

забрудження водних аб'єктаў краіны. У выніку выяўлены праблематворныя фактары для канкрэтных відаў адпачынку на азёрах, што дазволіць арганізатарам рэкрэацыйнай дзейнасці свочасова прымаць неабходныя меры па трансфармацыі структуры рэкрэацыйнага выкарыстання вадаёмаў у мэтах забеспячэння бяспекі адпачынку і захавання водных экасістэм на вадаёмах.

N. C. Shevtsova, B. P. Vlasov, V. M. Zaytsev
**RECREATIONAL ASSESSMENT OF BELARUSIAN LAKES
 AQUATORY ON THE BASIS OF TARGET INDICES**

Results of recreational assessment of Belarusian lakes are given. Assessment was made on the basis of conceptual model of recreational lake use and a system of four groups of target indices developed taking into account modern structure of rest and specificity of radiological, toxicological, microbiological pollution of aqueous objects of the republic. As a result, some problem generating factors were found for specific types of rest on lakes that will enable recreation managers to take proper measures in order to provide safe rest and conservation of aqueous ecosystems.

УДК 633.367[581.132]:631.816.3

А. Р. Цыганов, Т. Ф. Персикова, А. В. Какшинцев

**ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА И ПРОДУКТИВНОСТЬ
 ФОТОСИНТЕЗА УЗКОЛИСТНОГО ЛЮПИНА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ
 БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

В современном земледелии на первый план выходят природоохранные и ресурсосберегающие приемы повышения продуктивности сельскохозяйственных культур. Бобовые культуры, бактериальные препараты и локальное внесение удобрений являются важными элементами экологического земледелия.

Цель наших исследований заключалась в изучении зерновой продуктивности люпина узколистного в зависимости от параметров ассимиляционной поверхности и продуктивности фотосинтеза при применении бактериальных препаратов, разных доз и способов внесения фосфорно-калийных удобрений.

Исследования проведены на опытном поле БГСХА “Тушково” в 1999—2000 гг. путем постановки микрополевого и полевого опытов с размерами учетной площади делянки 18 и 50 м². Почва опытного участка дерново-подзолистая на легком лессовидном суглинке, подстилаемая с глубины 120 см легким моренным суглинком с прослойкой песка на контакте, характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса — 1,53 %, подвижного фосфора — 283 мг/кг почвы, обменного калия — 158 мг/кг почвы, рН_{KCl} — 6,1. Предшественник — зерновые культуры.

Метеорологические условия проведения исследований были следующими. Средняя температура за май в 1999 г. составила 9,6 °С, осадков выпало около 36 % от нормы. В то же время фиксировались заморозки на почве до –3 °С. В 2000 г. температура воздуха находилась в пределах среднемесячных значений, осадков выпало 38,3 % от нормы.

Изучение бактериальных препаратов в микрополевым опыте проводилось на фоне внесения фосфорно-калийных удобрений в дозах 30 кг/га д.в. P₂O₅ и 60 кг/га д.в. K₂O. Сорт узколистного люпина — Гелена, обладающий блокированным типом ветвления.

Инокуляция бактериальными препаратами проводилась под навесом перед посевом из расчета 200 мл на гектарную норму посева семян.

В полевом опыте изучали две дозы фосфорно-калийных удобрений P₃₀K₆₀ и P₆₀K₉₀. Локальное внесение туков проводилось финской зерно-туковой сеялкой “ТУМЕ” на глубину 10...12 см поперек рядков, внесение вразброс — вручную под культивацию. Из форм минеральных удобрений применяли простой суперфосфат (33% д.в.) и хлористый калий (60% д.в.)

Площадь листьев (ПЛ) определяли весовым методом [2]. По этим данным рассчитывали фотосинтетический потенциал (ФП), чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) — по формуле Кидда, Веста и Бригса. Растения отбирались средние по мощности развития. Из каждого варианта по диагонали брали 10 растений. Во всех пробах отдельно учитывался вес листьев, вес листовых пластинок и вес 50 высечек

мощности развития. Из каждого варианта по диагонали брали 10 растений. Во всех пробах отдельно учитывался вес листьев, вес листовых пластинок и вес 50 высечек определенного диаметра. Во всех вариантах сухое вещество определялось высушиванием навески при 105 °С, учет урожая проводился методом пробного снопа [2].

Продолжительная засуха в начале вегетационного периода, сопровождаемая ночными заморозками, не позволила сформировать плотный агроценоз с густотой стояния растений 100...120 шт./м². К уборке сохранилось лишь 68...83 растения на 1 м².

Как видно из экспериментальных данных, представленных в табл. 1 и 2, урожайность люпина узколистного колебалась от 16,4 до 33,8 ц/га, а зерновой индекс от 0,13 до 0,33 в зависимости от метеорологических условий года, применяемых бактериальных препаратов, доз и способов внесения минеральных удобрений.

В широких пределах изменялись величины листовой поверхности: от 16 до 47,1 тыс. м²/га и ЧПФ: 1,96...7,7 г/м² в сутки. Более высокие показатели продуктивности наблюдались в 2000 г. Наиболее тесно с урожаем зерна коррелирует площадь листовой поверхности и фотосинтетический потенциал ($r = 0,6...0,87$). Поэтому одним из условий получения высокой урожайности зерна является формирование хорошо развитой листовой поверхности посева.

Таблица 1

Влияние бактериальных препаратов на урожайность и показатели фотосинтетической деятельности посевов люпина узколистного

Вариант	Густота стеблестоя, шт./м ²	Урожайность, ц/га	Зерновой индекс	Пл, тыс. м ² /га	ФП, млн м ² в сутки	ЧПФ, г/м ² в сутки
1999 год						
1. Без удобрений	75	20,2	0,17	16,0	1,32	3,07
2. Фон Р ₃₀ К ₆₀	73	18,8	0,16	19,0	1,55	4,7
3. Сапронит	79	22,7	0,20	24,1	1,7	4,1
4. Сапронит + ризобактерин	82	22,5	0,19	30,8	1,91	4,4
5. Сапронит + фитостиммофос	82	23,1	0,22	22,0	1,42	4,4
6. Сапронит + ризобактерин + фитостиммофос НСР ₀₅	77	20,4	0,16	23,5	1,69	3,63
				2,27		
2000 год						
1. Без удобрений	70	16,4	0,21	18,4	1,24	4,49
2. Фон Р ₃₀ К ₆₀	75	23,5	0,26	20,6	1,36	4,12
3. Сапронит	78	29,3	0,30	33,0	1,78	7,7
4. Сапронит + ризобактерин	83	33,8	0,33	42,0	2,4	4,7
5. Сапронит + фитостиммофос	72	23,9	0,21	21,0	1,37	5,12
6. Сапронит + ризобактерин + фитостиммофос НСР ₀₅	74	23,4	0,20	32,0	1,88	5,12
				2,31		

Наибольшее влияние на показатели фотосинтетической деятельности оказал сапронит (Пл = 24,1...33,0 тыс. м²/га) и бинарная смесь его с ризобактерином (Пл = 30,8...42,0 тыс. м²/га). При использовании сапронита доля зерна в общей биомассе растений в 2000 г. возрастала до 0,3 и в варианте сапронит + ризобактерин — до 0,33, против 0,26 в контроле.

Связь урожайности зерна узколистного люпина с величиной чистой продуктивности более сложна (коэффициент корреляции составлял 0,18 в 1999 г. и 0,38 в 2000 г.), так как площадь листьев перекрывает влияние показателя фотосинтетической продуктивности единицы листовой поверхности. Так, в 2000 г. инокуляция растений сапронитом увеличила ЧПФ в сравнении с фоном на 0,34 г/м² в сутки и остается на таком же уровне при добавлении к нему ризобактерина, несмотря на дальнейшее увеличение площади листьев. Хорошо развитая листовая поверхность и высокие значения ЧПФ необходимы в этих вариантах для активной жизнедеятельности симбиотических и diazotрофных бактерий.

Снижение показателей фотосинтеза до фоновых значений при использовании смеси с фосфатмобилизующими бактериями объясняется, на наш взгляд, с одной стороны, способностью люпина усваивать труднодоступные соединения фосфора почв, а с другой стороны, конкуренцией за питательные вещества между клубеньковыми и фосфатмобилизующими бактериями. Но в засушливых условиях 1999 г. дополнительное обеспечение доступным фосфором сыграло положительную роль в формировании высокого урожая зерна узколистного люпина.

При изучении активности фотосинтеза в опыте со способами внесения и дозами фосфорно-калийных удобрений (табл. 2) установлено, что применение $P_{30}K_{60}$ локально позволяет повысить урожайность на 2,3...2,4 ц/га, увеличить листовую поверхность до 39,1...43,0 тыс. $m^2/га$ и сформировать посевы с ФП 1,64...2,5 млн m^2 в сутки. Дальнейшее увеличение дозы до $P_{60}K_{90}$ (как вразброс, так и локально) при данном уровне плодородия не приводит к получению дополнительного урожая, а в 2000 г. даже снизило их до контрольных значений при разбросном способе, а при локальном внесении — до уровня урожая, полученного в варианте $P_{30}K_{60}$ — вразброс.

Это не может быть связано с угнетением клубеньковых бактерий, так как почва содержала достаточное количество обменных катионов для нейтрализации физиологической кислотности хлористого калия и простого суперфосфата. Нормальное развитие фотосинтетического аппарата говорит о том, что высокий уровень минерального питания не нарушает условия поступления питательных веществ в растения. В 1999 г. происходит даже дальнейшее увеличение ПЛ и ФП.

Таблица 2

Урожайность и показатели фотосинтетической деятельности посевов люпина узколистного в зависимости от условий питания

Вариант	Густота стеблестоя, шт./ m^2	Урожайность, ц/га	Зерновой индекс	ПЛ, тыс. $m^2/га$	ФП, млн m^2 в сутки	ЧПФ, $г/м^2$ в сутки
1999 год						
1. Без удобрений	69	19,3	0,15	24,8	1,16	1,96
2. $P_{30}K_{60}$ — вразброс	76	19,5	0,19	29,7	1,33	2,58
3. $P_{30}K_{60}$ — локально	75	21,8	0,20	39,1	1,64	2,71
4. $P_{60}K_{90}$ — вразброс	77	19,8	0,14	43,8	1,8	2,49
5. $P_{60}K_{90}$ — локально	81	19,4	0,15	47,1	2,1	2,41
НСР ₀₅			1,57			
2000 год						
1. Без удобрений	68	17,2	0,22	22,0	1,32	3,7
2. $P_{30}K_{60}$ — вразброс	69	22,7	0,25	31,8	1,63	3,24
3. $P_{30}K_{60}$ — локально	73	25,1	0,31	43,0	2,5	3,01
4. $P_{60}K_{90}$ — вразброс	70	18,9	0,26	32,0	1,64	3,53
5. $P_{60}K_{90}$ — локально	71	22,9	0,21	42,2	2,43	3,0
НСР ₀₅			1,98			

Возможно, что снижение зерновой продуктивности объясняется действием хлора, который оказывает противоположное калию влияние на фотосинтез. Хлор задерживает отток ассимилянтов из листьев. В результате изменяется интенсивность и направленность использования продуктов фотосинтеза. При этом даже при сравнительно неплохом биологическом урожае получается невысокий хозяйственный урожай. Так, зерновой индекс при локальном внесении $P_{30}K_{60}$ составлял в 2000 г. 0,31, а в варианте $P_{60}K_{90}$ — локально снизился до 0,21. Увеличение листовой поверхности в условиях летней засухи наблюдал на картофеле М. Н. Гончарик. Он пришел к выводу, что хлор повышает в этих условиях оводненность тканей листьев [1]. Снижение урожая с повышением уровня бесхлорного калийного питания при локальном способе внесения отмечено в вегетационных опытах с гречихой [3].

Подводя итоги, следует сказать:

1. Применение бактериальных препаратов сапронит, сапронит + ризобактерин способствует увеличению листовой поверхности до 30,08...42 тыс. $m^2/га$, повышает урожайность зерна на 3,9...5,8 ц/га и зерновой индекс с 0,26 до 0,33.

3. Повышение дозы внесения с $P_{30}K_{60}$ до $P_{60}K_{90}$, несмотря на хорошие показатели фотосинтетической активности, не приводит к получению дополнительного урожая и снижает зерновой индекс до 0,21, так как изменяется направленность использования ассимилянтов.

• **Список литературы**

1. Гончарик М. Н. Физиологическое влияние ионов хлора на растения. — Мн.: Наука и техника, 1968. — С. 102—108.
2. Методика полевых опытов с кормовыми культурами. — М., 1971. — С. 64.
3. Соколов О. А., Семенов В. М. Усвоение азота растениями при локальном внесении минеральных удобрений//Физиологические и агрохимические основы локального внесения удобрений. — Уфа, 1980. — С. 30—36.

Белорусская сельскохозяйственная академия

**А. Р. Цыганаў, Т. Ф. Персікава, А. В. Какшынцаў
ФАРМАВАННЕ ўРАДЖАЙНАСЦІ ЗЕРНЯ І ПРАДУКЦЫЙНАСЦЬ
ФОТАСІНТЭЗУ ВУЗКАЛІСТАГА ЛУБІНУ ПРЫ ВЫКАРЫСТАННІ
БАКТЭРЫЯЛЬНЫХ ПРЭПАРАТАЎ І МІНЕРАЛЬНЫХ УГНАЕННЯЎ**

У артыкуле прыводзяцца звесткі двухгадовых даследаванняў, праведзеных на доследным полі Беларускай дзяржаўнай сельскагаспадарчай акадэміі ў 1999—2000 гг. з мэтай вывучэння зернявай прадукцыйнасці і фотасінтэтычнай дзейнасці лубіну вузкалістага пры выкарыстанні рэсурсаэрагалічных і прыродаахоўных тэхналогій: прэпаратаў сімбіятычных, асацыятыўных, фасфатмабілізавальных бактэрыяў і лакальнага ўнясення мінеральных угнаенняў.

Паказана, што выкарыстанне бактэрыяльных прэпаратаў (сапраніт, сапраніт + рызабактэрын) садзейнічае павелічэнню ліставой паверхні да 30,08...42,0 тыс. м²/га, павышае ўраджайнасць зерня на 3,9...5,8 ц/га і зерневы індэкс з 0,26 да 0,33.

Унясенне фосфарна-калійных угнаенняў у дозе $P_{30}K_{60}$ лакальна забяспечвае прыбаўку ўраджаю 2,3...2,4 ц/га, павялічвае плошчу лісця да 39,1...43,0 тыс. м²/га і долю зерня ў агульным біялагічным ураджаі да 0,31.

Павышэнне дозы ўнясення з $P_{30}K_{60}$ да $P_{60}K_{90}$, нягледзячы на добрыя паказнікі фотасінтэтычнай актыўнасці, пры дадзеным узроўні ўрадлівасці не прыводзіць да атрымання дадатковага ўраджаю і зніжае зерневы індэкс да 0,21 з прычыны таго, што змяняецца накіраванасць выкарыстання асімілянтаў.

**A. R. Tsyganov, T. F. Persikova, A. V. Kakshintsev
GRAIN YIELD FORMATION AND PHOTOSYNTHESIS
PRODUCTIVITY OF BLUE LUPINE WHILE APPLYING
BACTERIAL PREPARATIONS AND MINERAL FERTILIZERS**

The results of two-year research are given here. The research was carried out in the experimental field of the Belarussian State Agricultural Academy in 1999—2000 to study grain productivity and photosynthesis activity of blue lupine while applying resource and ecology saving technologies: symbiotic and associative preparations, phosphate mobilizing bacteria and local application of mineral fertilizers.

It has been shown that the application of bacterial preparations — sapronit, sapronit+risobacterin - facilitates leaf surface increase to 30 080..42 000 m²/ha, raises grain yield by 3,9...5,8 cwt/ha and grain index from 0,26 to 0,33.

Local phosphorous-potassium fertilizer application at the rate $P_{30}K_{60}$ provides yield increase by 2,3...2,4 cwt/ha, increases leaf surface to 39 100...43 000 m²/ha and grain rate in the total biological yield to 0,31.

In spite of good parameters of photosynthetic activity, the rate increase from $P_{30}K_{60}$ to $P_{60}K_{90}$ at this fertility level does not result in obtaining additional yield and reduces grain index to 0,21 because of the changes in assimilant use direction.