

УДК 631.589.2:621.31

DOI: 10.55934/2587-8824-2022-29-4-450-454

**РЕЖИМЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОГО РАСТЕНИЕВОДСТВА****Е. М. Басарыгина, В. В. Деев, С. В. Черепухина**

Урбанизированное растениеводство сопряжено со значительными затратами энергии, в связи с чем актуальной задачей является рациональное потребление электроэнергии. Для условий урбанизированного растениеводства оптимизация энергопотребления может достигаться за счет замены устаревшего светотехнического оборудования, используемого для оснащения вертикальных вегетационных установок; перехода на досвечивание растений преимущественно в период минимального потребления электрической энергии, то есть в период ночной зоны суточного графика. Экспериментальные исследования по выращиванию растений при переходе на ночной период досвечивания проводились в условиях лаборатории урбанизированного растениеводства ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ. Выращивание осуществлялось в осенне-зимние месяцы при соблюдении требуемых параметров микроклимата. Для проведения исследований отобраны овощные культуры следующих семейств: борабичковые; яснотковые; гречишные и цветочно-декоративная культура семейства капустные. Указанные культуры успешно выращивались в лаборатории урбанизированного растениеводства при досвечивании в дневной период (контрольный вариант). Анализ результатов позволяет заключить, что предложенный переход на ночной режим досвечивания растений не оказал негативного влияния на рост и развитие растений. Урожайность и площадь листьев овощных культур в опытном варианте незначительно отличались от контроля: борабич – 2,8 и 2,4%; базилик – 2,7 и 1,9%; щавель – 2,1 и 2,5% соответственно. Продолжительность выращивания до начала цветения лобулярии и борабич мало отличалась в опытном и контрольном вариантах: на 2,3 и 1,4% соответственно. Сравнение режимов потребления электроэнергии в условиях урбанизированного растениеводства позволило установить, что предложенный переход на досвечивание растений в ночной период позволяет рационально использовать электрическую энергию. Досвечивание растений в период минимального потребления способствует выравниванию суточного графика и позволяет снизить затраты на оплату электроэнергии. В частности, досвечивание базилика и щавеля в ночной период позволяет снизить затраты на оплату электрической энергии до 2 раз.

Ключевые слова: электрическая энергия, режимы потребления, график потребления, урбанизированное растениеводство, урожайность.

В научных публикациях, связанных с агроурбанистикой, в том числе в «Дорожной карте научно-технологического развития урбанизированного растениеводства России в период до 2030 года», говорится о том, что «развитие и внедрение технологий урбанизированного растениеводства приведет к экономическим, социальным и экономическим эффектам», поскольку позволит «не задействовать почвенные ресурсы»; обеспечить переход мегаполисов «на новый уровень

продовольственной безопасности»; «улучшить качество жизни городского населения» [1–3]. Вместе с тем, исключение «зависимости урожая от погодных условий» приводит к большим затратам энергии и ресурсов [4–6]. В силу указанных причин рациональное использование электрической энергии является актуальной задачей для урбанизированного растениеводства [1].

В статье представлены результаты исследований, связанных с различными режимами



потребления электроэнергии в условиях агро-урбанистики.

В основных программных документах социально-экономического развития Российской Федерации (Федеральном законе от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»; Энергетической стратегии России до 2035 года (проект); Прогнозе научно-технологического развития АПК РФ на период до 2030 года) изложены требования по эффективному и рациональному использованию топливно-энергетических ресурсов. Основой энергосбережения в энергетике является реализация комплекса технических и технологических мер, которой предшествует оптимизация электропотребления техноценоза (в частности, отдельного агропредприятия).

Целями такой оптимизации являются:

- внедрение разработок, способствующих кардинальному снижению потребления электрической энергии;
- экономия средств, затрачиваемых на оплату электроэнергии.

Для условий урбанизированного растениеводства оптимизация энергопотребления может достигаться за счет замены устаревшего светотехнического оборудования, используемого

для оснащения вертикальных вегетационных установок; перехода на досвечивание растений преимущественно в период минимального потребления электрической энергии (то есть в период ночной зоны суточного графика) (рис. 1).

Режим электропотребления, представляющий собой изменение электрической нагрузки потребителей с течением времени, отражается соответствующим графиком нагрузки. Графики нагрузки, как правило, неравномерны. В частности, суточный график электропотребления имеет пики в дневные (8–11) и вечерние (18–22) часы.

Неравномерность графиков нагрузки, характерная для энергосистемы Российской Федерации, становится фактором роста конечных цен и тарифов на электроэнергию в силу ряда причин:

- увеличение удельного расхода топлива и снижение эксплуатационного ресурса за счет неоднократного снижения и повышения нагрузки;
- возрастание потерь в линиях электропередачи, наблюдающееся в пики потребления и т.д.

Следовательно, выравнивание графика нагрузки является важной задачей по снижению средних цен на электрическую энергию и повышение надежности энергопотребления. Одним из возможных путей решения данной задачи является предложенный переход на досвечивание растений в период минимального потребления электроэнергии.



Рис. 1. Рациональное использование электрической энергии в урбанизированном растениеводстве

Материал и методы исследования

Экспериментальные исследования по выращиванию растений при переходе на ночной период досвечивания проводились в условиях лаборатории урбанизированного растениеводства ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ. Выращивание осуществлялось в осенне-зимние месяцы (с октября 2021 г. по январь 2022 г.) при соблюдении параметров микроклимата: температура воздуха 20...22 °С; относительная влажность воздуха 35...45%. Для проведения исследований отобраны овощные культуры следующих семейств: буравчиковые (бораго Огуречная трава); яснотковые (базилик овощной Арамис); гречишные (щавель Гемма) и цветочно-декоративная культура семейства капустные (лобулярия Магические круги). Указанные культуры успешно выращивались в лаборатории урбанизированного растениеводства в зимне-весенние месяцы 2019–2020 гг. при досвечивании в дневной пе-

риод. Урожайность, площадь листьев овощей и начало цветения лобулярии и бораго в данный период рассматривались в качестве контроля. Обработка полученных результатов проводилась по известным методикам [7]. Для выращивания растений использовался фитотрон «Роса-1», оснащенный светильниками ФИТО-СВЕТ, предоставленными ООО «Нефтехимавтоматика», г. Санкт-Петербург [8, 9]. Технические характеристики участка по выращиванию указанных культур представлены в таблице 1.

Технологические схемы выращивания приведены на рисунке 2. Основными технологическими операциями являлись:

- подготовка семян;
- подготовка субстрата;
- посев;
- проращивание до появления входов;
- размещение растений на ярусах фитотрона «Роса-1» и т.д.

Таблица 1 – Технические характеристики вегетационного участка

| № | Наименование | Технические характеристики |
|---|--------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Площадь участка, м ² | 30 |
| 2 | Вегетационное оборудование | фитотрон «Роса-1» |
| 3 | Светотехническое оборудование | светильники ФИТО-СВЕТ |
| 4 | Продолжительность светового дня, час | 8...10 |
| 5 | Технология гидропонного выращивания | хемопоника |
| 6 | Субстрат | торфосмесь |
| 7 | Режим полива | ручной |

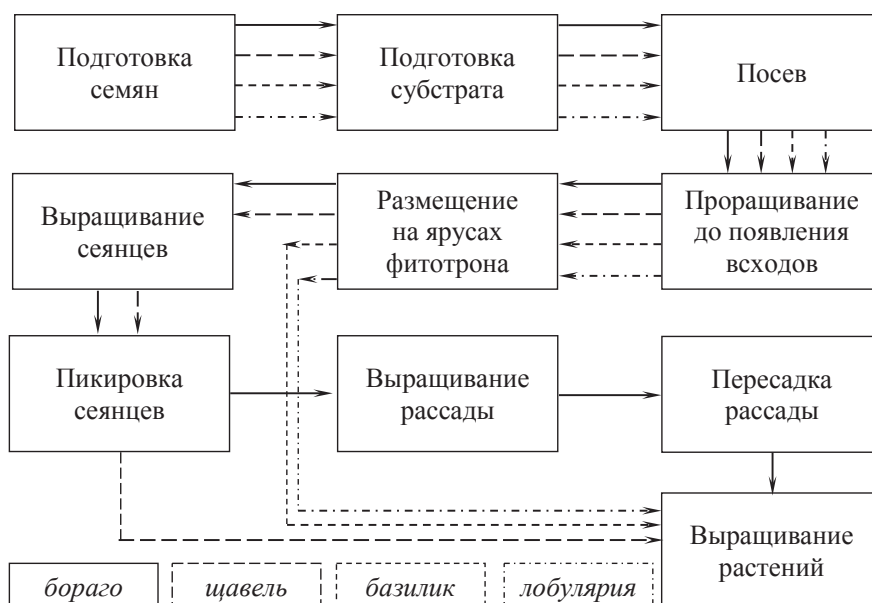


Рис. 2. Технологические схемы выращивания растений



Результаты и обсуждение

Результаты экспериментальных исследований (в % к контрольному уровню) представлены на рисунках 3, 4. Анализ результатов позволяет заключить, что предложенный переход на ночной режим досвечивания растений не оказал негативного влияния на рост и развитие растений. Урожайность и площадь листьев овощных культур в опытном варианте незначительно отличались от контроля: бораго – 2,8 и 2,4%; базилик – 2,7 и 1,9%; щавель – 2,1 и 2,5% соответственно (рис. 3).

Продолжительность выращивания до начала цветения лобулярии и бораго мало отличались в опытном и контрольном варианте: на 2,3 и 1,4% соответственно. Математическая обработка результатов показала, что во всех

случаях различия между контролем и опытом не превышают $НСР_{0,5}$, то есть являются несущественными.

Переход на досвечивание растений в период минимального потребления электроэнергии способствует выравниванию суточного графика и снижению затрат на оплату электроэнергии, поскольку в соответствии с Постановлением от 23 декабря 2021 г. № 81/1 «Об установлении цен (тарифов) на электрическую энергию для населения и приравненных к нему категорий потребителей по Челябинской области» цена (тариф) в дневной зоне (пиковой и полупиковой) значительно выше. В частности, досвечивание базилика и щавеля в ночной период позволяет снизить затраты на оплату электрической энергии до 2 раз.

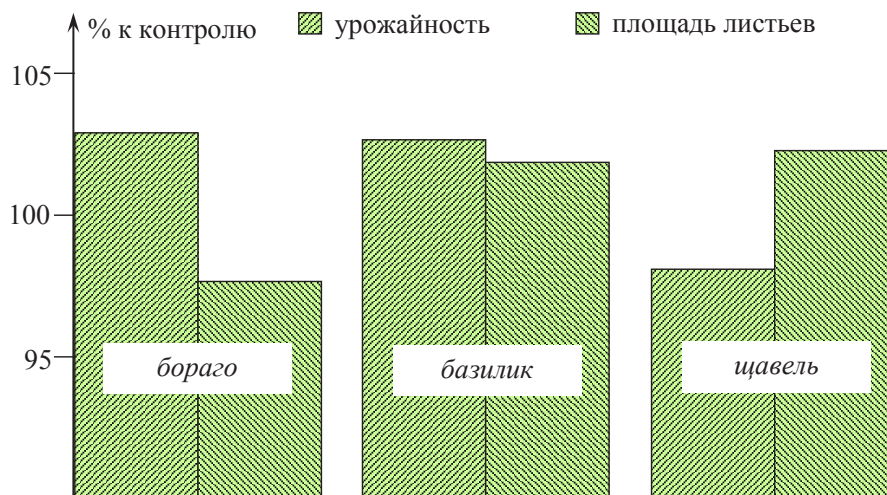


Рис. 3. Урожайность и площадь листьев в опытном варианте

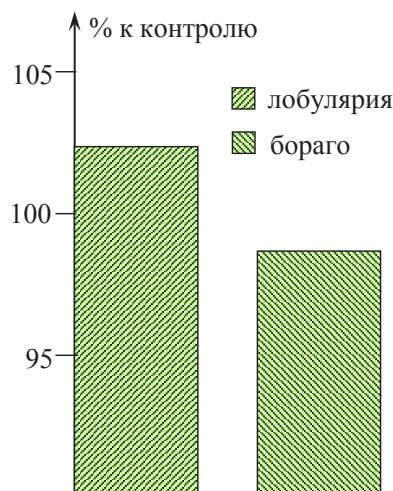


Рис. 4. Продолжительность выращивания растений до начала цветения в опытном варианте

Выводы

Таким образом, сравнение режимов потребления электроэнергии в условиях урбанизированного растениеводства позволило установить, что предложенный переход на досвечивание растений в ночной период позволяет рационально использовать электрическую энергию. Досвечивание растений в период минимального потребления способствует выравниванию суточного графика и позволяет снизить затраты на оплату электроэнергии.

Список литературы

1. Гнатюк В. И., Шейнин А. А. Нормирование электропотребления регионального электротехнического комплекса. М. : Изд-во ИПП, 2012. 104 с.
2. Managing anaerobic digestate from food waste in the urban environment: Evaluating the feasibility from an interdisciplinary perspective / L. I. Fuldauer, B. M. Parker, R. Yaman, A. Borrion // Journal of Cleaner Production. 2018. № 185. P. 929–940. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.045>.
3. Artmann M., Sartison K. The role of urban agriculture as a nature-based solution: A review for developing a systemic assessment framework // Sustainability (Switzerland). 2018. Vol. 10 (6). № 1937. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10061937>.
4. Optimizing technological process of hydroponic germination of wheat grain by graphic

method / M. S. Khoneva [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2018. № 10 (2). P. 381–390.

5. Pinna, S. Sowing landscapes: Social and ecological aspects of food production in peri-urban spatial planning initiatives – a study from the Madrid area // Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society. 2017. № 5 (1). P. 34–45.

6. Managing anaerobic digestate from food waste in the urban environment: Evaluating the feasibility from an interdisciplinary perspective / L. I. Fuldauer, B. M. Parker, R. Yaman, A. Borrion // Journal of Cleaner Production. 2018. № 185. P. 929–940. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.045>.

7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : ИД Альянс, 2011. 352 с.

8. Черепухина С. В., Деев В. В., Басарыгина Е. М. Апробация оборудования урбанизированного растениеводства // АПК России. 2020. Т. 27. № 5. С. 811–815.

9. Басарыгина Е. М., Деев В. В., Черепухина С. В. Урбанизированное растениеводство: технологии выращивания полифункциональных культур // АПК России. 2021. Т. 28. № 4. С. 462–465.

Басарыгина Елена Михайловна, д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой «Математические и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: b_e_m@mail.ru.

Деев Виталий Вячеславович, исполнительный директор, ООО «Нефтехимавтоматика».

E-mail: sales@nha-spb.ru.

Черепухина Светлана Васильевна, канд. экон. наук, доцент, ректор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: rktr@sursau.ru.

* * *