<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-4-68-71>
УДК 635.615:631.5

Колешина Т.Г., Варивода Е.А.,
Вербитская О.Г.

Быковская бахчевая селекционная
опытная станция – филиал Федерального
государственного бюджетного научного учреж-
дения "Федеральный научный центр
овощеводства"
404067, Россия, Волгоградская обл.,
Быковский район, п. Зелёный,
ул. Сиреневая, д. 11
E-mail: BBSOS34@yandex.ru

Ключевые слова: арбуз столовый, предше-
ственник, регуляторы роста, виды и дозы удоб-
рений, биоэнергетический анализ, коэффициент
энергетической эффективности.

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Биоэнергетическая
эффективность возделывания арбуза столового в
зависимости от используемых агроприемов.
Овощи России. – 2019;(4):68-71.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-68-71>

Поступила в редакцию: 21.02.2019
Опубликована: 25.08.2019

Tatyana G. Kaleboshina,
Elena A. Varivoda,
Olga G. Verbitskaya

Bikovskaya cucurbits breeding experimental
station – Branch of the
Federal State Budgetary Scientific Institution
"Federal Scientific Vegetable Center"
404067, Russia, Volgograd region,
Bykovsky district, p. Zeleny, Sirenevaya str., 11
E-mail: BBSOS34@yandex.ru

Keywords: watermelon table, predecessor, growth
regulators, types and doses of fertilizers, bioenergy
analysis, energy efficiency coefficient.

Conflict of interest: The authors declare
no conflict of interest.

For citation: Kaleboshina T.G., Varivoda E.A.,
Verbitskaya O.G. Bioenergetic efficiency of culti-
vation of watermelon depending on agricultural
practices. Vegetable crops of Russia.
2019;(4):68-71 (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-4-68-71>

Received: 21.02.2019
Accepted: 25.08.2019

Биоэнергетическая эффективность возделывания арбуза столового в зависимости от используемых агроприемов

АННОТАЦИЯ Актуальность

Актуальность биоэнергетической оценки вытекает из требований современного производства: экономии энергии на единицу получаемой продукции.

Материал и методы

В статье приведены данные биоэнергетической оценки использования в технологи выращивания арбуза столового предшественников, видов удобрений и регуляторов роста.

Результаты

Результаты исследований показали, что с энергетической точки зрения, предлагаемые приемы возделывания арбуза столового, являются эффективными, т.к. коэффициент энергетической эффективности во всех изучаемых вариантах больше единицы. Исследованиями выявлено преимущество пласта многолетних трав в качестве предшественника под арбуз столовый: Кээ – 2,55 при его значениях по предшественнику рожь озимая – 1,70. Применение минеральных удобрений в дозах N60P90K60 в богарных условиях приводит к значительному увеличению энергоемкости товарной продукции: в 1,7 раза больше по пласту многолетних трав и в 1,3 раза больше по предшественнику рожь озимая. Отмечено снижение Кээ и увеличение затрат совокупной энергии и энергоемкости 1 т продукции при использовании навоза 27 т/га по отношению к минеральным удобрениям. Сравнительный энергетический анализ показал высокую эффективность использования для замачивания семян и обработки вегетирующих растений при выращивании арбуза столового водорастворимых удобрений и регуляторов роста. Применение данных агроприемов позволяет снизить энергетические затраты совокупной энергии на 70-79% по сравнению с внесением минеральных удобрений в дозах N60P90K60, с повышением значений коэффициента энергетической эффективности с 1,54 до 2,68-2,77. Как показали расчеты, с энергетической точки зрения лучшим был прием возделывания арбуза столового с использованием для замачивания семян и обработки растений во время вегетации водорастворимого удобрения Мастер специальный с добавлением регулятора роста Мегафол, величина Кээ составила 2,99, что на 7,9-11,5% больше, по сравнению с Гуматом калия и Рибав-экстра соответственно.

Bioenergetic efficiency of cultivation of watermelon depending on agricultural practices

ANNOTATION Relevance

The relevance of the bioenergy assessment follows from the requirements of modern production: energy saving per unit of output.

Methods

The article presents the data of bioenergy evaluation of the use of table predecessors, types of fertilizers and growth regulators in the technology of watermelon cultivation.

Results

The results of studies have shown that from the energy point of view, the proposed methods of cultivation of watermelon, are effective, because the coefficient of energy efficiency in all the studied variants is more than one. Studies have revealed the advantage of a layer of perennial grasses as a precursor to watermelon: CEE – 2.55 at its values according to the predecessor of winter rye – 1.70. The use of mineral fertilizers dose N60P90K60 in rain conditions leads to a significant increase in energy consumption of commercial products, 1.7 times more in the formation of perennial grasses and 1.3 times more than the predecessor of winter rye. A decrease in the CEE and an increase in the cost of total energy and energy intensity of 1 ton of products using manure 27 t / ha in relation to mineral fertilizers. Comparative energy analysis showed high efficiency of using water-soluble fertilizers and growth regulators for soaking seeds and processing of vegetating plants in watermelon cultivation. The use of these agricultural practices can reduce the energy costs of total energy by 70-79% compared with the introduction of mineral fertilizers dose N60P90K60, with an increase in the energy efficiency coefficient from 1.54 to 2.68-2.77. As shown by calculations from the energy point of view, the best was the reception of cultivation of watermelon table using for seed soaking and processing plants in vegetation water-soluble fertilizer master special with the addition of growth regulator megapol, the value of the EPS was amounted to 2.99, which is 7.9% and 11.5% more in comparison with potassium Humate and Ribav-extra, respectively.

Введение

Приемы возделывания овощных культур, и в частности, арбуза столового, направлены на получение стабильной урожайности и чистого дохода от реализации продукции. Развитие сельскохозяйственной отрасли в современных условиях, ее интенсификация, чрезмерное использование минеральных удобрений и индустриальных технологий в погоне за количественными показателями, нарушает основы овощеводства, как отрасли специфической, от продукции которой зависит здоровье человека. Использование прогрессивных, химико-техногенных систем земледелия в овощеводстве сопровождается не только увеличением урожайности, но и ростом невозобновляемых энергетических затрат на производство продукции, а также наносит вред окружающей среде и ухудшает качество производимой продукции. Поэтому для разработки ресурсо- и энергосберегающих технологий выращивания овощной продукции необходимы альтернативные приемы возделывания, менее энергозатратные и экологически безопасные.

Дополнительным методом расчета, который считается более объективным, помимо экономических показателей применяемых агроприемов возделывания овощных культур, является определение их энергетической эффективности.

Актуальность биоэнергетической оценки вытекает из требований современного производства: экономии энергии на единицу получаемой продукции. Биоэнергетическая оценка подразумевает определение соотношения количества энергии, аккумулируемой в урожае сельскохозяйственных культур в процессе фотосинтеза, и совокупных затрат энергии, вкладываемых в производство продукции растениеводства [1]. На основе многолетних исследований разработаны агротехнические приемы возделывания арбуза столового, обеспечивающие достаточно высокий выход продукции [2,3,4]. Но быстрые темпы развития сельскохозяйственного производства способствуют увеличению объемов затрат промышленной энергии. Повышение эффективности использования энергии и материальных ресурсов в производстве арбуза столового предусматривает правильность учета общих затрат, их соотношения в фактически полученной продукции. Дополняя денежную, биоэнергетическая оценка позволяет определить эффективность применяемых агроприемов возделывания арбуза столового, оптимизировать технологический процесс производства продукции и повысить их энергетическую эффективность.

Целью исследований является определение биоэнергетической эффективности классических и новых агроприемов возделывания арбуза столового.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в условиях Волгоградского Заволжья на Быковской бахчевой селекционной опытной станции. Период исследований – 2014-2016 годы. Объект иссле-

дований – сорт арбуза раннего срока созревания Триумф. Метод – лабораторно-полевой. Площадь учетной делянки – 83 м², площадь опытной делянки – 248 м². Повторность – 3-х кратная, размещение вариантов систематическое. Схема посева – 2,1х1,5 м. Научные исследования проводили с учетом методических указаний, методик и Государственных и отраслевых стандартов [5, 6, 7] при использовании современных приборов: плазменного фотометра, термостатов, ионометра ЭВ-74, КВК-3 и др.

Результаты исследований и их обсуждение

Характерными особенностями климата зоны исследований является засушливость и резко выраженная континентальность, малое количество осадков и высокие летние температуры. Сумма температур выше +10°C по годам исследований составляет от 2700 до 3400°C. Количество осадков за период вегетации неравномерное, при средних показателях 217,9 мм.

Почва опытных участков характеризуется уменьшением гумусового горизонта (до 22 см) и низким содержанием гумуса – до 1,1%. Содержание общего азота 0,12-0,15%, гидролизующего (по Корнфилду) – 36,5 мг/кг, N-NO₃ – 28,0-28,3 мг/кг, общего фосфора – 0,07-0,09%, подвижного – от 18,0-20,0 до 45,6-48,3 мг/кг, обменного калия – 120-180 мг/кг.

Ранее проведенными исследованиями были выявлены оптимальные предшественники для арбуза столового в условиях Волгоградского Заволжья в системах травопольного и паропропашного севооборотов [8], определены дозы минеральных и органических удобрений, позволяющие получить стабильную урожайность арбуза столового [9], которые легли в основу классической технологии возделывания данной культуры.

С энергетической точки зрения, используемые приемы возделывания арбуза столового считаются эффективными при соотношении энергии, полученной в хозяйственно-ценной части урожая и израсходованной совокупной энергии на производство данного урожая, больше или равно единице [10]. Как показали расчеты, выбор предшественника напрямую влияет на энергетические показатели. При использовании под посевы арбуза пласта многолетних трав энергия, накопленная в урожае, на 55,9% больше по сравнению с предшественником рожь озимая при урожайности 14,2 т/га, что на 54,3% больше урожайности, полученной по предшественнику рожь озимая. Несмотря на более высокие энергетические затраты при возделывании арбуза по пласту многолетних трав: на 3,8% больше по отношению к предшественнику рожь озимая, коэффициент энергетической эффективности по данному предшественнику в 1,5 раза больше. При использовании в качестве предшественника ржи озимой возрастает и энергоёмкость товарной продукции, которая составила 950 МДж на 1 т товарной продукции при 595 МДж по предшественнику пласт многолетних трав.

При возделывании арбуза столового в богарных условиях Волгоградского Заволжья эффективным приемом увеличения урожайности является применение минеральных и органических удобрений. Максимальный эффект по урожайности плодов арбуза был получен при внесении органического удобрения в норму 27 т/га по предшественнику пласт многолетних трав, урожайность была на 21,3% больше по сравнению с предшественником рожь озимая. Сравнительный анализ урожайности от использования минеральных и органических удобрений показал преимущество органических удобрений: по пласту многолетних трав урожайность была больше на 11,3%, по предшественнику рожь озимая – больше на 11,5%.

Однако оценка энергетической эффективности использования органических и минеральных удобрений показала, что при использовании органических удобрений растут затраты совокупной энергии: по пласту многолетних трав – на 37,1%, по предшественнику рожь озимая – на 36,9%, по сравнению с использованием минеральных удобрений в дозе N₆₀P₉₀K₆₀. Повышенная урожайность и энергия, накопленная в урожае от применения органических удобрений, не смогли преодолеть энергетическую эффективность использования минеральных удобрений.

Значение основного показателя – коэффициента энергетической эффективности при использовании минеральных удобрений было больше на 27,3% и 18,4% по сравнению с органическими (27 т/га) при более низких значениях энергоёмкости 1 т товарной продукции: от 1277 МДж до 1038 МДж – по пласту многолетних трав и от 1533 МДж до 1248 МДж по озимой ржи. Также отмечено, что внесение минеральных удобрений в дозе N₆₀P₉₀K₆₀, хотя и обеспечивает рост урожайности, но приводит к снижению по отношению к контролю коэффициента энергетической эффективности и увеличению энергоёмкости 1 т продукции, на 65,6-39,3% и на 74,5-31,4% соответственно (табл. 1).

Вышеуказанные приемы возделывания арбуза столового являются классическими. Современные условия развития сельскохозяйственной отрасли требуют новых, менее энергозатратных приемов возделывания сельскохозяйственных культур. Рынок предлагает новые виды водорастворимых минеральных удобрений, регуляторов роста, которые, как показали исследования, позволяют получить стабильную урожайность бахчевых культур с меньшими энергозатратами.

В исследованиях применяли следующие препараты для замачивания семян и обработки растений в течение вегетации:

– гумат калия: органоминеральное удобрение, производится из леонардита (бурого угля), д.в. – 85-90% гуминовых кислот; содержит: калий – 12%, фосфор – 12%, магний – 160 мг/л, железо – 1470 мг/л, кальций – 38 мг/л и микроэлементы: медь – 5 мг/дм³, марганец 1,1 мг/дм³, цинк – 8,3 мг/дм³, кобальт – 5,8 мг/дм³, никель – 11 мг/дм³, молибден – более 40 мкг/дм³, бор;

Таблица 1. Влияние предшественников и видов удобрений на показатели биоэнергетической эффективности (среднее за 3 года)
Table 1. Influence of predecessors and types of fertilizers on bioenergy efficiency indicators (average for 3 years)

Показатели	Контроль		N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀		Навоз 27 т/га	
	Пласт 3-х лет	Рожь озимая	Пласт 3-х лет	Рожь озимая	Пласт 3-х лет	Рожь озимая
Урожайность, т/га	14,2	9,2	15,8	13,0	17,6	14,5
Содержание сухого вещества, %	10,2	10,1	10,7	10,3	10,4	10,6
Энергия, накопленная в урожае, МДж/га	21581	13845	25189	19951	27272	22901
Затраты совокупной энергии, МДж/га	8450	8140	16398	16230	22476	22230
Коэффициент энергетической эффективности	2,55	1,70	1,54	1,22	1,21	1,03
Энергоемкость 1 т продукции, МДж	595	950	1038	1248	1277	1533

– Мастер специальный 18.18.18+3Mg: полностью растворимое микрокристаллическое удобрение. Состав (%): NPK – 18+18+18; оксид магния – 3,0; оксид серы – 10,0; бор – 0,02; железо – 0,07; марганец – 0,03; цинк – 0,01; медь – 0,005; молибден – 0,001;

– Мегафол: антистрессовый биостимулятор нового поколения. Произведён из растительных аминокислот с содержанием прогормональных соединений, его компоненты получены путём энзимного гидролиза из высокопротеиновых растительных субстратов. Состав: аминокислот – 28,0%; азот органический – 4,5%; растворимый калий – 2,9%; органический углерод – 15,0%;

– Рибав-экстра: регулятор роста, продукт метаболизма микоризных грибов, выделенных из женьшеня. Действующее вещество – 0,00152 г/л L-аланин + L-глутаминной кислоты.

Результаты исследований показали, что использование новых препаратов позволяет значительно увеличить урожайность арбуза столового по сравнению с контролем – на 36,4-67,7%. Отмечено также повышение содержания сухого вещества в плодах арбуз: с 10,5% в контрольном варианте до 12,4-22,6% в вариантах с применением новых удобрений и регулято-

ров роста. Наибольшая урожайность была получена в варианте с использованием Гумата калия: на 4,5% и 22,9% больше по сравнению с вариантами Мастер специальный + Мегафол и Рибав-экстра соответственно.

С энергетической точки зрения, наибольший эффект был получен от использования в технологии возделывания арбуза водорастворимого удобрения Мастер специальный в комплексе с биостимулятором Мегафол, где значение Кээ на 7,9% и 11,6% больше по отношению к вариантам с применением Рибав-экстра и Гумат калия соответственно (табл. 2).

Сравнительный анализ биоэнергетической эффективности применения новых агроприемов возделывания арбуза показал их преимущество по сравнению с применением почвенных минеральных удобрений в дозе N60P90K60. Затраты совокупной энергии, при использовании под посевы арбуза почвенных минеральных удобрений по лучшему предшественнику – пласт многолетних трав составили 16398 МДж/га, что на 78,6%, 69,9% и 75,1% больше по сравнению с вариантами Гумат калия, Мастер специальный + Мегафол и Рибав-экстра соответственно. Кээ от применения

новых приемов в возделывании арбуза значительно выше, его показатели в 1,7...1,9 раза больше по сравнению с использованием минеральных удобрений в дозе N₆₀P₉₀K₆₀. Энергоемкость 1 т продукции при технологии возделывания арбуза с использованием минеральных удобрений в дозе N60P90K60 составила 1038 МДж, при использовании гумата калия снизилась на 82,0%, Мастер специальный + Мегафол – на 65,7% и Рибав-экстра – на 45,2%.

Заключение

1. Результаты исследований показали, что с энергетической точки зрения предлагаемые приемы возделывания арбуза столового являются эффективными, т.к. коэффициент энергетической эффективности больше единицы.

2. Выявлено преимущество пласта многолетних трав в качестве предшественника под арбуз столовый, Кээ – 2,55, по предшественнику рожь озимая – 1,70.

3. Применение минеральных удобрений в дозе N60P90K60 в богарных условиях приводит к значительному увеличению энергоемкости 1 т товарной продукции, по пласту многолетних трав – в 1,7 раза, по предшественнику рожь озимая – в 1,3 раза. Отмечено

Таблица 2. Влияние новых агроприемов возделывания арбуза столового на показатели биоэнергетической эффективности (среднее за 3 года)
Table 2. Impact of new agricultural cultivation of watermelon table on indicators of bioenergetic efficiency (average over 3 years)

Показатели	Контроль	Гумат калия	Мастер специальный + Мегафол	Рибав-экстра
Урожайность, т/га	9,6	16,1	15,4	13,1
Содержание сухого вещества, %	10,5	12,4	12,6	13,3
Энергия, накопленная в урожае, МДж/га	14900	24651	28911	25960
Затраты совокупной энергии, МДж/га	8450	9183	9646	9366
Коэффициент энергетической эффективности	1,76	2,68	2,99	2,77
Энергоемкость 1 т продукции, МДж	880,2	570,3	626,4	714,9

снижение Кээ и увеличение затрат совокупной энергии и энергоемкости 1 т продукции при использовании навоза 27 т/га по сравнению с минеральными удобрениями в дозе $N_{60}P_{90}K_{60}$.

Но, необходимо отметить, что в связи с ростом цен на минеральные удобрения, появлением высокопроизводительной техники по внесению органики, увеличения потребительского спроса на продукцию, выращенную без применения химикатов, отмечается мировая тенденция

увеличения роста использования органических удобрений в выращивании овощных культур.

4. Сравнительный энергетический анализ показал, что использование водорастворимых минеральных удобрений и регуляторов роста позволяет при возделывании арбуза снизить энергетические затраты совокупной энергии от 70 до 79% по сравнению с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{90}K_{60}$ по пласту многолетних трав, при повышении коэффици-

ента энергетической эффективности с 1,54 до 2,68-2,77.

5. Как показали расчеты энергетической эффективности, более эффективным приемом является вариант с замачиванием семян и обработкой вегетирующих растений водорастворимыми удобрениями Мастер специальный + Мегафол. В этом варианте величина Кээ составила 2,99, что на 7,9-11,5% больше по сравнению с вариантом Гумат калия и Рибав-экстра соответственно.

Об авторах:

Колешина Татьяна Геннадьевна – доктор с.-х. наук, в.н.с.

<https://orcid.org/0000-0003-1700-3446>

Варивода Елена Александровна – старший научный сотрудник

<https://orcid.org/0000-0001-5580-4813>

Вербитская Ольга Геннадьевна – младший научный сотрудник

<https://orcid.org/0000-0001-5029-675X>

About the authors:

Tatyana G. Kobileshina – doctor of agricultural Sciences, leading researcher

<https://orcid.org/0000-0003-1700-3446>

Elena A. Varivoda – senior researcher

<https://orcid.org/0000-0001-5580-4813>

Olga G. Verbitskaya – junior researcher

<https://orcid.org/0000-0001-5029-675X>

● Литература

1. Литвинов С.С. Научные основы современного овощеводства/ С.С. Литвинов. М., 2008. – С.776.
2. Белик В.Ф. Бахчеводство/В.Ф. Белик. М.: Колос, 1982. – С.175.
3. Рябчикова Н.Б. Влияние стимуляторов роста на урожайность и качество плодов арбуза в условиях открытого грунта Волгоградского Заволжья/Н.Б. Рябчикова, Т.Г. Колешина, В. А. Суслова// Труды государственного аграрного университета. – №3(72). – 2018. – С.315-320. DOI: 10.21515/1999-1703-72-315-320
4. Колешина Т.Г. Значение приемов повышения урожайности арбуза в развитии отрасли бахчеводства /Т.Г. Колешина, Д.С. Шапошников, Н.Б. Рябчикова, Г.С. Егорова // сб. научных трудов Мировые научно-технологические тенденции социально-экономического развития АПК и сельских территорий. Волгоград, 2018. – С.52-58.
5. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве/ С.С. Литвинов – М.: Россельхозакадемия. – 2011. – С.648.
6. Белик В.Ф. Методические указания по агротехническим и физиологическим исследованиям с овощными и бахчевыми культурами /В.Ф. Белик, Г.А. Бондаренко. М.: ВНИИО. – 1979. – С.210.
7. Белик В.Ф. Методика физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве/ В.Ф. Белик. М., 1970. – С.18-149.
8. Колешина Т.Г. Новые агроприемы возделывания арбуза и их влияние на урожайность и качество плодов арбуза в условиях Волгоградского Заволжья/Т.Г. Колешина, С.И. Белов //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – №3 (39). – С.60-64.
10. Удалов А.В., Авдеенко А.П., Струк А.М. и др. Основы биоэнергетической оценки производства продукции растениеводства: учеб. Пособие / П. Персиановский: ФГОУ ВПО "Донской ГАУ". – 2008. – С.103.

● References

1. Litvinov S.S. Scientific basis of modern vegetable growing/ S.S. Litvinov. – M., 2008. – P.776. (In Russ.)
2. Belik V.F. Melon-growing/ V.F. Belik. M., Kolos. – 1982. – P.175. (In Russ.)
3. Ryabchikova N.B. The influence of growth stimulators on yield and fruit quality of watermelon in the open ground of the Volgograd TRANS-Volga region / N.B. Ryabchikova, T.G. Kobileshina, V. A. Suslova// Trudy gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – №3(72). – 2018. – P.315-320. DOI: 10.21515/1999-1703-72-315-320. (In Russ.)
4. Kobileshina T.G. The importance of methods of increasing the yield of watermelon in the development of melon industry/T.G. Kobileshina, D.S. Shaposhnikov, N.B. Ryabchikova, G.S. Egorova // Sb. nauchnykh trudov Mirovye nauchno-tekhnologicheskie tendencii social'no-ekonomicheskogo razvitiya APK i sel'skih territorij. – Volgograd. – 2018. – P.52-58. (In Russ.)
5. Litvinov S.S. Methods of field experience in vegetable growing/ S.S. Litvinov. – M. - Rossel'hozakademiya. – 2011. – P.648. (In Russ.)
6. Belik V.F. Guidelines for agronomic and physiological studies on vegetable and melon crops/V.F. Belik, G.A. Bondarenko. M.: VNIIO. – 1979. – P.648. (In Russ.)
7. Belik V.F. Methods of physiological research in vegetable and melon growing/ V.F. Belik. – M., 1970. – P.18-149. (In Russ.)
8. Kobileshina T.G. The value of perennial grasses as an optimal precursor for melons on bogar /T.G. Kobileshina, S.V. Malueva, E.A. Galichkina/Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – №66. – P.121-125. (In Russ.)
9. Kobileshina T.G. New agricultural practices of watermelon cultivation and their impact on the yield and quality of watermelon fruits in the conditions of the Volgograd Zavolzhye/T.G. Kobileshina, S.I. Belov //Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2015. – №3 (39). – P.60-64. (In Russ.)
10. Udalov A.V., Avdeenko A.P., Struk A.M. Fundamentals of bioenergy evaluation of crop production: studies. Benefit/P. Persianovskij. – 2008. – P.103. (In Russ.)