

**NEWS**

**OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

**SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES**

ISSN 2224-526X

Volume 5, Number 35 (2016), 54 – 62

**K. N. Zhailybay**

Central Azian University, Almaty, Kazakhstan.

E mail: Bakobb@mail.ru

**AGRO-ECOLOGICAL FRAMEWORK FOR THE OPTIMIZATION  
OF METHODS OF APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS  
DEPENDING ON THE VARIETAL CHARACTERISTICS OF THE RICE**

**Abstract.** The optimum doses of nitrogen-phosphate fertilizer (N160-180P120 kg/ha) in relation to the varietal characteristics of the rice. The average height macrophylla (Marzhan, Aral 202, Togiscen 1) and low-growing broad-leaf (Lyman) varieties the highest grain yield obtained on high-yielding crops when making 60-70% annual rate of nitrogen fertilizer before planting and 30-40% in the form of dressing in the phase of 6-7 leaves (in the early phase of the 3rd stage of organogenesis) at sowing 7.5 million germinating seeds. The average height with narrow vertical leaves (Kuban 3, Krasnodar 424, Aru, Dubovsky 129) the maximum grain yield is formed on high-yielding crops when making 25-33% annual rate of nitrogen fertilizer before planting and 67-75% in the form of dressing in phases 6-7 and 8-9 leaves when planting 7.5 million germinating seeds. Increasing doses of nitrogen-phosphorus fertilizers to N240P180 kg/ha does not contribute to the increase in grain yield. The introduction of high doses of mineral fertilizers is not profitable in the economic and environmental dimension, adversely affect natural plant communities located near rice rotations, contaminate soil and water bodies.

**Key words:** rice varieties, optimal dosage and methods of application of mineral fertilizers in connection with the varietal characteristics; contamination of soil and water bodies, nature of plant communities with the introduction of high doses of fertilizers.

УДК 633.18

**К. Н. Жайлыбай**

Центрально-Азиатский университет, Алматы, Казахстан

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ  
ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ  
МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РИСА**

**Аннотация.** На засоленных почвах Казахстанского Приаралья максимальную зерновую продуктивность проявляют среднерослые узколистные, а также крупно- и широколистные низкорослые сорта риса при дозе удобрений N160-180 P120 кг/га д.в. [1, 2]. В связи с этим, изучено влияние способов внесения оптимальной дозы азотного удобрения N180 кг/га (на фоне P120 кг/га) на формирование зерновой продуктивности и фотосинтетической деятельности. Изучались сорта риса, различающиеся по высоте и архитектонике: средне-рослые, узколистные - Кубань 3, Краснодарский 424, Дубовский 129, Ару; среднерослые, крупнолистные - Маржан, Арал 202, Тогускен 1; низкорослый, с широким вертикальным расположением листьев - Лиман.

Почвы опытного участка староорошаемые, лугово-болотные, карбонатные гидроморфного ряда. Тип засоления почвы хлоридно-сульфатный, сумма солей по плотному остатку 0,88-2,02%,

степень засоления сильная. Площадь делянки в модельных опытах  $5 \text{ м}^2$ , в крупноделяночных -  $100\text{-}120 \text{ м}^2$ , повтор-ность четырехкратная. Схема опытов следующая:

1. Блок 1 - N180P120 кг/га д.в., годовая норма внесена до посева;
2. Блок 2 - N180P120 кг/га, из них до посева внесено 70% годовой нормы азотного удобрения (N120), остальные (30%, или N60 кг/га) - в виде подкормки в фазе 6-7 листьев.
3. Блок 3 - N180P120 кг/га, из них до посева внесено 50% годовой нормы азотного удобрения (N60) и две подкормки по 25% - N45 кг/га в фазе 4-5 листьев и N45 кг/га в фазе 6-8 листьев - способ разработанный лабораторией минерального питания Института Ботаники АН РК [3, 4].
4. Блок 4 - N180P120 кг/га, из них до посева внесена 1/3 часть, (33%, или N60) годовой нормы азотного удобрения и две подкормки: N90 - в фазе 6-7 листьев (в начале 3 этапа органогенеза) и N30 в фазе выхода в трубку (8-9 листьев) - способ, разработанный лабораторией физиологии растений Казах- ского НИИ риса [5].
5. Блок 5 - N180P120 кг/га, из них до посева внесено 25% (N45) от годовой нормы азотного удобрения и две подкормки: 50%(N60) в фазе 3-6 листьев и 25% (N45) в фазе 8-9 листьев - способ, разработанный Российским НИИ риса [6].

Фон - фосфорное (P120 кг/га д.в.) удобрение внесено до посева. В круп- ноделяночных опытах блоки 4 и 5 объединены, так как эффект этих вариантов оказался одинаковыми.

При установлении сортовой технологии возделывания необходимо группировать сортов риса по архитектонике и типу растений. Сорты разные генотипически и по происхождению, но одинаковые по высоте, архитектонике и типу растений, создают близкие по структуре, фотосинтетической и зерновой продуктивности агроценозы. Поэтому дозы и способы внесения удобрений, режим орошения и другие агротехнические приемы должны быть одного уровня, т.е. сходными по технологии. В связи с этим, районированные в зоне Казахстанского Приаралья сорта риса сгруппированы по высоте, архитектонике и по типу растений с целью дифференцирования технологий их возделывания. Результаты наших исследований показывают (таблица 1, рисунки 1-4) что:

1. У сортов риса с узким, вертикальным расположением листьев (Кубань 3, Краснодарский 424, Дубовский 129, Ару) высокопродуктивные агроценозы формируются при густоте стояния  $320\text{-}400$  растений/ $\text{м}^2$  по всходам и  $250\text{-}350$  раст/ $\text{м}^2$  - перед уборкой при площади питания  $22\text{-}30 \text{ см}^2$  по всходам,  $25\text{-}38 \text{ см}^2$  - в период выметывания. Оптимальное число продуктивных стеблей  $520\text{-}650$  шт/ $\text{м}^2$ . Максимальный урожай зерна на таких высокопродуктивных посевах получен при внесении  $25\text{-}33\%$  годовой нормы азота (N180 кг/га д.в.) до посева и  $67\text{-}75\%$  - в виде подкормки в фазах 6-7 и 8-9 листьев и при посеве  $7,5$  млн всхожих зерен (таблица 1).

2. У крупнолистных сортов (Маржан, Арал 202, Тогускен 1) высоко- продуктивные агроце- нозы формируются при густоте стояния  $250\text{-}350$  растений/ $\text{м}^2$  по всходам,  $220\text{-}300$  раст/ $\text{м}^2$  - перед уборкой при площади питания  $28\text{-}45 \text{ см}^2$  по всходам,  $31\text{-}50 \text{ см}^2$  - в период выметывания. Опти- мальное число продуктивных стеблей  $520\text{-}580$  шт/ $\text{м}^2$ , или  $5,2\text{-}5,8$  млн метелок/га. Максималь- ный урожай зерна получен при внесении  $60\text{-}70\%$  годовой нормы азот- ного удобрения до посева и  $30\text{-}40\%$  - в виде подкормки в фазе 6-7 листьев (в фазе начала 111 этапа органогенеза) (таблица 1; рисунки 1-4).

3. У низкорослого, широколистного сорта риса Лиман высокопродук- тивный агроце- ноз формируется при густоте стояния растений  $280\text{-}380$  шт/ $\text{м}^2$  по всходам и  $220\text{-}300$  шт/ $\text{м}^2$  - перед уборкой, оптимальное число продуктивных стеблей -  $550\text{-}650$  шт/ $\text{м}^2$ , или  $5,5\text{-}6,5$  млн метелок. Наибольший урожай зерна получен при внесении  $60\text{-}70\%$  годовой нормы азотного удобрения до посева и  $30\text{-}40\%$  - в виде подкормки в фазе 6-7 листьев (в фазе начала 3 этапа органогенеза) (таблица 1, рисунки 1-4).

На основе изучения взаимосвязи показателей фотосинтетической деятельности, вертикального распределения площади листьев и оптимального хода формирования ассимиляционного аппарата - листьев установлены морфофизиологические особенности продукционного процесса высокопро- дуктивных агроценозов среднерослых и низкорослых сортов риса при оптимальной дозе (N180P120 кг/га д.в.) (рисунки 5, 6).

Так, у среднерослых узколистных сортов (Кубань 3, Краснодарский 424, Дубовский 129, Ару) риса наибольший урожай ( $60\text{-}65$  ц/га) зерна получен при оптимальном ходе формирования ассими- ляционной поверхности, при уровне максимальной площади листьев (ПЛ) -  $68\text{-}72$  тыс.  $\text{м}^2$ /га, т.е.

Таблица 1 – Влияние способов внесения азотных удобрений на урожайность сортов риса (средняя для сортов, ц/га)

Способы внесения удобрений, кг/га д.в.	Урожайность сортов риса, ц/га			
	Маржан, Арал 202, Токускен	Лиман	Кубань 3 Дубовский 129, Ару	Краснодарский 424
1. N180P120, годовая норма удобрений внесено до посева	57,8	56,5	45,8	43,5
2. N180P120, в том числе N120 (70% от годовой нормы) внесено до посева и N60 (30%) в виде подкормки в фазе 6-7 листьев	63,1	66,6	50,2	45,8
3. N180P120, в том числе N90 (50% от годовой нормы) внесено до посева и две подкормки: N45 (25%) в фазе 4-5 листьев, N45 (25%) в фазе 8-9 листьев	58,6	57,9	62,2	60,8
4. N180P120, в том числе N45-60 (25-33% от годовой нормы) внесено до посева и две подкормки: N75-90 (42-50%) в фазе 5-6 листьев, N45 (25%) в фазе 8-9 листьев	51,5	50,4	70,6	68,9
<i>Примечание:</i> Годовая норма фосфорного удобрения (P120 кг/га д.в.) внесено перед посевом.				

при индексе листовой поверхности (ИЛП) - 6,8-7,2 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, фотосинтетического потенциала (ФП) - 2,8-3,5 млн м<sup>2</sup>дней/га, чистой продуктивности фотосинтеза (Фч.пр.) - 6,6-8,0 г/м<sup>2</sup>сутки, хозяйственной эффективности фотосинтеза (Кхоз.) - 48-51%. При вертикальном распределении основная ПЛ в фазе налива зерна сосредоточена в верхнем слое- 60-90 см (рисунок 5).

У среднерослых крупнолистных сортов (Маржан, Арал 202, Токускен) урожайность 60-63 ц/га зерна образована при формировании ПЛ 78-88 тыс. м<sup>2</sup>/га, при ИЛП - 7,8-8,8 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, ФП - 3,5-3,8 млн м<sup>2</sup>дней/га, Фч.пр. - 6,3-7,0 г/м<sup>2</sup>сутки, Кхоз. - 46-49%. Основная ПЛ сосредоточена в слоях 50-100 см (рисунок 6).

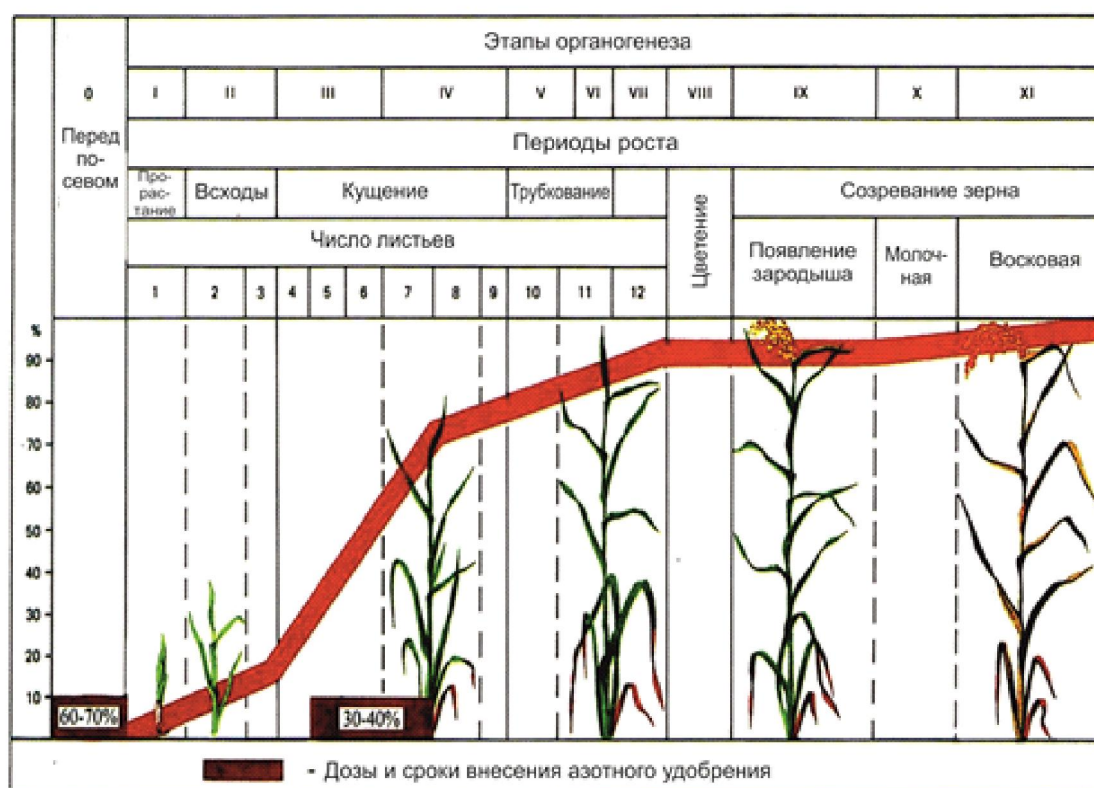


Рисунок 1 – Азотное питание крупнолистных сортов риса (Маржан, Арал 202, Токускен, Лиман)

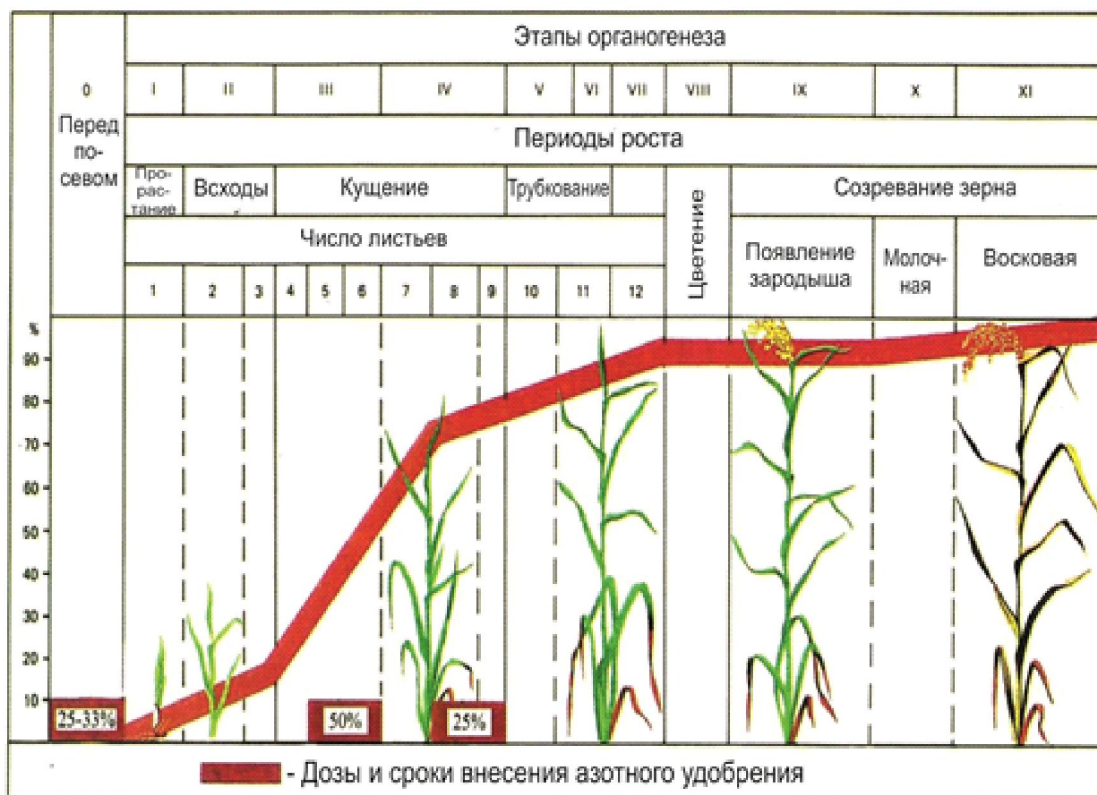


Рисунок 2 – Азотное питание узколистных сортов риса (Кубань 3, Краснодарский 424, Дубовский 129, Ару)

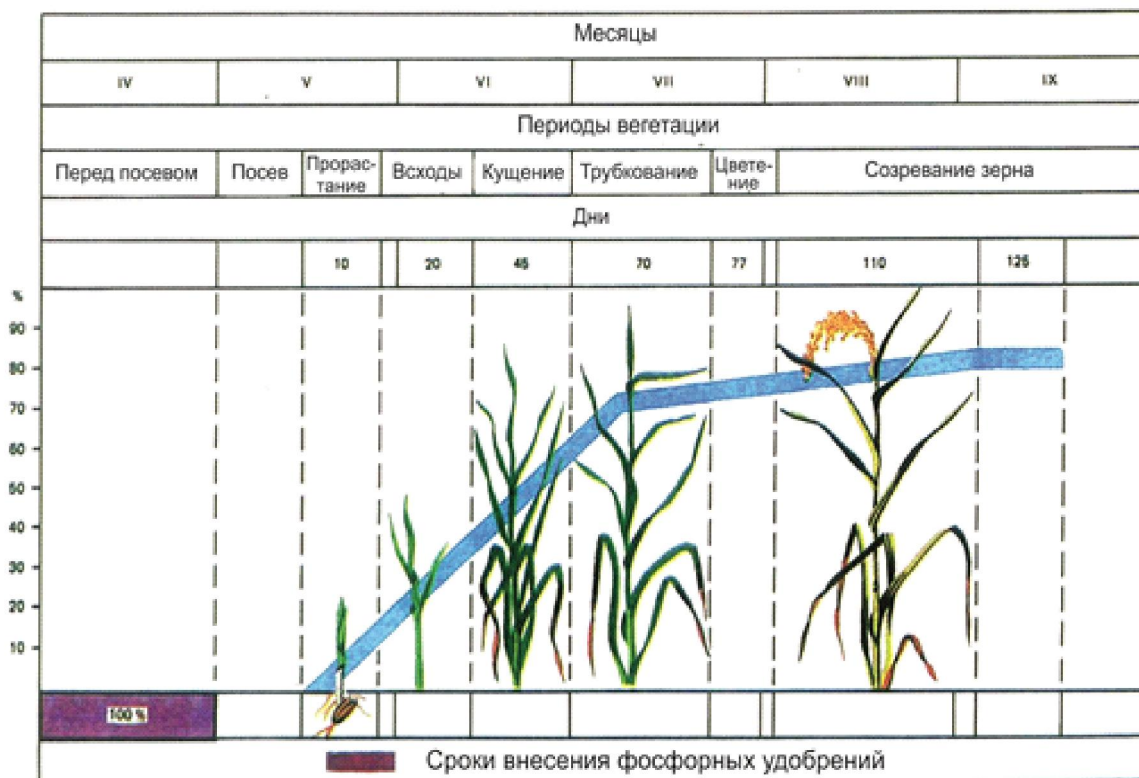


Рисунок 3 – Поглощение фосфора рисом в течение вегетации

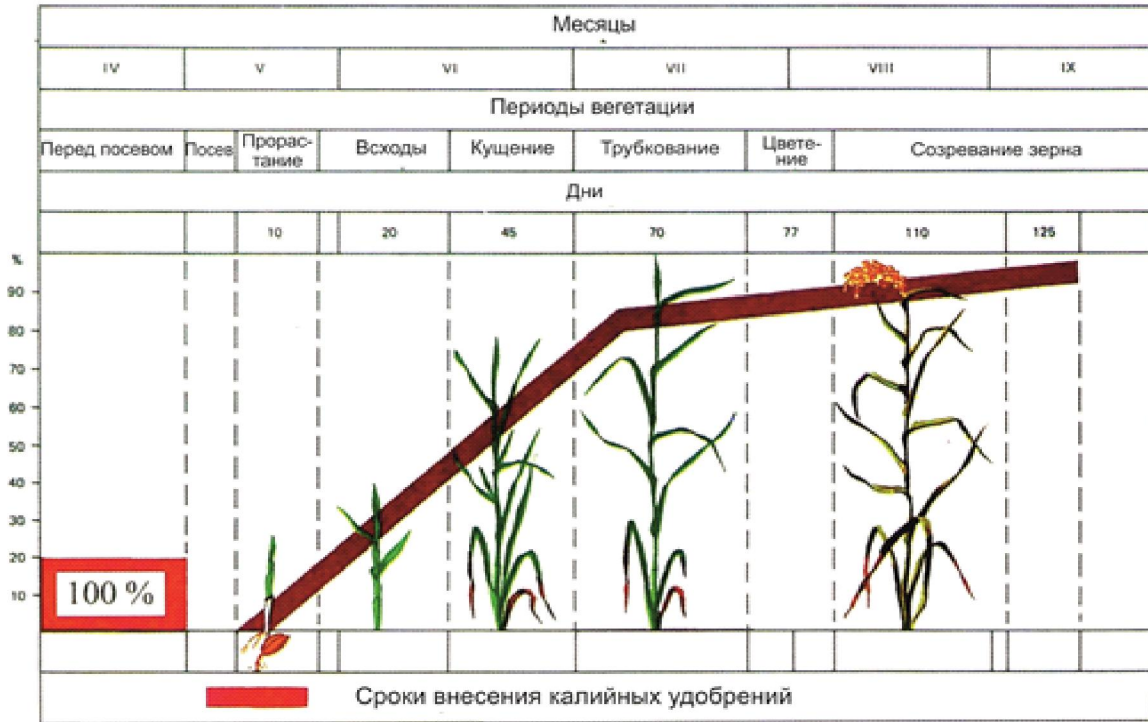
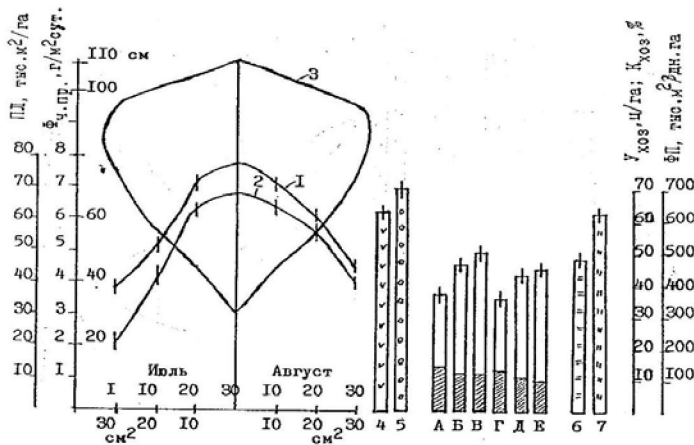
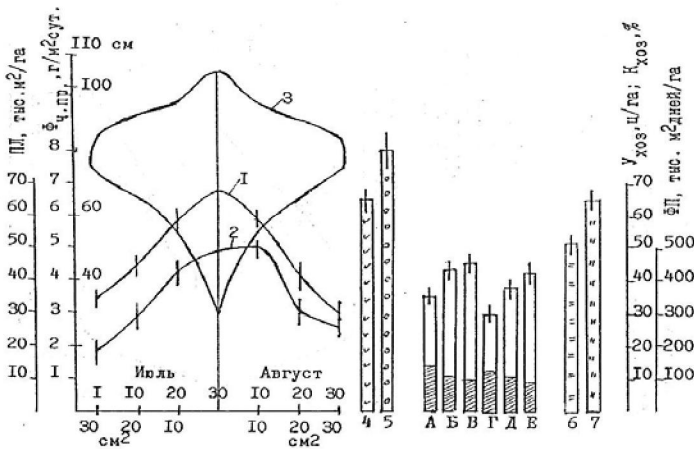


Рисунок 4 – Поглощение калия рисом в течение вегетации



Рисунки 5, 6 – Тип продукционного процесса агроценозов среднерослых узколистных (наверху) и среднерослых крупнолистных (внизу) сортов рисов на высокопродуктивных посевах и при оптимальной дозе удобрений.

Обозначения:

- 1 – динамика формирования ПЛ, тыс. м<sup>2</sup>/га;
- 2 – динамика ФП, тыс. м<sup>2</sup>дн/га;
- 4 – Фч.пр., г/м<sup>2</sup>сутки;
- 5 – Фч.пр. – после фазы выметывания;
- А, Б, В – длина (см) и ширины (мм) флагового, 2-го и 3-го листьев главного стебля;
- Г, Д, Е – длина (см), ширина (мм) флагового, 2-го и 3-го листьев бокового побега;
- 6 – Кхоз, %; 7 – урожай зерна, ц/га

При этом, оптимальным типом растений, формирующих максимальный урожай зерна на высокопродуктивных посевах оказалось получение формы (образцов) риса с крупным флаговым листом, с более длинными 2-ым и 3-им листьями и относительно коротким 4 и 5 листьями. Ориентация листьев: флагового – горизонтальное (после фазы выметывания), 2-го и 3-го листьев - вертикальное расположение, 4-го и 5-го листьев, с более увеличивающимся углом отклонения (рисунки 5, 6). При такой архитектонике растений риса происходит более полное поглощение Солнечной радиацией и оптимальный продукционный процесс агроценозов среднерослых узколистных и крупнолистных сортов риса в условиях Казахстанского Приаралья, способствующие формированию наибольшей урожайности зерна высокого качества [1, 2].

Результаты наших исследовательских работ [1, 2, 7] и передового опыта показывают, что внесение оптимальной дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений при соотношений N : P : K – 1 : 0,7 : 0,5, а на засоленных почвах N : P – 1 : 1 или 1 : 0,8 формируются максимальный и качественный урожай зерна (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние дозы и соотношений минеральных удобрений на урожайность зерна, ц/га

Дозы удобрений, кг/га д.в.	Урожай зерна, ц/га	Прибавка урожая		Соотношение NPK
		ц/га	%	
Без внесения удобрений (контроль)	35,4	–	–	–
N160	49,7	14,3	40	1 : 0 : 0
P120	37,6	2,2	6	0 : 1 : 0
K80	35,8	0,4	1	0 : 0 : 1
N160P120	67,3	31,9	90	1 : 0,75 : 0
N160K80	56,1	20,7	58	1 : 0 : 0,5
P120K80	39,6	4,2	12	0 : 0,75 : 0,5
<i>N160P120K80</i>	<i>69,5</i>	<i>34,1</i>	<i>96</i>	<i>1 : 0,75 : 0,5</i>
N80P60K40	47,5	12,1	34	1 : 0,75 : 0,5
N240P60K40	62,5	27,1	77	1 : 0,25 : 0,15
N80P180K40	49,6	14,2	40	1 : 2,3 : 0,5
N80P60K120	46,5	11,1	31	1 : 0,75 : 1,5
N240P180K40	63,8	28,4	80	1 : 0,75 : 0,15
N240P60K120	60,3	24,9	70	1 : 0,25 : 0,5
N80P180K120	47,2	11,8	33	1 : 2,3 : 1,5
N240P180K120	62,9	27,5	78	1 : 0,75 : 0,5
HCP <sub>05</sub> - ц/га	5,7			

В связи с дороговизной минеральных удобрений себестоимость зерна риса повышается. Однако, при урожайности зерна 40-45 ц/га транспортировка и внесения удобрений в рисовые плантации полностью окупаются. Это принесет прибыли хозяйствам и фермерам. Поэтому по критерию экономической эффективной урожайности, т.е. *хозяйственный оптимум (Х.О.)* и максимальной биологической урожайности зерна, т.е. *биологический оптимум (Б.О.)* не всегда соответствует друг с другом. Так, на полях по пласту и обороту пласта люцерны (или донника) хозяйственный оптимум (ХО) по урожайности зерна наблюдается при внесении малой или средней дозы азотного (N90-120 кг/га д.в.) удобрения и при получении урожая 43-52 ц/га, а на мелиоративном поле при внесении азота - N120-180 кг/га и получении 45-48 ц/га урожайности зерна. В таких условиях расходы на покупку, транспортировки и внесения минеральных удобрений окупаются и рисоводство становится рентабельным и приносит прибыли. Если азотное удобрение внесена в больших дозах (N240 кг/га д.в.) урожайность риса не повышается, а наоборот - снижаются и загрязняют окружающую среду. Это не выгодно в экономическом и экологическом аспекте (таблица 3, рисунки 7, 8).

Оптимальная густота стояния растений в посевах (т.е. высокопродуктивные посевы) оказывают существенное влияние на уровень хозяйственного оптимума (ХО) и биологического оптимума (БО) урожайности зерна (рисунок 7). Так, на изреженных посевах относительно высокий урожай зерна по критерию биологического оптимума (БО) формируются при внесении оптимальных доз азотного (N180 кг/га д.в.), так как повышаются кустистость растений риса, что приводит к увеличению продуктивного стеблестоя.

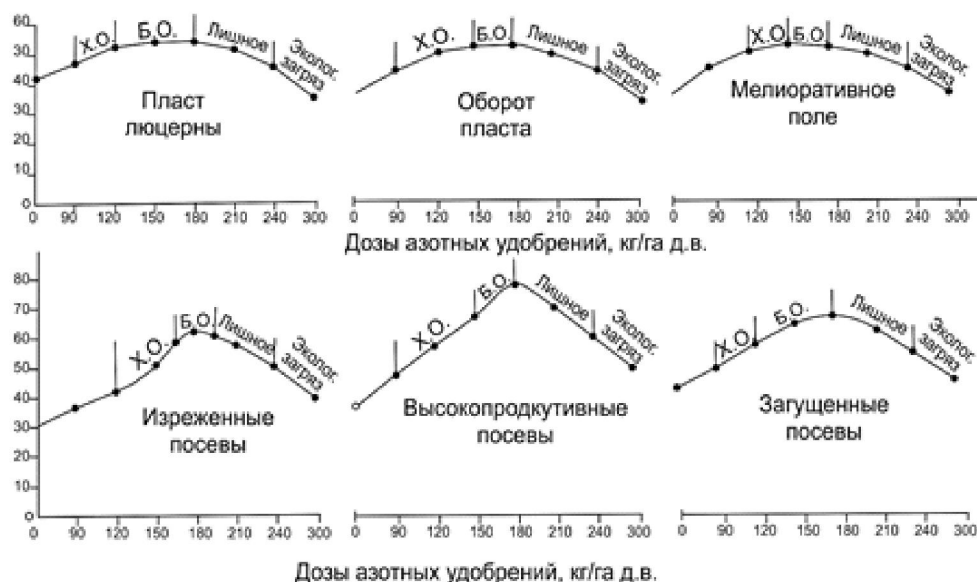


Рисунок 7 – Влияние предшественников, дозы удобрений и густоты стояния на формирование хозяйственной (ХО) и биологической (БО) оптимумов урожайности



Рисунок 8 – Влияние минимальных, оптимальных и высоких доз азотных удобрений на качество зерна и окружающую среду

При оптимальной густоте стояния растений риса на высокопродуктивных посевах значительно повышаются эффективность минеральных удобрений. В таких посевах биологический оптимум (БО) по критерию максимальной урожайности формируется при внесении азотного удобрения в дозе N160-180 кг/га д.в. Внесение азотного удобрения в дозе N210 кг/га является лишней затратой, а при внесении N240 кг/га урожайность зерна не повышается, а наоборот снижается, так как растения риса вырастают высокими (135-145 см), полегают рано, в фазе молочной спелости, резко снижаются чистая продуктивность фотосинтеза (Фч.пр.), увеличиваются количество щуплых и пустых зерен, формируются зерно низкого качества (рисунки 7, 8). Это в тоже время способствует загрязнению окружающей среды.

Таким образом, при внесении оптимальной дозы азотно-фосфорных удобрений (N160-180P120 кг/га д.в.) на высокопродуктивных посевах формируются максимальная урожайность, с высоким качеством зерна. К тому же это способствует улучшению плодородия почвы (таблица 3, рисунки 7, 8). При внесении высоких доз азотных (N210-240 кг/га д.в.) удобрений на посевах риса растения вырастают высокими (135-145 см), увеличиваются их заболеваемость и повреждаемость вредителями. В результате возрастают количество внесенных пестицидов на 1 га, увеличиваются их содержание в зерне. Кроме того, это способствует загрязнению почвы и водоемов (реки, озера). Следовательно, внесение высоких доз азотных и фосфорных удобрений (N210-240P180 кг/га д.в.) на посевах риса не эффективны в экономическом и экологическом аспекте (таблица 3, рисунки 7, 8).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Жайлыбай К.Н. Фотосинтетические и агроэкологические основы высокой урожайности риса (Монография). – Алматы: Бастау, 2001. – 256 с.
- [2] Жайлыбай К.Н. Күріш (Монография). – Алматы: Ғылым, 2015. – 351 с.
- [3] Гостенко Г.П. и др. Онтогенетические изменения отзывчивости риса на удобрения // Минеральное питание риса. – Алма-Ата: Наука, 1972. – С. 12-29.
- [4] Старкова А.В. и др. Физиологическая характеристика критического периода в минеральном питании риса // Минеральное питание в онтогенезе риса. – Алма-Ата: Наука, 1982. – С. 9-33.
- [5] Рамазанова С.Б. Особенности формирования элементов продуктивности риса при различных сроках внесения азотных удобрений // Доклады ВАСХНИЛ. – 1982. – № 8. – С. 18-20.
- [6] Алешин Е.П. и др. Практическое руководство по интенсивной технологии возделывания риса. – М., 1986. – С. 25-27.
- [7] Таутенов И.А., Жайлыбай К.Н., Баймбетов К.С. Агроэкологические и морфофизиологические основы минерального питания и продуктивности риса. – Алматы: Ғылым, 2003. – 180 с.

#### REFERENCES

- [1] Zhailybay K.N. Fotosinteticheskie i agroekologicheskie osnovy visokoy urozhainosty risa (Monografif). Almaty: BASTAU, 2001. 256 p.
- [2] Zhailybay K.N. Kyrish (Monografia). Almay: Gilim, 2015. 351 p.
- [3] Gostenko G.P. i dr. Ontogeneticheskiye izmeneniya otzivchivosty risa na udobrenia // Mineralnoe pitanie risa. Almany: Nauka, 1972. P. 12-29.
- [4] Starkova A.V. i dr. Fiziologicheskaya karakteristyka krinycheskogo perioda v mineralnom pitaniy risa // Mineralnoe pitanye risa v ontogeneze risa. Almany: Nauka, 1982. P. 9-33.
- [5] Ramazanova S.B. Osobennosti formirovaniya elementov produktivnosti risa pri razlichnykh srokakh vneseniya azotnykh udobreniy // Doklady VASChNIL. 1982. N 8. P. 18-20.
- [6] Aleshyn E.P. i dr. Prakticheskoe rukovodstvo po intencyvnoy technologii vozdelivaniya risa. M., 1986. P. 25-27.
- [7] Tautenov Y.A., Zhailybay K.N., Baimbetov K.S. Agroekologicheskiye i morfofizyologicheskkiye osnovy mineralnogo pitanya i produktivnosti risa. Almany: Gilim, 2003. 180 p.



**К. Н. Жайлыбай**

Центрально Азиатский университет, Алматы, Казахстан

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
ОПТИМИЗАЦИИ СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РИСА**

**Аннотация.** Установлены оптимальные дозы азотно-фосфорных удобрений (N160-180P120 кг/га) в связи сортовыми особенностями риса. У среднерослых крупнолистных (Маржан, Арал 202, Тогускен 1) и низкорослого широколистного (Лиман) сортов наибольший урожай зерна получен на высокопродуктивных посевах при внесении 60-70% годовой нормы азотного удобрения до посева и 30-40% - в виде подкормки в фазе 6-7 листьев (в фазе начала 3-го этапа органогенеза) при посеве 7,5 млн. всхожих зерен. У среднерослых с узким и вертикальным расположением листьев (Кубань 3, Краснодарский 424, Ару, Дубовский 129) максимальный урожай зерна формируется на высокопродуктивных посевах при внесении 25-33% годовой нормы азотного удобрения до посева и 67-75% - в виде подкормки в фазах 6-7 и 8-9 листьев, при посеве 7,5 млн всхожих зерен. Повышение дозы азотно-фосфорных удобрений до N240P180 кг/га не способствует увеличению урожайности зерна, а наоборот происходит его снижение. Внесение высоких доз минеральных удобрений не выгодно в экономическом и экологическом аспекте, отрицательно влияют на природных фитоценозов, расположенных возле рисовых севооборотов, загрязняют почву и водоемов.

**Ключевые слова:** рис, сорта, оптимальные дозы и способы внесения минеральных удобрений в связи с сортовыми особенностями; загрязнение почвы и водоемов, природных фитоценозов при внесении высоких доз удобрений.