

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И СРОКОВ ПОСЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА

М.О. Колобова, Волгоградский ГАУ

Научный руководитель – чл.-корр. РАН Бородычев В.В.

*Представлены результаты исследований по повышению продуктивности подсолнечника при возделывании в рисовых чеках с использованием остаточных после уборки риса запасов почвенной влаги. Определены оптимальные сроки посева, уровни минерального питания.*

**Ключевые слова:** рис, запас влаги, подсолнечник, удобрения, срок посева, водопотребление, продуктивность, урожай.

Растениеводство – важная часть агропромышленного комплекса Республики Калмыкия. Основные возделываемые здесь сельскохозяйственные культуры: зерновые, подсолнечник, овощи, картофель, кормовые [1, 6]. В природно-климатических условиях республики производство растениеводческой продукции связано с большим риском. Подсолнечник здесь возделывается на площади 9,1 тыс. га, при этом урожайность довольно низкая – 0,44 т/га. Увеличить его урожайность в данном регионе до 2,0 т/га возможно при возделывании в рисовых севооборотах, используя остаточную после риса влагу [2, 3]. Применение данной технологии позволит сельскохозяйственным предприятиям получать стабильные урожаи семян подсолнечника независимо от погодных условий.

Кроме того, можно частично решить одну из главных проблем сельскохозяйственного производства – сохранение почвенного плодородия. Применение рисового севооборота приводит к накоплению органического вещества, увеличивает содержание гумуса – основного показателя плодородия почв, приводит к восстановлению водно-пищевого режима почвы, влияет на степень засоренности, помогает в борьбе с вредителями и болезнями риса [4, 8].

Результаты исследований по срокам посева и дозам внесения минеральных удобрений позволяют иметь практические данные о целесообразности возделывания подсолнечника ультратранных сортов в рисовых севооборотах, так как возделывание поздних сортов подсолнечника совпадает с периодом уборки основной культуры Калмыкии – риса.

**Методика.** В качестве предмета исследования выступил агротехнологический процесс производства подсолнечника в рисовых чеках. Учитывая сортовые особенности изучаемой культуры, предпочтение отдавалось районированному сорту Поволжский 8. Этот сорт подсолнечника адаптирован к климатическим особенностям региона, т.е. отличается повышенной засухоустойчивостью, устойчив к полеганию, стабильно формирует высокую урожайность. Предшественником во все годы исследований был рис.

Полевые исследования проводили в ОПХ «Харада» Октябрьского района Республики Калмыкия в 2011-2013 гг. Агротехника подсолнечника в опытах разрабатывалась на основе действующих зональных рекомендаций с дополнениями изучаемых приемов. Норма высева семян подсолнечника составляла 5 кг /га, с учетом того, что к уборке сохранялось 60 тыс. растений на 1 га.

Схема полевого опыта – двухфакторная. Изучали влияние уровня минерального питания (фактор А) и срока посева (фактор В) на динамику водопотребления и эффективность использования воды при формировании урожая, продукционный процесс и качество семян.

Схемой опыта по фактору А (уровень минерального питания) предусматривалась закладка следующих вариантов: вар. А<sub>1</sub> – без удобрений (контроль); вар. А<sub>2</sub> – внесение минеральных удобрений в дозе N<sub>20</sub>P<sub>30</sub>K<sub>0</sub>, рассчитанной на формирование планируемого уровня урожайности 1,0 т/га; вар. А<sub>3</sub> – внесение минеральных удобрений в дозе N<sub>65</sub>P<sub>70</sub> K<sub>30</sub>, рассчитанной на формирование планируемого уровня урожайности 1,5

т/га; вар. А<sub>4</sub> – внесение минеральных удобрений в дозе N<sub>110</sub>P<sub>110</sub>K<sub>150</sub>, рассчитанной на формирование планируемого уровня урожайности 2,0 т/га.

Схема опыта по фактору В (срок посева) предусматривала закладку следующих вариантов: вар. В<sub>1</sub> – 15 апреля (контроль); вар. В<sub>2</sub> – 25 апреля; вар. В<sub>3</sub> – 5 мая.

По площади земельного участка опыт был заложен методом организованных повторений. Повторность опыта 4-кратная. В пределах организованного повторения варианты опыта располагались случайно – рендомизированно.

В соответствии с методикой полевого опыта [7] опыты сопровождалось фенологическими наблюдениями и биометрическими учетами анализов почвенных образцов (содержание гумуса по Тюрину, подвижных форм фосфора и калия – по Мачигину, ГОСТ 26205-86, легкодоступных форм азота в почве – методом И.В. Тюрина – Н.М. Кононовой), определением влажности почвы (термостатно-весовым методом, ГОСТ 20915-75), суммарного и среднесуточного водопотребления, основных показателей фотосинтетической деятельности растений. Математическую обработку полученных данных проводили общепринятыми методами с использованием ЭВМ и современного программного обеспечения [5]. Дозы удобрений на получение планируемой урожайности рассчитывали по методике В.И. Филина [10]. Оценка экономической эффективности технологии возделывания подсолнечника в рисовых чеках проводилась по общепринятой методике [9].

На опытном поле почвенный покров представлен бурыми полупустынными зональными почвами, различающимися своей солонцеватостью.

Плотность пахотного слоя 1,42 г/см<sup>3</sup>, плотность твердой фазы в этом горизонте 2,64 г/см<sup>3</sup> и возрастает по профилю. Максимальная гигроскопичность – от 9,4 до 10,7 %, скважность в слое 0,3 м максимальная, уменьшаясь по профилю.

Данные лабораторной диагностики почвы дают следующую оценку содержания легкодоступных форм азота, фосфора и калия в пахотном слое. Содержание азота 38,6-37,3 мг/кг почвы. По обеспеченности почв опытного участка подвижным фосфором – 29,1-25,5 мг/кг – их можно отнести к категории почв со средним содержанием P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Содержание адсорбированного обменного калия 317-269 мг/кг почвы и характеризуется как среднее. Совокупность водных, физических и агрохимических свойств подчеркивает типичность почвы опытного участка для региона исследований.

Период исследований характеризовался различными тепловыми условиями и влагообеспеченностью. Метеорологические условия в годы проведения исследований также различались. Количество осадков за период вегетации подсолнечника было наиболее высоким (105,5 мм) в 2012 г., что превысило средние многолетние показатели. В 2011 и 2013 гг. их выпало 66,5 и 70,6 мм соответственно.

Запасы почвенной влаги – основная статья водного баланса при возделывании подсолнечника в рисовых чеках. До 35,4 – 62,9 % потребляемой посевами подсолнечника воды обеспечивается за счет запасов почвенной влаги. Опыты показали, что из почвы посевам подсолнечника используют до 1573 м<sup>3</sup>/га воды. Улучшение условий минерального питания увеличивало долю использования посевами почвенной влаги. При самом раннем посеве (20 апреля) на участках без внесения минеральных удобрений посевами подсолнечника из почвы использовалось в среднем 1212 м<sup>3</sup>/га воды, а при внесении удобрений в дозе N<sub>110</sub>P<sub>110</sub> K<sub>150</sub> – 1520 м<sup>3</sup>/га воды.

В зависимости от складывающихся погодных условий, сроков посева и применения минеральных удобрений влажность почвы в метровом слое составляла 85,6-89,4 % НВ в период всходов, 68,5-76,6 – в фазе образования корзинки, 55,5-68,5 – в фазе цветения, 48,2-57,2 % НВ – в фазе созревания.

Повышение уровня минерального питания и изменение срока посева сопровождаются увеличением среднесуточного водопотребления подсолнечника в период всходы-образование корзинки с 23,7-25,2 м<sup>3</sup>/(га·сут) при посеве 15 апреля на фоне естественного плодородия почвы до 24,6-34,2 м<sup>3</sup>/(га·сут) при позднем посеве 5 мая и внесении N<sub>110</sub>P<sub>110</sub> K<sub>150</sub> (рис. 1).

В период образования корзинки – цветения среднесуточное водопотребление посевами увеличивается в среднем с 39,8 м<sup>3</sup>/(га·сут) при посеве 20 апреля на фоне естественного плодородия почвы до 48,1 м<sup>3</sup>/(га·сут) при посеве 25 апреля и внесении N<sub>110</sub>P<sub>110</sub> K<sub>150</sub>. При дальнейшем росте и развитии подсолнечника наблюдается снижение водопотребления независимо от уровня минерального питания и срока посева.

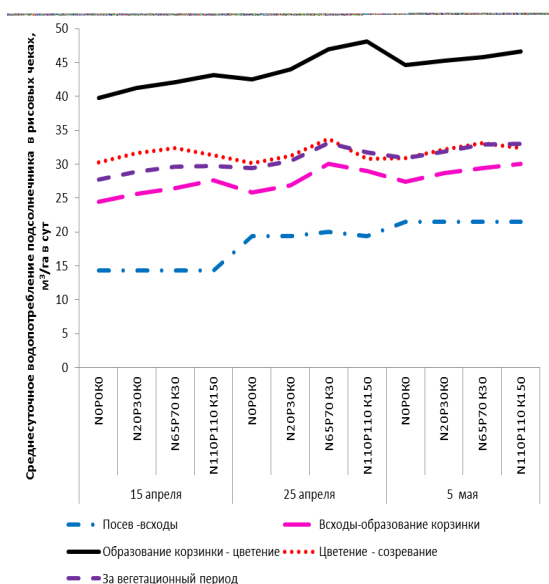


Рис. 1. Динамика среднесуточного водопотребления подсолнечника в рисовых чеках (среднее за 2011-2013 гг.)

Получена зависимость суммарного водопотребления подсолнечника от параметров и уровня обеспечения исследуемых в опыте факторов. Зависимость представлена уравнением регрессии (рис. 2):  $E = a + bD + cD^2 + dN + eN^2 + fN^3$ , где E – суммарное водопотребление, м<sup>3</sup>/га; D – сдвиг срока посева, сут.; N – доза внесения минерального азота, кг д.в./га, а коэффициенты  $a=2495,2$ ,  $b=0,54$ ,  $c=-0,21$ ,  $d=7,39$ ,  $e=-0,078$ ,  $f=0,0003$  определены методом регрессионного анализа опытных данных.

Исследование этой зависимости показало, что при посеве подсолнечника 5 мая максимум суммарного водопотребления (2730 м<sup>3</sup>/га) наблюдается при внесении удобрений в дозе N<sub>110</sub>P<sub>110</sub> K<sub>150</sub>.

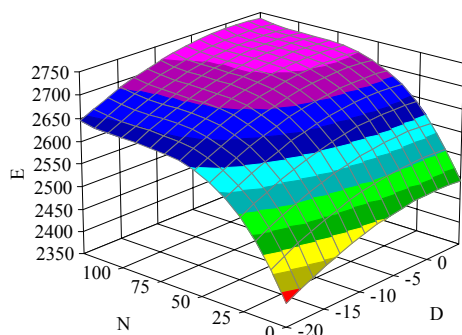


Рис. 2. Динамика суммарного водопотребления подсолнечника в зависимости от уровня минерального питания при разных сдвигах срока посева

Исследованы закономерности роста, развития и реализации потенциала продуктивности подсолнечника при разных сроках посева и в зависимости от уровня минерального питания.

#### 1. Продуктивность подсолнечника в рисовых чеках (2011-2013 гг.)

Срок посева	Уровень минерального питания	Вегетационный период, сут	Максимальная площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	ФП посева, (м <sup>2</sup> ·дней)/га	Урожайность сухой надземной биомассы, т/га	ЧПФ посева, г/(м <sup>2</sup> ·сут)
15 апреля	Без удобрений	87	18,3	805	3,23	4,00
	N <sub>20</sub> P <sub>30</sub> K <sub>0</sub>	87	21,1	989	4,30	4,34
	N <sub>65</sub> P <sub>70</sub> K <sub>30</sub>	89	24,6	1201	5,52	4,59
	N <sub>110</sub> P <sub>110</sub> K <sub>150</sub>	89	25,0	1211	5,62	4,63
25 апреля	Без удобрений	84	19,7	893	3,74	4,17
	N <sub>20</sub> P <sub>30</sub> K <sub>0</sub>	85	23,8	1099	5,05	4,59
	N <sub>65</sub> P <sub>70</sub> K <sub>30</sub>	86	27,1	1316	6,57	4,99
	N <sub>110</sub> P <sub>110</sub> K <sub>150</sub>	86	27,7	1333	6,83	5,12
5 мая	Без удобрений	81	20,9	945	4,00	4,22
	N <sub>20</sub> P <sub>30</sub> K <sub>0</sub>	82	24,9	1145	5,33	4,66
	N <sub>65</sub> P <sub>70</sub> K <sub>30</sub>	83	27,2	1284	6,63	5,17
	N <sub>110</sub> P <sub>110</sub> K <sub>150</sub>	83	27,6	1288	6,71	5,22

При увеличении дозы внесения минеральных удобрений наблюдается увеличение продолжительности вегетационного периода, увеличивается максимальная площадь листьев, возрастают фотосинтетический потенциал посева и среднесуточный прирост сухого вещества, повышается чистая продуктивность фотосинтеза (табл. 2).

#### 2. Урожайность семян подсолнечника

Срок посева	Уровень минерального питания	Урожайность семян подсолнечника по годам исследований, т/га			
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее
15 апреля	Без удобрений	0,78	0,95	0,68	0,8
	N <sub>20</sub> P <sub>30</sub> K <sub>0</sub>	1,16	1,28	1,02	1,15
	N <sub>65</sub> P <sub>70</sub> K <sub>30</sub>	1,42	1,71	1,32	1,48
	N <sub>110</sub> P <sub>110</sub> K <sub>150</sub>	1,44	1,74	1,33	1,5
25 апреля	Без удобрений	0,95	1,17	0,82	0,98
	N <sub>20</sub> P <sub>30</sub> K <sub>0</sub>	1,30	1,52	1,18	1,33
	N <sub>65</sub> P <sub>70</sub> K <sub>30</sub>	1,75	1,99	1,49	1,74
	N <sub>110</sub> P <sub>110</sub> K <sub>150</sub>	1,82	2,04	1,52	1,79
5 мая	Без удобрений	0,92	1,15	0,85	0,97
	N <sub>20</sub> P <sub>30</sub> K <sub>0</sub>	1,32	1,48	1,22	1,34
	N <sub>65</sub> P <sub>70</sub> K <sub>30</sub>	1,78	1,89	1,54	1,74
	N <sub>110</sub> P <sub>110</sub> K <sub>150</sub>	1,81	1,91	1,58	1,77
НСР <sub>0,5</sub>	По фактору А	0,06	0,07	0,05	-
	По фактору В	0,07	0,08	0,06	-
	Взаимодействие факторов АВ	0,13	0,14	0,10	-

Сроки посева оказывали определенное влияние на процесс формирования листовой поверхности – в течение всей вегетации при более позднем посеве площадь листьев была больше, чем при более раннем посеве.

Исследования динамики образования листовой поверхности показали, что в начале вегетации нарастание её идет медленно, в дальнейшем формируется основное количество листовой поверхности. Максимальная площадь листьев отмечена в фазе цветения, затем она уменьшается.

Максимальная площадь листьев подсолнечника – 27,7 тыс. м<sup>2</sup>/га (в среднем за 2011-2013 гг.) наблюдалась при посеве 25 апреля в фазе цветения при максимальной дозе внесения удобрения – N<sub>110</sub>P<sub>110</sub> K<sub>150</sub>. Следует отметить, что по годам

исследований отмеченные закономерности по темпам формирования площади листьев сохранились.

Для оценки продуктивности и урожайности рассчитывали фотосинтетический потенциал (ФП), у которого, как показали исследования, наиболее положительная связь с величиной урожая. Фотосинтетический потенциал достигает максимума в период цветения – созревание, изменяясь в среднем от 805,0 до 1333,0 тыс. м<sup>2</sup>·дней.

Наибольшая величина сухой массы получена при посеве 5 мая при внесении удобрений в дозе N<sub>110</sub>P<sub>110</sub>K<sub>150</sub> за счет более высокой чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ). Величина ЧПФ изменялась и составила при посеве 15 апреля от 4,0 до 4,63 г/(м<sup>2</sup>·сут), при посеве 25 апреля от 4,17 до 5,12, при более позднем посеве 5 мая от 4,22 до 5,22 г/(м<sup>2</sup>·сут).

Наличие в почве достаточных запасов остаточной после уборки риса влаги позволяет получать до 2 т/га семян подсолнечника (табл. 2). В среднем за годы исследований максимальная урожайность семян подсолнечника – 1,79 т/га достигнута при дозе удобрений N<sub>110</sub>P<sub>110</sub> K<sub>150</sub> и посеве 25 апреля. Однако, в среднем за 3 года увеличение дозы удобрений до максимальной приводило к незначительной прибавке урожая – на 0,02-0,05 т/га. Урожайность семян подсолнечника статистически достоверна с внесением дозы удобрений N<sub>65</sub>P<sub>70</sub> K<sub>30</sub> и за годы исследований была в среднем на 0,33-0,41 т/га больше, чем на участках с дозой N<sub>20</sub>P<sub>30</sub>K<sub>0</sub>.

**Выводы.** В рисовых чеках целесообразно возделывать подсолнечник ультрараннего срока созревания в сочетании с дозой внесения удобрений N<sub>65</sub>P<sub>70</sub> K<sub>30</sub> при посеве 25 апреля. Это позволяет формировать технологический комплекс воз-

делывания риса и подсолнечника без существенного расширения материально-технической базы.

#### *Литература*

1. Адыев С.Б. Рисосеяние в Калмыкии: Проблемы и пути решения / С.Б. Адыев, Э.Б. Дедова, Е.А. Ли // Мелиорация и водное хозяйство. – 2007. – № 3. – С.17-18.
2. Адыев С.Б. Возделывание подсолнечника в рисовом севообороте / С.Б. Адыев, Т.В. Репенко // Перспективные технологии для современного сельскохозяйственного производства: сб. науч. Докладов РАСХН ГНУ НИИСХ.-Волгоград, 2006. - С. 264-266.
3. Бородычев В.В. Возделывание подсолнечника в рисовых севооборотах Республики Калмыкии / В.В. Бородычев, С.Б. Адыев, Т.В. Репенко // Плодородие.- 2007.-№ 2.-С.33-34.
4. Бородычев В.В. Новые сопутствующие культуры в рисовых севооборотах/ В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, Т.В. Репенко, А.В. Кравченко // Мелиорация и водное хозяйство. -2007.- №3. -С.19-21.
5. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа: практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов Statistika и Excel / Э.А. Вуколов. – М.: Форум, 2004. - 464 с.
6. Дедова Э.Б. Мелиорирующая роль сопутствующих культур рисовых севооборотов Калмыкии / Э.Б. Дедова, С.Б. Адыев // Плодородие.-2007.-№4(37).-С 44-45.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов.- М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Дубенок, Н.Н. Сорговые культуры на орошаемых землях Калмыкии / Н.Н. Дубенок, В.В. Бородычев, С.Б. Адыев, Э.Б. Дедова // Вестник РАСХН.- 2009.- №5. – С. 41-43.
9. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. - М.: Экономика, 2000. - 420 с.
10. Филин Р.И. Справочная книга по растениеводству с основами программирования урожая / Р.И. Филин.- Волгоград, ВГСХА, 1994. – 266 с.

#### **EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS AND PLANTING DATES ON THE CULTIVATION OF SUNFLOWER IN THE RICE PADDIES**

**M.O. Kolobova, V.V. Borodachev, Volgograd State Agrarian University,  
Universitetskii pr. 26, Volgograd, 400002 Russia,  
e-mail: kolobova\_mo@mail.ru, vkovnigim@yandex.ru**

*The technology of sunflower cultivation in rice paddies using residual soil moisture after rice harvest for increasing the yield of seeds by 2.0 kg/ha has been studied. Optimal planting dates and levels of mineral nutrition have been determined.*

*Keywords: rice, moisture reserve, sunflower, fertilizers, planting dates, water consumption, productivity, yield.*