



Рисунок 2 – Зависимость мощности коллектора от потока солнечной радиации и температуры окружающего воздуха

Библиографический список

1. Бастрон, А.В. Теоретические модели поля солнечной радиации и результаты исследований солнечного водонагревателя в климатических условиях красноярского края // Вестник КрасГАУ. – 2008. – №4.
2. Бутузов, В.А. Солнечное теплоснабжение в мире // Новости теплоснабжения. – 2014. – №1.
3. Duffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. – New Jersey, 2013.
4. Sun energy / Sun energy. 2011. – Режим доступа: <http://www.sunenergys.ru>. – (дата обращения: 18.05.2017).
5. Гриценко А.А., Рудова Л.Н., Сукачева В.В., Хворова Л.А. Моделирование радиационного режима // Известия Алтайского государственного университета. – 1999. – №1.
6. Duffie J.A., Beckman W.A. Solar heating design. – New York, 1977.

УДК 51-76.57.036

Исследование модели фотосинтеза

В.В. Журавлева, В.В. Казаев

АлтГУ, г. Барнаул

Фотосинтез – сложный многоступенчатый процесс, продукты которого дают энергию для роста и развития растений. Побочным эффек-

том этого процесса является выделение в атмосферу кислорода, и, как следствие, делает возможным существование животных и человека.

Источником углерода для фотосинтеза является в основном атмосферный углекислый газ. Повышение его содержания по сравнению с естественным вызывает прямо пропорциональное возрастание интенсивности фотосинтеза. При увеличении концентрации углекислого газа до 15–20% процесс фотосинтеза выходит на плато. На интенсивность фотосинтеза растений оказывают значительное влияние также световой, тепловой, водный режимы и режим минерального питания [1].

В настоящее время актуальной является проблема прогнозирования изменения интенсивности фотосинтеза, связанного с изменением концентрации атмосферного углекислого газа и температуры. Соответствующие модели могут служить основой для прогноза последствий глобального изменения климата. Одной из наиболее острых проблем современности является сохранение озонового слоя, который образовался в атмосфере Земли 500–600 млн. лет назад, когда в ней вследствие фотосинтеза накопилось достаточно кислорода. Именно наличие озонового слоя, благодаря которому регулируется поток приходящей к поверхности земли радиации, привело к появлению высокоразвитых форм жизни [2].

Кроме того, построение модели фотосинтеза, описывающей адекватную реакцию растения на изменение основных факторов, является важной задачей при построении имитационных моделей формирования биомассы растений и прогноза урожайности сельскохозяйственных культур [3–6]. Де Вит определил цель создания таких моделей «в связывании отдельных ярусов биологической иерархии в виде математических выражений». Изначально есть информация о поведении элементов структуры нижнего уровня иерархии (объясняющий уровень). Затем создается система, структура которой соответствует высшему уровню иерархии (объясняемый уровень). «Если полученная математическая модель обладает теми же свойствами, что и природный объект, то мы можем предположить, что взаимосвязи элементов нижнего уровня нами правильно поняты» [7].

Множество математических моделей фотосинтеза листовой поверхности, разработанных к настоящему времени, включает как одно и двухфакторные эмпирические зависимости, так и сложные полуматематические модели, в разной степени учитывающие различные факторы [7–16]. Подавляющее большинство моделей адекватно отражают влияние фотосинтетически активной радиации на интенсивность фотосинтеза. Влияние некоторых факторов либо вообще не учитывается (связь фотосинтеза с минеральным питанием и атмосферным содержанием

кислорода отражена в небольшом количестве моделей [12, 15–17]), либо учитывается косвенно (в полуэмпирических моделях водный режим влияет на фотосинтез через устьичное сопротивление, а температура – через функции стресса).

Объектом анализа послужила модель фотосинтеза и фотодыхания С3-растений, учитывающая основные факторы, и дающая удовлетворительные результаты при пересчете на суточный прирост биомассы растений [17–20]. Особенность модели заключается в зависимости интенсивности фотосинтеза от отношения атмосферных концентраций: углекислый газ/кислород. В данной работе проведено исследование поведения моделируемых растений в различных условиях по содержанию углекислого газа и кислорода в атмосфере, в том числе критических.

Библиографический список

1. Дмитриева, Г.А. Физиология растений – М.: Высшая школа, 2005. – 736 с.
2. Экология: учебник/ под ред. Г.В.Тягунова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 2005. – 504 с.
3. Хворова Л.А., Топаж А.Г. Динамическое моделирование и прогнозирование в агрометеорологии. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2010. – 263 с.
4. Хворова Л.А., Топаж А.Г. Построение моделей агроэкосистем и их адаптация к конкретным условиям // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – СПб, 2011. – Т.1, №115. – С. 99–105.
5. Хворова Л.А., Брыксин В.М., Гавриловская Н.В., Топаж А.Г. Математическое моделирование и информационные технологии в экологии и природопользовании. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2013. – 277 с.
6. Журавлева В.В. Математические модели процессов регуляции в физиологии растений // Известия АГУ. – Барнаул, 2008. – №1(57). – С. 43–57.
7. De Wit C.T. Simulation of assimilation, respiration and transpiration of crops. – Wageningen: Pudoc, 1978. – 140 p.
8. Бихеле З.Н., Молдау Х.А., Росс Ю.К. Математическое моделирование транспирации и фотосинтеза растений при недостатке почвенной влаги. – Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 223 с.
9. Лайск А.Х. Кинетика фотосинтеза С3-растений. – М.: Наука, 1991. – 261 с.
10. Penning de Vries F.W.T., Van Laar H.H. Simulation of plant growth and crop production. – Wageningen: Pudoc, 1982. – 308 p.

11. Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж А.Г. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2006. – 396 с.

12. Bernacchi C.J., Singsaas E.L., Pimentel C., Portis A.R., Long S.P. Improved temperature response functions for models of Rubisco-limited photosynthesis // *Plant, Cell and Environment*. – 2001. – V. 24. – P. 253–259.

13. Гриценко А.А., Журавлева В.В., Плинокосова Л.Н., Хворова Л.А. Результаты анализа и компьютерного тестирования блоков радиации и фотосинтеза // *Известия АГУ*. – Барнаул, 2001. – №1(19). – С. 61–64.

14. Журавлева В.В. Математическая модель дыхания С3-растений во время фотосинтеза // *Известия АГУ*. – Барнаул, 2007. – №1(53). – С. 45–49.

15. Журавлева В.В. Математическая модель фотосинтеза и фотодыхания С3-растений // *Обозрение прикладной и промышленной математики*. – 2008. – Т. 15. Вып. 3. – С. 470–473.

16. Журавлева В.В. Моделирование влияния азотного дефицита на процесс фотосинтеза // *Обозрение прикладной и промышленной математики*. – 2008. – Т. 15. Вып. 4. – С. 666.

17. Журавлева В.В. Математическое моделирование процессов накопления биомассы С3-растений в процессе вегетации: дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Барнаул. – 2008. – 120 с.

18. Журавлева В.В. Качественный анализ модели фотосинтеза и фотодыхания С3-растений // *Известия АГУ*. – Барнаул, 2009. – №1(61). – С. 56–59.

19. Журавлева В.В. Моделирование процессов фотосинтеза и фотодыхания С3-растений // *Математическая биология и биоинформатика*. – 2015. – Т. 10, вып. 2. – С. 482–507.

20. Журавлева В.В. Об одной модели фотосинтеза // *Материалы Всероссийской научной конференции (с международным участием) «Агроэкосистемы в естественных и регулируемых условиях : от теоретической модели к практике прецизионного управления»*. Санкт-Петербург, 21–23 сентября 2016 г. – СПб.: ФГБНУ АФИ, 2016. – С. 298–301.