаками в ряде случаев позволяет также изучить причинную связь между ними. Знание корреляции дает возможность предвидеть влияние данного признака на другие признаки. Коэффициенты корреляции позволяют оценить тесноту (силу) связи между изучаемыми признаками. Считается, что при  $r < 0,3$  корреляционная зависимость между признаками слабая,  $r = 0,3-0,7$  – средняя, а при  $r > 0,7$  – сильная [2].

При наличии связи с достаточно высоким значением коэффициента корреляции можно определить влияние химического элемента на качество плодов томатов, что, в свою очередь, позволяет совершенствовать систему питания посредством корректировки состава питательного раствора. Учитывая отсутствие данных относительно коэффициентов корреляции между качественными показателями плодов, были проведены исследования с целью выяснения возможностей эффективного использования этого параметра в оценке системы питания томатов на различных минеральных субстратах.

Полученные данные показали (табл. 1), что коэффициенты корреляции между содержанием азота в плодах и сухого вещества незначительно изменяются в пределах вариантов опыта – от 0,828 (минеральная вата) до 0,969 (аглопорит). Аналогичные результаты получены для большинства других признаков, за исключением коэффициента корреляции между азотом и содержанием сахаров в плодах. Этот показатель варьировал от 0,380 (перлит) до 0,901 (минеральная вата), что свидетельствует о средней связи между содержанием азота и сахаров в томатах, выращиваемых на перлите, в отличие от минеральной ваты и керамзита. В целом, полученные результаты указывают на очень тесную связь между содержанием азота и качеством

плодов томатов. Достаточно высокими были коэффициенты корреляции между содержанием фосфора и качественными показателями плодов, кроме вариантов с керамзитом и перлитом, на которых получены менее значимые данные – 0,630 (фосфор и витамин С) и 0,549 (фосфор и сахара).

Получены различные коэффициенты корреляций между калием и сухим веществом в зависимости от вида применяемого субстрата. Так, на аглопорите и перлите они были высокими – 0,981 и 0,965 соответственно, в то время как на керамзите этот показатель составил 0,257, что свидетельствует о низкой вероятной связи между указанными признаками в последнем случае. Следует отметить, что в плодах, полученных с растений, выращенных на керамзите, не установлено тесной связи между содержанием калия и сухого вещества, витамина С и сахаров. Несколько большим был коэффициент корреляции в этом варианте между калием и титруемой кислотностью – 0,484, но по сравнению с другими вариантами опыта он был относительно невысоким.

Данные свидетельствуют, что использование коэффициентов корреляции для оценки связи между содержанием азота и фосфора и качественными показателями плодов томатов достаточно эффективно. Анализ зависимости калия и показателей качества плодов носит неоднозначный характер. Тесная связь между этими признаками установлена на субстратах из минеральной ваты, аглопорита и перлита, за исключением показателей калия и сахаров. Низкими были коэффициенты корреляций по всем показателям в варианте с керамзитом.

Таким образом, коэффициенты корреляций в большинстве вариантов опыта подтверждают тесную связь между химическим составом и качеством плодов, что можно эффективно использовать для оценки системы питания плодов на различных минеральных субстратах.

Исходя из полученных данных, можно систематизировать зависимость по содержанию элементов питания в плодах томатов, возделываемых на различных мине-

ральных субстратах и их качественными показателями. Систематизация связи между изучаемыми признаками позволила ранжировать следующие группы зависимостей:

- сильная зависимость установлена между азотом и хозяйственно-ценными показателями качества, плодов томатов для всех вариантов опыта, минимальными были эти показатели между N и сахарами на перлите – 0,580;

- сильная зависимость получена между P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и качественными показателями при использовании всех субстратов выращивания, самой низкой также оказалась эта величина между P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и сахарами на перлите – 0,549;

- сильная зависимость между K<sub>2</sub>O и качественными показателями отмечалась для субстратов из минеральной ваты и аглопорита. Для субстратов из перлита сильная зависимость получена между содержанием калия, сухого вещества, витамина С и титруемой кислотности, по содержанию калия и сахаров в этом варианте установлена средняя зависимость – 0,483. При использовании в качестве субстрата керамзита получена слабая зависимость между калием и всеми показателями качества плодов за исключением калия и титруемой кислотности, где она отмечалась как средняя – 0,484.

Знак зависимости данных показателей может быть использован в качестве одного из критериев, указывающих на влияние состава питательного раствора и вида используемого минерального субстрата на механизм и интенсивность поглощения элементов питания растениями томатов, обеспечивающих нормальное протекание процессов метаболизма.

Для определения обратной связи между качеством плодов томатов и содержанием в них питательных элементов были определены коэффициенты корреляции и уравнения регрессии. По изучаемым признакам отмечалась менее тесная корреляционная связь по всем вариантам опыта, чем между содержанием питательных элементов и качеством плодов. Прослежена связь содер-

### 1. Коэффициенты корреляций между содержанием питательных элементов и качественными показателями плодов томатов

Вариант опыта	Коэффициенты корреляции			
	Азот и сухое вещество	Азот и витамин С	Азот и титруемая кислотность	Азот и сахара
Минеральная вата	0,828	0,950	0,866	0,901
Аглопорит	0,969	0,978	0,914	0,869
Керамзит	0,896	0,937	0,809	0,649
Перлит	0,946	0,948	0,953	0,580
Вариант опыта	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> и сухое вещество	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> и витамин С	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> и титруемая кислотность	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> и сахара
Минеральная вата	0,836	0,959	0,884	0,920
Аглопорит	0,962	0,996	0,875	0,913
Керамзит	0,933	0,630	0,848	0,908
Перлит	0,834	0,979	0,869	0,549
Вариант опыта	K <sub>2</sub> O и сухое вещество	K <sub>2</sub> O и витамин С	K <sub>2</sub> O и титруемая кислотность	K <sub>2</sub> O и сахара
Минеральная вата	0,748	0,799	0,698	0,774
Аглопорит	0,981	0,945	0,969	0,879
Керамзит	0,257	0,297	0,484	0,271
Перлит	0,965	0,759	0,942	0,483

## 2. Динамика связи между качественными показателями плодов томатов и содержанием минеральных элементов

Вариант опыта	Уравнение регрессии			
	Сухое вещество и N	Витамин С и N	Титруемая кислотность и N	Сахара и N
Минеральная вата	$Y = -8,05 + 1,62x$	$Y = 2,62 - 0,09x$	$Y = 3,10 - 2,71x$	$Y = 1,22 + 0,13x$
Аглопорит	$Y = -1,90 + 0,69x$	$Y = 0,90 + 0,14x$	$Y = 4,75 - 4,72x$	$Y = -2,03 + 12,3x$
Керамзит	$Y = -1,52 + 0,52x$	$Y = 0,92 + 0,10x$	$Y = 1,68 + 0,31x$	$Y = 3,41 - 0,41x$
Перлит	$Y = -0,39 + 0,34x$	$Y = 2,26 + 0,03x$	$Y = 2,76 - 1,44x$	$Y = 2,49 - 0,12x$
Вариант опыта	Сухое вещество и P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Витамин С и P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Титруемая кислотность и P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Сахара и P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Минеральная вата	$Y = -1,46 + 0,33x$	$Y = 1,70 - 0,11x$	$Y = 2,29 - 3,31x$	$Y = 0,29 + 0,08x$
Аглопорит	$Y = 1,850 + 19x$	$Y = 1,03 - 0,036x$	$Y = -0,002 + 1,30x$	$Y = 0,29 + 0,09x$
Керамзит	$Y = 3,72 - 0,48x$	$Y = 0,91 - 0,03x$	$Y = 1,45 - 1,65x$	$Y = -0,05 + 0,18x$
Перлит	$Y = 2,67 - 0,29x$	$Y = 0,36 + 0,03x$	$Y = -0,31 + 1,81x$	$Y = -0,08 + 0,18x$
Вариант опыта	Сухое вещество и K <sub>2</sub> O	Витамин С и K <sub>2</sub> O	Титруемая кислотность и K <sub>2</sub> O	Сахара и K <sub>2</sub> O
Минеральная вата	$Y = 0,60 + 0,70x$	$Y = 4,95 - 0,007x$	$Y = 5,18 - 0,62x$	$Y = 4,05 + 0,21x$
Аглопорит	$Y = 0,79 + 0,81x$	$Y = 4,09 + 0,16x$	$Y = 9,57 - 7,41x$	$Y = 7,65 - 0,45x$
Керамзит	$Y = 1,57 + 0,50x$	$Y = 4,61 + 0,02x$	$Y = 4,07 + 1,51x$	$Y = 5,41 - 0,16x$
Перлит	$Y = 6,89 - 0,24x$	$Y = 5,37 - 0,01x$	$Y = 5,92 - 1,14x$	$Y = 5,99 - 0,16x$

жания сухого вещества в плодах томатов и содержания в них азота, фосфора и калия в вариантах с минеральной ватой и аглопоритом. Почти в два раза ниже оказалась корреляционная связь по этим показателям в варианте с керамзитом и перлитом.

Слабая корреляционная зависимость получена между содержанием в плодах витамина С и минеральных элементов, особенно фосфора и калия. Исключением явился вариант с керамзитом, в котором отмечалась сильная связь между витамином С и азотом ( $r = 0,915$ ).

Средним уровнем можно назвать связь между титруемой кислотностью и азотом (кроме варианта с керамзитом,  $r = 0,158$ ), фосфором (исключение минеральная вата,  $r = 0,788$ ) и калием, кроме минеральной ваты, где этот показатель был крайне низким.

Динамика корреляционных связей по содержанию сахаров в плодах и питательных элементов сильно изменялась в пределах вариантов опыта,  $r = 0,153$  (по азоту) для минеральной ваты и  $0,840-0,836$  для аглопорита и керамзита. Невысокими, но более стабильными были связи между сахарами и калием, коэффициент корреляции колебался от  $0,239$  (керамзит) до  $0,451$  (аглопорит).

Учитывая то, что коэффициент корреляции указывает на направление и степень сопряженности в изменчивости признаков, однако не позволяет судить о количественных изменениях результативного признака  $y$  при изменении факториального  $x$ , что важно для практических целей, поэтому проводился регрессионный анализ. На основании полученных данных (табл. 2) можно определить, насколько изменяются качественные показатели плодов томатов от изменения количества минеральных элементов.

Результаты исследований в разрезе вариантов опыта позволяют заключить, что чем больше содержание сухого вещества в плодах, тем больше в них содержится азота. Аналогичная зависимость установлена по калию, за исключением варианта с перлитом, где получена обратная связь. По фосфору, наоборот, при большем содержании

сухого вещества отмечается меньшее количество в плодах фосфора, кроме варианта с минеральной ватой.

Не получены однозначные результаты по зависимости витамина С и элементов питания, так при возрастании содержания витамина С увеличивается количество азота и калия в вариантах с аглопоритом и керамзитом. Данные, полученные в вариантах с субстратами из минеральной ваты и перлита, свидетельствуют об обратной зависимости указанных показателей. Отмечается, что при увеличении витамина С происходит снижение содержания фосфора во всех вариантах опыта, за исключением перлита.

С увеличением титруемой кислотности в плодах уменьшается содержание азота, исключением является вариант с керамзитом. Снижение фосфора отмечается в вариантах с минеральной ватой и керамзитом, в других вариантах опыта получена обратная зависимость изучаемых показателей. Возрастание титруемой кислотности сопряжено с уменьшением содержания калия, за исключением показателей, полученных в варианте с перлитом.

Во всех вариантах опыта, чем больше в плодах обнаружено количества сахаров, тем больше в них содержится фосфора. Увеличение азота при этом происходит только в вариантах с минеральной ватой и аглопоритом, калия — только на минеральной вате. В других вариантах между этими показателями установлена обратная зависимость.

Таким образом, используя данные корреляционного и регрессионного анализов посредством совершенствования системы питания, можно способствовать улучшению качества производимой продукции.

### Выводы

Использование в качестве субстратов отечественных материалов (аглопорит, керамзит, перлит) по сравнению с импортной минеральной ватой не приводит к сниже-

нию урожайности и ухудшению качества плодов томатов гибрида Раисса.

Исследования по зависимости величины урожайности, хозяйственно-ценных показателей качества плодов и их химического состава показали, что дальнейшая корректировка системы питания (особенно по составу азота и фосфора) будет способствовать не только увеличению урожайности томатов гибрида Раисса, но и повышению качества плодов.

Предложены методические подходы для количественной оценки процессов поступления питательных веществ в растения и их связи с формированием хозяйственно-ценных показателей качества плодов томатов. Предпринята попытка систематизации зависимости данных показателей и использование результатов в качестве одного из критериев оптимизации системы питания томатов, возделываемых на минеральных субстратах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ващенко, С. Ф. Методические рекомендации по проведению опытов с овощными культурами в

сооружениях защищенного грунта / С. Ф. Ващенко, Т. А. Набатова – М., ВАСХНИЛ, 1976.

2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

3. Жученко, А. А. Генетика томата / А. А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1973. – 664 с.

4. Зюйдгеест, П. Томаты на капельном поливе // Томаты. Тепличный практикум / П. Зюйдгеест. – М.: 2000. – С. 38–42.

5. Ленков, И. И. Экономико-математическое моделирование экономических систем и процессов в сельском хозяйстве. – Мн.: Дизайн ПРО, 1997. – 304 с.

6. Мартинович, Н. И. Качество плодов томата сортов открытого грунта // Н. И. Мартинович, Ф. И. Анцугай, И. П. Добровольский. Овощеводство. Сб. науч. трудов. – Мн.: 1998. – С. 33–39.

7. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / Под ред. В. Ф. Белика. – М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.

8. Церлинг, В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур. Справочник. – М.: Агропромиздат, 1990. 235 с.

УДК 377.35:631.3-52

ПАСТУПІЛА Ў РЕДАКЦЫЮ 26.11.2006

## АВАЛОДАННЕ ІНЖЫНЕРНЫМ ПРАЕКТАВАННЕМ ЯК АСНОВАЙ ПРАФЕСІЙНАЙ КАМПЕТЭНТНАСЦІ СУЧАСНАГА СПЕЦЫЯЛІСТА

А. С. Якубоўская, ст. выкладчык, Ю. А. Сідарэнка, канд. тэхн. навук, ст. навук. супр.  
(УА БДАТУ)

Анатацыя

*Разглядаюцца асаблівасці інжынернага праектавання як асновы прафесійнай кампетэнтнасці спецыяліста высокага кваліфікацыйнага ўзроўню. Вылучаны састаўляючыя праекціравачнай кампетэнтнасці, што дае магчымасць больш якасна падысці да рэалізацыі працэсу падрыхтоўкі сучаснага спецыяліста.*

Уводзіны

Інжынерная спецыяльнасць гістарычна ўзнікла ў сувязі з неабходнасцю ўкаранення, удасканалення і абслугоўвання тэхнікі [1]. Аднак, нараўне са значнасцю двух іншых, інжынерная дзейнасць, і пры ўзнікненні, і сёння, у першую чаргу накіравана на стварэнне новай тэхнікі: «інженер всегда был и остается творцом техники» [2]. З ускладненнем тэхнікі і развіццём вытворчасці адбываецца раздзяленне інжынернай дзейнасці, аднак асноўнай рысай гэтай справы застаецца ўдасканаленне тэхнаферы дзеля большага забеспячэння грамадскіх патрэбнасцей. Па сутнасці, інжынер – інаватар тэхнаферы.

Асновы прафесійнай кампетэнтнасці сучаснага інжынера

Сёння, калі, як лічаць эксперты, на змену тэхніка-тэхналагічнаму прыходзіць навукова-інфармацыйны спосаб вытворчасці, роля інжынера, як інаватара, узрастае шматразова [3, 4]. Такі пераход абумовіў значнае змяненне характарыстык вытворчасці (табл. 1), запатрабаваў перагляду патрабаванняў да сучаснага спецыяліста. Скарачэнне часу жыцця тэхналогіі, экалагічная звязнасць, пастаяннае ўдасканаленне прадукцыі, павышэнне яе якасці і арыгінальнасці пры адначасовым патрабаванні паніжэння сабекошту, вылучаюць на першы план інтэлектуальна-інавацыйныя здольнасці спецыяліста, як