

DOI 10.12737/11419

УДК 581.1:635.21:631.526.32

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
РАННЕСПЕЛОГО СОРТА КАРТОФЕЛЯ ЖУКОВСКИЙ РАННИЙ
В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Мостякова А.А., Егоров Л.М., Владимиров В.П., Владимиров К.В.

Аннотация. Изучена эффективность применения расчетных доз удобрений под запланированные урожаи клубней раннеспелого сорта картофеля Жуковский ранний 25-40 т/га. В результате исследований динамики формирования площади листовой поверхности картофеля, листового фотосинтетического потенциала, коэффициента использования ФАР на серых лесных почвах лесостепи Среднего Поволжья выявлена зависимость этих показателей от уровня минерального питания. Выявлено их воздействие на продуктивность и качество клубней картофеля.

Ключевые слова: листовая поверхность, фотосинтетический потенциал (ФП), картофель, урожайность, крахмал, витамин С, нитраты.

Введение. Фотосинтез – это процесс поглощения света и трансформации его энергии в химический потенциал богатых энергией органических соединений в виде углеводов, жиров и белков. Фотосинтез растений определяется динамическим соотношением целого ряда сопряженных показателей, таких как интенсивность фотосинтеза, площадь листьев, продолжительность жизнедеятельности листьев. Из многих факторов, которые оказывают влияние на рост и развитие растений, солнечная радиация является наиболее трудно регулируемым фактором. Поэтому определение экологических основ и возможностей усиления процессов продуктивности посевов путем повышения использования солнечной радиации в процессе фотосинтеза является одной из важнейших проблем современного земледелия [6]. Радиация является источником энергии для фотосинтеза и влияет на динамику фотосинтеза, рост отдельных органов растений и формирование урожая [1,4].

Для повышения коэффициента использования фотосинтетически активной радиации (ФАР) необходимо разрабатывать и внедрять новые методы повышения продуктивности сельскохозяйственных культур. Одним из методов его повышения является внесение удобрений, рассчитанных под запланированные урожаи.

Данные многих исследователей показывают, что у сельскохозяйственных культур оптимальная площадь листьев варьирует в больших пределах [10-11], однако выявлено, что по мере достижения площади листьев в посевах до 30-40 тыс. м²/га доля поглощаемой солнечной энергии значительно увеличивается. Чрезмерное повышение площади листьев уменьшает накопление урожая на единицу площади листьев [2,7-8].

По данным Е.А.Аллен, Р.К. Скотт [9], потенциальная урожайность среднеспелых и позднеспелых сортов картофеля в Европе составляет от 90 до 100 т/га. В России урожайность картофеля в 2008-2012 гг. составила 13,3 т/га.

Важным фактором в разработке оптимальных технологий возделывания сельскохозяйственных культур является оценка продуктивности пашни с учетом эффективного плодородия почвы, обеспеченности растений элементами питания вносимых туков и выявление зависимости между этими составляющими.

Р.М. Джиффорд [5] считает, что одним из основных способов повышения продуктивности картофеля является сбалансирование минерального питания растений. Для формирования высоких урожаев с хорошим качеством клубней, питательные вещества должны быть хорошо доступными растениям, в необходимом количестве и в нужной форме.

Целью исследований являлось оптимизация доз удобрений под запланированные урожаи (25,0-40,0 т/га) клубней картофеля сорта Жуковский ранний на серых лесных почвах Республики Татарстан.

Условия, материалы и методы исследования. Исследования проводили в полевом опыте, заложенном в 2011-2013 гг. на серой лесной почве опытного поля Казанского государственного аграрного университета. Почва опытного участка – серая лесная, среднесуглинистого гранулометрического состава. Рельеф опытного участка ровный. Мощность пахотного слоя – 24-26 см, рН солевой вытяжки – 5,5-5,6, содержание легкогидролизуемого азота – 110-122 мг/кг почвы, содержание гумуса по Тюрину – 3,15-3,22 %, подвижного фосфора – 119-123 и обменного калия – 140-152 мг на 1 кг почвы, гидролитическая кислотность – 5,28-5,36 мг.экв/100г почвы, сумма поглощен-

ных оснований – 25,39-25,48 мг. экв/100г почвы.

Общая площадь делянки – 72,0 учетная – 60,0 м². Размещение вариантов последовательное. Повторность опыта трехкратная. Предшественник – озимая рожь. Глубина посадки 8-10 см. Посадку проводили клубнями средней фракции (60-65 г). Для посадки использовались клубни первой репродукции, густота посадки – 53,2 тыс. шт./га.

Удобрения вносились в расчете на получение урожая клубней 25-40 т/га. Органические удобрения вносили под осеннюю вспашку, минеральные – во время посадки. Фактические дозы удобрений:

1. Расчет на урожайность 25 т/га (N₃₇₋₅₈P₅₅₋₆₀K₁₂₁₋₁₆₅). 2. Расчет на урожайность 30 т/га (навоз 20 т/га + N₃₇₋₅₈P₃₅₋₄₀K₉₃₋₁₃₇). 3. Расчет на урожайность 35 т/га (навоз 25 т/га + N₇₅₋₉₆P₇₀₋₇₅K₁₂₈₋₁₇₂). 4. Расчет на урожайность 40 т/га (навоз 30 т/га + N₁₁₂₋₁₃₃P₁₀₅₋₁₁₀K₁₆₄₋₂₀₈).

Анализ и обсуждение результатов исследования. Метеорологические условия в годы проведения исследований сильно не отличались и были вполне благоприятными для роста и развития растений картофеля.

Посадку картофеля в 2011 г проводили 10, в 2012 г. 8 и в 2013 г. 12 мая. Всходы появлялись одновременно на всех вариантах опыта. Наступление дальнейших фаз развития отличались по вариантам опыта. Повышение фона питания приводило некоторой задержке наступления фаз развития растений.

Учитывая, что продуктивность картофеля во многом зависит от числа растений на единице площади, мы определяли их количество в фазе всходов, цветения и перед уборкой. В фазе всходов их количество составило от 52,59 тыс., на контрольном варианте до 52,85 тыс. шт./га в варианте с внесением расчетных доз удобрений на получение урожая клубней

40 т/га. К уборке урожая произошло некоторое снижение числа растений. Однако оно было незначительным и составило 0,40- 0,54 %.

По данным многочисленных исследований, снижение продуктивности картофеля от болезней и вредителей достигает значительного уровня. А.С. Воловик и др. [3] отмечают, что ежегодный недобор урожая в некоторые годы достигает до 50 %.

Удобрениям уделяется большое значение как способу усиления устойчивости картофеля к болезням. Наиболее распространенным и вредоносным заболеванием картофеля является фитофтороз. Поэтому нами проводился учет развития этой болезни в годы исследований. Установлено, что сбалансированные дозы удобрений, рассчитанные на получение урожая клубней 25 и 30 т/га несколько снижали развитие фитофтороза, на картофеле. Так, если на контроле количество пораженных фитофторозом растений составило 7,30 %, то на фонах, рассчитанных на получение урожаев – 25 и 30 т/га клубней она была, ниже и составила 6,93 и 7,03 % (рис. 1). Дальнейшее повышение фона удобрений приводило к увеличению числа растений пораженных фитофторозом.

Анализ показателей фотосинтетической деятельности растений картофеля показал, что внесение расчетных доз удобрений оказало значительное влияние. На контрольном варианте без применения удобрений урожай сухой биомассы составил 7,21 т/га, а при внесении удобрений в расчете на получение урожая клубней 25 т/га она была на 2,29 т/га больше. Максимальный урожай общей сухой биомассы – 12,96 т/га формировалась на фоне внесения удобрений на планируемый урожай клубней 40 т/га. Среднесуточный прирост сухой биомассы по мере повышения фона питания также увеличивался и по сравнению с кон-

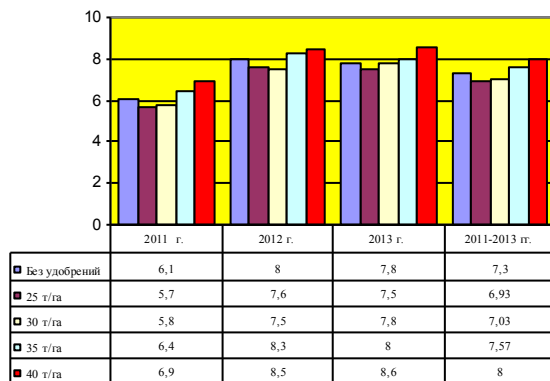


Рисунок 1. Развитие фитофтороза на посадках картофеля сорта Жуковский ранний в зависимости от фона питания, %, 2011-2013 гг.

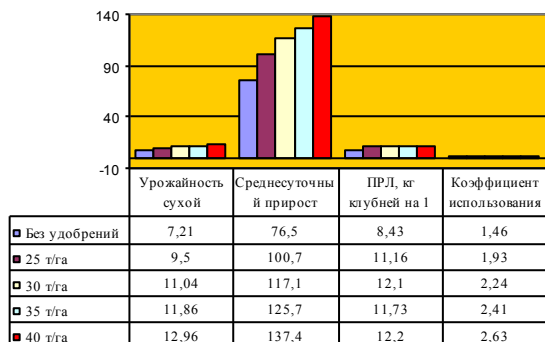


Рисунок 2. Показатели продуктивности посадок картофеля сорта Жуковский ранний в зависимости от фона питания, 2011-2013 гг.

трольным вариантом оказался в 1,31-1,79 раза больше.

На контрольном варианте без внесения удобрений на каждую тысячу единиц ФП растения формировали 8,43 кг клубней, во втором варианте, где удобрения вносились в расчете на получение урожая клубней 25 т/га она составила 10,87, на фоне, рассчитанном на 30 т/га – 11,68, а на самом высоком фоне удобрений, рассчитанном на урожайность 40 т/га – 11,21 кг (рис. 2).

Ответная реакция растений на приток лучистой энергии Солнца – это формирование оптимального листового аппарата, способного интенсивно использовать энергию падающих на растение лучей. Наиболее достоверные данные по приходу ФАР и коэффициенту ее использования можно получить только путем экспериментальных исследований на конкретной площади посева изучаемой сельскохозяйственной культуры.

Коэффициент использования фотосинтетически активной радиации (ФАР) в наших опытах существенно зависел от уровня питания. Увеличение фона питания повышало коэффициент использования ФАР растениями картофеля. На контрольном варианте, без применения удобрений его величина составила 1,46 %. В варианте внесения удобрений в расчете на получение урожая клубней 40 т/га, он достиг 2,63 %, что в 1,80 раза выше по сравнению с контрольным вариантом.

Данные наших исследований показали, что внесение расчетных доз удобрений под картофель обеспечило значительное повышение его урожайности (рис. 3).

По эффективному плодородию, урожайность клубней у сорта Жуковский ранний составила 17,43 т/га. Внесенные удобрения в расчете на урожай клубней 25-40 т/га практически обеспечили получение таких урожаев. В среднем за три года урожай клубней 25-35 т/га

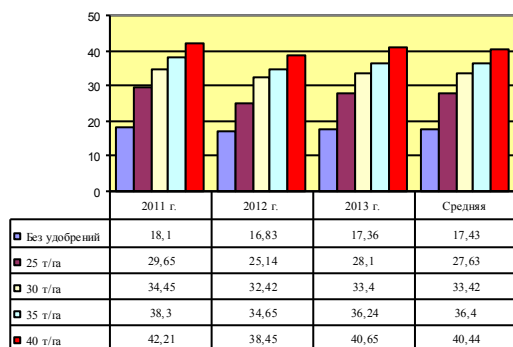


Рисунок 3. Урожайность картофеля сорта Жуковский ранний в зависимости от фона питания, т/га, 2011-2013 г

были получены с превышением на 10,52-4,00 процентов.

Внесение удобрений в расчете на урожайность клубней 25-30 т/га практически не оказало на содержание в клубнях крахмала, даже отмечено некоторое увеличение его количества. Дальнейшее повышение фона питания приводило к снижению его содержания. На фоне внесения удобрений рассчитанных на получение урожая клубней 35 т/га снижение содержания крахмала в клубнях составило – 1,0 %, а на фоне, рассчитанном на 40 т/га – на 1,4 процентов (рис. 4).

Удобрения, особенно при совместном внесении органических и минеральных, кроме повышенного фона рассчитанного на урожайность 40 т/га, способствовали повышению витамина С в клубнях.

Во всех вариантах опыта в клубнях содержание нитратов было ниже ПДК. Однако с увеличением доз удобрений в клубнях повышалось. На контрольном варианте количество нитратов в клубнях составило 26,9 мг/кг, на варианте, рассчитанном на урожай клубней 40 т/га – 59,4 мг/кг или в 2,2 раза больше чем на контроле.

Внесенные удобрения оказали значительное влияние на выход товарных клубней в урожае. На контроле товарность составила 86,1 %, а по мере повышения фона питания товарность урожая увеличилась на 2,7-6,9 %.

Выводы.

1. По эффективному плодородию серых лесных почв опытного поля формировался урожай клубней – 17,43 т/га, внесение удобрений под запланированные урожаи – 25-40 т/га в дозах, рассчитанных балансовым методом, обеспечило формирование таких урожаев.

2. Удобрения, внесенные в расчете на запланированные урожаи 25-40 т/га клубней, значительно повысили фотосинтетическую деятельность растений картофеля. Площадь

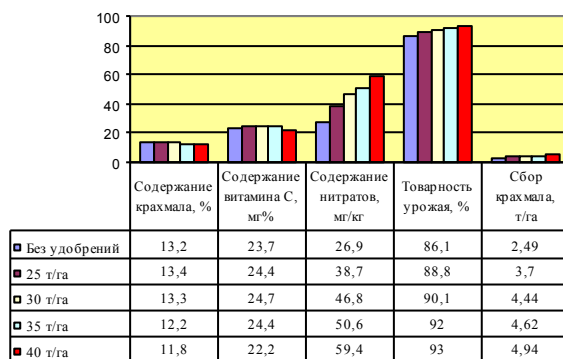


Рисунок 4. Показатели качества клубней картофеля сорта Жуковский ранний в зависимости от фона питания, %, 2011-2013 гг.

листьев при этом увеличилась на 3,9-15,9 тыс. м²/га, сумма листового фотосинтетического потенциала за вегетацию – на 359- 1198 тыс. м² × суток на га, коэффициент использования ФАР – на 0,47-1,17%.

3. Максимальное содержание крахмала (13,4 %) было получено на фоне, рассчитан-

ном на урожайность 25 т/га. Содержание нитратов во всех вариантах опыта находилось ниже ПДК. Однако с увеличением норм вносимых удобрений их содержание возросло на 11,8-32,5 мг/кг по сравнению с контрольным вариантом. Товарность урожая по мере повышения фона питания увеличилась на 2,7-6,9 %.

Л и т е р а т у р а

1. Будыко М. И. Использование солнечной энергии природным растительным покровом на территории СССР /М.И. Будыко, Н.А. Ефимова. – Ботанический журнал, 1968, вып. 53, № 10. – С. 1384-1389.

2. Владимиров В.П. Картофель в лесостепи Поволжья / В.П. Владимиров. – Казань.: Центр инновационных технологий, 2006. – 307 с.

3. Воловик А.С. Защита растений от болезней, вредителей и сорняков /А.С. Воловик, В.М. Глез, А.И. Замотаев и др. – М.: Агропромиздат, 1989. – 205 с.

4. Дадыкин В.П. Аккумуляция солнечной энергии в фитомассе при разных внешних условиях. В кн.: Проблемы фотоэнергетики растений. Киев, «Наукова думка», 1975, С. –13-14.

5. Джиффорд Р.М. Использование достижений науки в фотосинтезе в целях повышения продуктивности культурных растений /Р.М. Джиффорд, Л.Д. Дженкинс //Фотосинтез: в 2 т./Пер. с англ. М.: Мир, 1987, т. 72. – С. 365-410.

6. Каюмов М.К. Использование солнечной энергии полевыми культурами /М.К. Каюмов. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1981. – 58 с.

7. Мальцев В.Ф. Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России /В.Ф. Мальцев, М.К. Каюмов. – М.: ФГНУ Росинформагротех. 2002. – т. 2. – 574 с.

8. Ничипорович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах / А.А. Ничипорович// Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. – М.: изд-во АН СССР, 1963. – С. – 5-36.

9. Allen E.A. An analysis of growth of the potato crop / E.A. Allen, R.K. Scott //Jornal of agricultural Science Cambridge. – 1980. – № 9. – p.583-606.

10. BATTERY B. R. Effects of variation in leaf area index on growth of maize and soybeans. – «Crop Sci», 1970, 10, № 1, p. 9–13.

11. Hodanova D. Structure and development of sugar beet canopy. I. Leaf area – leaf angle relations. – «Photosynthetica», 1972, 6 (4), p. 401-409.

10. Лапшинов Н.А., Рябцева Т.В. Влияние сроков удаления ботвы на качество и продуктивность семенного картофеля //Достижения науки и техники АПК. 2012. № 1. С. 19-20.

11. Сергеева О.Н., Толузакова С.Ю., Перченко Н.А., Шипилин Н.Н. Новый препарат для повышения продуктивности картофеля в условиях Томской области//Достижения науки и техники АПК. 2014. № 1. С. 35-37.

Сведения об авторах:

Мостякова Антонина Анатольевна – аспирант

Егоров Леонид Михалович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Владимиров Владимир Петрович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия

Владимиров Константин Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук ФГУ «Центр агрохимической службы Татарский», г. Казань, Россия

WAYS TO INCREASE THE PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF EARLY MATURING POTATO OF ZHUKOVSKIY RANNIY VARIETY IN THE MIDDLE VOLGA FOREST-STEPPE

Mostyakova A.A., Egorov L.M., Vladimirov V.P. Vladimirov K.V.

Abstract. One of the priorities of agriculture of the Republic of Tatarstan is the development potato production subcomplex – selection of new potato varieties, resistant to abiotic and biotic factors for sustainable potato production. The investigations were carried out to determine the optimal level of nutrition. So, the authors studied the effectiveness of the estimated doses of fertilizers under the planned harvest of early-maturing potato of

Zhukovsky ranniy variety 25-40 tons per hectare. It was established, that the application of fertilizers significantly increased photosynthetic activity of potato plants. Area of leaves increased by 3.9-15.9 thousand square meter per hectare, the amount of leaf photosynthetic potential during vegetation to 359- 1198 thousand square meter × day per per hectare, the utilization of photosynthetically active radiation to 0.47-1.17%. According to effective fertility of the soil 17.43 tons of yield of tubers was formed per hectare. Fertilizing an average of three years provided the formation of the planned crop. Productivity of 25-35 tons per hectare were obtained with some excess.

Key words: leaf area, photosynthetic potential (PP), potatoes, yield, starch, vitamin C, nitrates.

References

1. Budyko M. I. Use of solar energy to natural vegetation in the USSR. [Ispolzovanie solnechnoy energii prirodnykh rastitelnykh pokrovom na territorii SSSR]. /M.I. Budyko, N.A. Efimova. – *Botanicheskiy zhurnal*. - *The Botanical Magazine*. 1968, Issue 53, № 10. – P. 1384–1389.
2. Vladimirov V.P. *Kartofel v lesostepi Povolzhya*. [Potatoes in the forest-steppe zone of Volga]. / V.P. Vladimirov. – Kazan: Tsentr innovatsionnykh tekhnologiy, 2006. – P. 307.
3. Volovik A.S. Zashchita rasteniy ot bolezney, vreditel'ey i sornyakov Plant protection against diseases, pests and weeds /A.S. Volovik, V.M. Glez, A.I. Zamotayev i dr. – M.: Agropromizdat, 1989. – 205 s.
4. Dadykin V.P. *Akkumulyatsiya solnechnoy energii v fitomasse pri raznykh vneshnikh usloviyakh*. V kn.: *Problemy fotoenergetiki rasteniy*. [Accumulation of solar energy in biomass at different environmental conditions. In the book: Problems of photovoltaic plants]. Kiev: "Naukova dumka", 1975, P. 13-14.
5. Dzifford R.M. *Ispolzovanie dostizheniy nauki v fotosintezе v tselyakh povysheniya produktivnosti kulturnykh rasteniy*. / *Fotosintez: v 2 t. / Per. s angl.* [Putting science in photosynthesis in order to increase productivity of crops. / R.M. Gifford, L.D.Dzhenkins // *Photosynthesis: 2 volumes.* / Translated from English. M.: Mir, 1987, Vol.72. – P. 365-410.
6. Kayumov M.K. *Ispolzovanie solnechnoy energii polevymi kulturami*. [The use of solar energy by field crops]. / M.K. Kayumov. – M.: VNIITEISKH, 1981. – P. 58.
7. Maltsev V.F. *Sistema biologizatsii zemledeliya Nechernozemnoy zony Rossii*. [System biologization of agriculture of non-chernozem zone of Russia]. / V.F. Maltsev, M.K. Kayumov. - M.: FGNU Rosinformagrotekh. 2002. - Vol. 2. – P. 574.
8. Nichiporovich A.A. *O putyakh povysheniya produktivnosti fotosintezа rasteniy v posevakh*. /A.A. Nichiporovich // *Fotosintez i voprosy produktivnosti rasteniy*. [Ways to enhance the productivity of photosynthesis in crops. / A.A. Nichiporovich // *Photosynthesis and productivity issues of plants*]. M.: izd-vo AN SSSR, 1963. P. 5-36.
9. Allen E.A. An analisis of growth of the potato cropp / E.A. Allen, R.K. Scott // *Jornal of agricultural Science Cambridge*. - 1980. - №9. - P. 583-606.
10. Vuttegu V. R. Effects of vagiation in leaf agea indekh on growth of maize and soubeaps. – «Sgor Ssi», 1970, 10, № 1, P. 9–13.
11. Nodanova D. Structure and development of sugar beyet sanoru. I. Leaf area – leaf angle gelations. – "Rfotosynthetica", 1972, 6 (4), P. 401-409.
10. Lapshinov N.A., Ryabtseva T.V. Influence of leaf stripper time on quality and productivity of seed potatoes. [Vliyanie srokov udaleniya botvy na kachestvo i produktivnost semennogo kartofelya]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – Advances in agriculture Science and technology*. 2012. №1. P. 19-20.
11. Sergeeva O.N., Toluzakova S.Yu., Perchenko N.A., Shipilin N.N. A new drug to increase the productivity of potato at Tomsk region. [Novyy preparat dlya povysheniya produktivnosti kartofelya v usloviyakh Tomskoy oblasti]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – Advances in agriculture Science and technology*. 2014. №1. P. 35-37.

Authors:

Mostyakova Antonina A. – a postgraduate student
 Egorov Leonid M. – PhD of Agricultural sciences, Associate Professor
 Vladimirov Vladimir P. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
 Vladimirov Konstantin V. – PhD of Agricultural Sciences
 Tatar Centre of Agrochemical Service, Kazan, Russia