

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ПРОСА

В результате проведенных исследований установлено, что наиболее ценные семена с высокой жизненностью и жизнеспособностью формируются после удобренных гороха и пшеницы озимой, по которым просо высевается на удобренном фоне.

Ключевые слова: просо, семена, предшественник, удобрения, посевные качества, урожайные свойства.

S.P. Poltoretskiy

THE INFLUENCE OF PREDECESSORS AND FERTILIZERS ON THE MILLET SEEDCROP CAPACITY AND QUALITY

As a result of the conducted research it was established that the most valuable seeds with high vitality and vital power are formed after the fertilized peas and winter wheat which the millet is planted on the fertilized background.

Key words: millet, seeds, predecessor, fertilizers, crop qualities, yield qualities.

Введение. При разработке зональных технологий выращивания высококачественных семян проса важное место занимает изучение влияния на урожай и урожайные свойства семян приемов обработки почвы, предшественников, системы удобрения, сроков и способов посева, норм высева, погодных особенностей года.

В последние годы из-за структурных изменений в сельскохозяйственном производстве Украины во многих хозяйствах резко снизилось внимание к севооборотам, из-за конъюнктуры рынка нарушаются элементарные требования плодосемен. Значительное количество исследований подтверждает тот факт, что бессменные посевы недопустимы, и независимо от площади хозяйства научно обоснованное чередование культур является обязательным [1–3].

Сейчас в семеноводстве накоплен достаточный объем материала по неоднородности семян, однако агротехническая сторона этой проблемы выяснена неполно. Особенно это касается проса посевного. В связи с этим актуальной является разработка теоретических основ формирования посевных качеств и урожайных свойств семян в зависимости от ряда агротехнических условий, в том числе и от подбора предшественников. Это поможет глубже понять причины снижения полевой всхожести, выявить новые возможности прогнозирования повышения качества посевного материала и его производных – семенной продуктивности и урожайности проса посевного.

Цель исследований. Усовершенствование элементов технологии выращивания высококачественных семян проса путем подбора предшественников, что обеспечит улучшение урожайных свойств семян проса в условиях неустойчивого увлажнения южной части Правобережной Лесостепи Украины.

Методика исследований. Полевые исследования выполнены в течение 2005–2007 гг. на опытном поле учебно-научно-производственного комплекса Уманского национального университета садоводства, которое находится в Маньковском природно-сельскохозяйственном районе Средне-Днепровско-Бугского округа Лесостепной Правобережной провинции Украины.

Трехфакторный полевой опыт по сравнительной оценке предшественника, последействия фона удобрения культуры, которая была предшественником, и фона удобрения непосредственно проса на посевные и урожайные свойства семян проводился по схеме, представленной в таблице 1 (2005–2007 гг.).

Посевные качества сформированных на материнских растениях семян проверяли в лабораторных условиях осенью в год сбора урожая, а также путем его пересева на следующий год (первое семенное потомство, 2006–2008 гг.) на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$, где предшественником была пшеница озимая.

Для сева использовали среднеспелый сорт проса посевного Золотистое. Способ сева – обычный рядовой, норма высева – 3,5 млн шт. всхожих семян/га. Учетная площадь одного участка – 45 (материнские

растения) и 4 м² (первое семенное потомство). Повторений – четыре (материнские растения) и шесть (первое семенное потомство), размещение вариантов последовательное. Опыты проводили по методике полевых исследований [4, 5]. Фосфорные и калийные удобрения вносили в основное удобрение, азотные – под первую весеннюю культивацию. Сбор урожая осуществляли двухфазным способом – скашиванием в валки, с последующим обмолотом через 4–6 суток (комбайн «Sampo-130»), взвешиванием зерна и последующим пересчетом на стандартную влажность и засоренность. Урожайность контролировали пробными снопами с 1 м² во всех повторениях.

Почва опытного поля – чернозём оподзоленный тяжелосуглинистый на лессе с содержанием гумуса 3,5 %, низким обеспечением азотом щёлочногидролизированных соединений (103 мг/кг – по методу Корнфилда), средним содержанием подвижных соединений фосфора и повышенным – калия (соответственно 88 и 132 мг/кг – по методу Чирикова), высокой степенью насыщения основаниями (95%), среднекислой реакцией почвенного раствора (рН_{КCl} – 6,2) и низкой гидролитической кислотностью (2,26 смоль/кг почвы). Учёты, анализы и наблюдения проводили согласно соответствующим методикам [4–7].

Зона проведения исследований имеет характер неустойчивого увлажнения. Условия вегетационного периода 2005 года в целом были довольно благоприятными для роста и развития растений проса посевного. На время сева наблюдались достаточные запасы почвенной влаги, что обеспечило высокие показатели полевой всхожести семян и густоты растений. В июне и июле наблюдался определенный дефицит осадков – 20,1 и 30,7 мм по сравнению со среднемноголетними данными, однако значительного негативного влияния это не имело, поскольку оптимальный температурный режим и повышенная устойчивость проса к засухе обеспечили формирование его высокоурожайных посевов. Осадки в начале августа носили ливневый характер и стали причиной частичного поникания и полегания растений проса посевного, что в дальнейшем несколько ухудшило условия сбора урожая. При этом, если в 2006 и 2008 годы дефицит осадков составлял соответственно только 93 и 99 мм до среднемноголетнего уровня по этому показателю, то в 2007 году он возрос до 159 мм. По температурному режиму погодные условия 2006–2008 годов характеризовались определенным превышением уровня данного показателя от среднемноголетних данных в течение периода вегетации растений проса – соответственно незначительным в 2006 и 2008 годах (на 0,3 и 0,8°C) и существенным в 2007 году (на 3,7°C). И хотя просо относится к засухо- и жаростойким культурам, однако такие превышения температурного режима в сочетании с дефицитом влаги вносили существенные корректиры в процессы роста, развития и формирования семенной продуктивности растений.

Результаты исследований и их обсуждение. В отечественной и зарубежной литературе значение предшественников и их роли в повышении урожайности семян крупяных культур освещается достаточно широко. Однако в основном их изучение рассматривалось с точки зрения получения высокого уровня урожая зерна без учета влияния на формирование качественных показателей семенного материала, а в условиях неустойчивого увлажнения Правобережной Лесостепи Украины такие опыты вовсе не проводились.

Урожайность материнских растений проса посевного. Как видно из данных таблицы 1, урожайность семян проса зависела от погодных условий, которые сложились в течение вегетационного периода, предшественников семенных посевов проса, особенностей их минерального питания и непосредственного удобрения проса. Детальный анализ результатов данных исследований позволил установить определенные закономерности. Так, в зависимости от предшественника и в целом по вариантам минерального питания формированию высокого уровня урожая семян проса в среднем за годы исследований способствовало размещение его посевов после гороха и свеклы сахарной – соответственно 41,0 и 40,9 ц/га. При использовании в качестве предшественников пшеницы озимой и гречихи уровень данного показателя существенно снижался до 38,1 ц/га, или на 2,8 и 2,7 ц/га соответственно (НСР_{05 общее} = 2,0 – 2,2 ц/га).

Наивысшая урожайность семян проса формировалась в вариантах удобренных предшественников, после которых просо также высевалось на удобренном фоне (соответственно на уровне 44,9–46,5 ц/га), что существенно отличается (на 2,0–12,0 ц/га) от аналогичных показателей в других вариантах удобрения предшественника и непосредственно семенных посевов проса. В среднем по предшественникам последействие от их удобрения обеспечило прибавку урожайности семян проса на уровне 9 ц/га. Внесение удобрений под просо во всех вариантах предшественников также давало существенный прирост урожая – на уровне 5,8 ц/га.

Таблица 1

Урожайность семян проса в зависимости от предшественника и условий минерального питания, ц/га

Предшественник (фактор A)	Вариант опыта		Материнские посевы				Посевы первого семенного потомства			
	Удобрение		2005 г.	2006 г.	2007 г.	Средняя за три года	2006 г.	2007 г.	2008 г.	Средняя за три года
	предше- ственника (фактор B)	проса (фактор C)								
Горох	Без удобре- ния	Без удобрения	37,5	33,1	35,7	35,4	38,9	33,4	41,2	37,8
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	51,4	41,0	37,8	43,4	42,0	36,4	42,0	40,1
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	Без удобрения	43,4	38,2	37,2	39,6	43,9	38,8	45,0	42,6
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	54,8	42,2	39,3	45,4	46,1	41,4	48,8	45,5
	Среднее		46,8	39,0	37,5	41,0	42,7	38,0	44,3	41,5
Пшеница озимая	Без удобре- ния	Без удобрения	36,3	32,7	30,3	33,1	37,9	31,8	37,9	35,9
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	35,9	41,6	36,9	38,1	41,1	36,6	42,1	39,9
	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	Без удобрения	38,8	35,2	36,4	36,8	40,2	33,4	42,5	38,7
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	49,2	42,3	41,9	44,5	44,7	38,9	44,8	42,8
	Среднее		40,0	38,0	36,4	38,1	41,0	35,2	41,8	39,3
Свекла сахарная	Без удобре- ния	Без удобрения	46,2	37,3	28,0	37,2	36,2	27,0	34,5	32,6
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	50,7	42,2	29,4	40,8	37,8	34,7	38,9	37,1
	N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	Без удобрения	47,7	34,2	35,0	39,0	35,5	33,1	39,2	35,9
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	51,7	46,8	41,1	46,5	27,9	27,6	35,3	30,3
	Среднее		49,0	40,1	33,4	40,9	34,4	30,6	37,0	34,0
Гречиха	Без удобре- ния	Без удобрения	38,7	30,1	30,0	32,9	40,9	30,3	35,2	35,5
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	42,4	31,0	33,5	35,6	41,6	34,1	39,0	38,2
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	Без удобрения	43,6	37,9	35,4	39,0	33,5	32,2	40,7	35,5
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	49,6	44,6	40,5	44,9	42,9	38,9	42,6	41,5
	Среднее		43,6	35,9	34,8	38,1	39,7	33,9	39,4	37,7
НСР ₀₅	Среднее		44,9	38,1	35,5	39,5	39,5	34,3	40,6	38,1
	Фактор А		1,2	1,1	1,0	-	1,0	0,8	1,1	-
	Фактор В		0,9	0,7	0,7		0,7	0,6	0,8	
	Фактор С		0,9	0,7	0,7		0,7	0,6	0,8	
	Общая		2,2	2,0	2,0		2,0	1,7	2,1	

Урожайность семян в значительной степени зависела и от погодных условий года их формирования. Высшим уровень данного показателя был получен в условиях 2005 года – 40,0–49,0 ц/га, в то время как в 2006 и 2007 годы средняя урожайность была на уровне 38,5 и 35,5 ц/га, а в вариантах, где предшественниками были неудобренная гречиха и пшеница озимая, она снижалась соответственно до 30,1–31,0 ц/га в 2006 и до 28,0–29,4 ц/га в 2007 годах.

По результатам статистической обработки полученных данных было установлено, что в среднем за годы исследований урожай семян проса увеличивался с увеличением количества растений как в начале, так и в конце вегетации ($r = 0,56 \dots 0,60 \pm 0,02$), он имел тесную прямую корреляционную связь с количеством продуктивных стеблей ($r = 0,68 \pm 0,02$) и по коэффициенту детерминации на 87 % определялся индивидуальной производительностью растений ($r = 0,90 \pm 0,00$).

Посевные качества семян. Проверка модификационных изменений, произошедших под влиянием агроклиматических факторов на урожайных свойствах семян проса посевного, выращенного на материнских растениях, позволила определить следующие закономерности (табл. 2).

В среднем за годы исследований было установлено, что формированию высокого уровня показателей жизненности и жизнеспособности семян проса посевного способствовал его сев после удобренного гороха. Так, при сочетании данного варианта предшественника и его удобрения энергия прорастания семян, их сила роста и лабораторная всхожесть оказались наибольшими – соответственно на уровне 92,2–92,5 %; 95,5–96,3 и 97,0–97,3 %.

Несколько худшим оказалось использование в качестве предшественника удобренной пшеницы озимой с севом проса на удобренном фоне, в варианте с которым уровень данных показателей в среднем был ниже на 2–9 абсолютных процентов. Соответственно, такое сочетание предшественников позволило полу-

чить семенной материал с наибольшим уровнем интегрированного показателя качества – 99,6; 94,8 и 95,5 % (соответственно первое, третье и второе место).

Таблица 2

Посевные качества семян проса в зависимости от предшественника и условий минерального питания
(среднее за 2005–2007 гг.)

Вариант опыта		Энергия прорастания, %	Скорость прорастания, сут	Дружность прорастания, шт/сут	Сила роста, %	Лабораторная всхожесть, %	Интегрированный показатель качества семян, %	Место
Предшественник (фактор А)	Удобрение							
Горох	Без удобрения	Без удобрения	89,5	2,43	15,4	92,8	95,3	89,6
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	91,7	2,40	16,7	93,7	94,7	91,4
	$N_{50}P_{50}K_{50}$	Без удобрения	92,2	2,40	19,9	96,3	97,0	94,8
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	92,5	2,23	24,4	95,5	97,3	99,6
Пшеница озимая	Без удобрения	Без удобрения	88,7	2,53	14,8	92,5	95,2	88,0
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	90,2	2,40	16,1	94,5	95,2	90,9
	$N_{50}P_{50}K_{50}$	Без удобрения	89,5	2,43	16,2	93,8	95,5	90,4
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	92,0	2,30	20,2	94,7	96,8	95,5
Свекла сахарная	Без удобрения	Без удобрения	87,5	2,60	15,1	92,2	94,7	87,2
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	89,0	2,50	15,1	93,3	95,5	88,9
	$N_{150}P_{150}K_{150}$	Без удобрения	88,3	2,47	14,6	92,5	94,0	88,1
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	85,5	2,43	13,5	90,3	91,8	85,8
Гречиха	Без удобрения	Без удобрения	87,8	2,50	14,8	91,5	94,2	87,6
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	89,7	2,43	16,0	94,3	95,0	90,4
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	Без удобрения	89,5	2,50	14,4	91,3	94,5	87,7
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	91,2	2,33	18,3	93,7	95,2	93,2

Наименее целесообразным в этом отношении оказалось сочетание вариантов, где предшественником была удобренная свекла сахарная и сев удобренного проса, неудобренная свекла сахарная с севом неудобренного проса, а также неудобренная гречиха и просо без внесения удобрений. Соответственно, семена, полученные в этих вариантах сочетания предшественников и особенностей минерального питания, имели существенно низший уровень вышеуказанных показателей. Кроме этого, такие дополнительные показатели качества, как скорость и дружность прорастания, в этих вариантах выращивания семян проса также оказались худшими, что в целом и сформировало низкий уровень интегрированного показателя качества семенного материала – соответственно 85,8; 87,2 и 87,6 % (15-е, 14-е и 13-е место).

Рассчитанный нами математически интегрированный показатель качества семенного материала свидетельствует, что наиболее качественные семена проса посевного формировалось только при обязательном удобрении предшественников (за исключением свеклы сахарной). При этом в вариантах, где предшественниками, кроме гороха, были пшеница озимая и гречиха, обязательным было также непосредственное удобрение и семенных посевов проса.

Статистический анализ показателей качества семенного материала проса посевного позволил установить тесную обратную корреляционную зависимость между лабораторной всхожестью семян и средневзвешенным числом суток, необходимых для прорастания одного семени ($r = -0,78 \pm 0,02$), а также тесные прямые связи между лабораторной всхожестью и энергией прорастания ($r = 0,89 \pm 0,01$), дружностью прорастания ($r = 0,90 \pm 0,02$) и силой роста ($r = 0,94 \pm 0,06$). По коэффициентам детерминации лабораторная всхожесть на 85 % определяется энергией прорастания и на 96 % – силой роста семян.

Урожайные свойства семян, сформированных на материнских растениях. Конечным показателем, характеризующим качество выращенного семенного материала, являются его урожайные свойства. Так, анализ урожайности посевов первого семенного потомства позволил установить, что каждый из исследуемых факторов осуществлял определенное влияние на формирование уровня данного показателя (см. табл. 1).

По мнению ряда исследователей, растительные остатки предшественников и их выделения имеют аллелопатическое влияние как на биологические свойства почвы, так и на последующие растения [8, 9]. Поэтому изучение аллелопатических связей будет способствовать совершенствованию агротехники семенных посевов путем установления уровня токсинов, оптимального для выращивания сельскохозяйственных культур, в том числе и проса.

В среднем за годы исследований формированию существенно большего урожая посевов проса первого семенного потомства способствовало размещение его материнских посевов после гороха – соответственно 41,5 ц/га, или на 2,2–7,5 ц/га больше по сравнению с другими предшественниками ($HCP_{05\text{ общее}} = 1,7\text{--}2,1\text{ ц/га}$).

Необходимо также отметить, что сев материнских растений проса после пшеницы озимой хотя и привел к снижению их урожайности по сравнению с вариантами, где предшественником был горох, однако обеспечил ее существенный прирост по сравнению с гречихой и свеклой сахарной – соответственно на 1,7–5,3 ц/га, и за годы исследований в среднем по вариантам удобрения урожайность была на уровне 35,2–41,0 ц/га. Худшим в этом отношении оказалась свекла сахарная, где в вариантах её последействия как предшественника уровень данного показателя во все годы исследований был низшим и в среднем составил 34,0 ц/га.

Особенности минерального питания также имели существенное влияние на формирование урожая посевов проса первого семенного потомства. Так, в вариантах, где предшественниками были горох, пшеница озимая и гречиха, формированию высокого ее уровня способствовало внесение удобрений как под предшественник, так и под посевы материнских растений проса – соответственно 45,5 ц/га, 42,8 и 41,5 ц/га, или на 2,8–7,6 ц/га больше по сравнению с другими вариантами удобрения ($HCP_{05\text{ факторов В и С}} = 0,6\text{--}0,8\text{ ц/га}$). Непосредственное удобрение материнских посевов минеральными удобрениями нормой $N_{60}P_{60}K_{60}$ также имело положительное влияние по сравнению с вариантами, где их не вносили на фоне обоих вариантов удобрения предшественника. Наименее целесообразным в этом отношении оказалось исключение из технологии выращивания материнских посевов системы минерального питания.

Анализ результатов, полученных при выращивании семенных посевов проса после свеклы сахарной, позволил установить свои особенности. Так, внесение удобрений как под предшественник и непосредственно под просо хотя и обеспечило максимальный сбор урожая семян с материнских растений (см. табл. 1), однако привело к формированию худших его качественных показателей (см. табл. 2) и урожайных свойств в целом. Соответственно здесь урожайность первого семенного потомства была низкой и на уровне 27,6–35,3 ц/га, или на 2,3–6,8 ц/га меньше по сравнению с другими вариантами удобрения по данному предшественнику. Предпочтительнее данного предшественника оказалось непосредственное удобрение материнских посевов проса на фоне последействия неудобренного предшественника. Очевидно, получение таких результатов привело к формированию на удобренном фоне высокого урожая, повышенного суммарного водопотребления, аллелопатического влияния корневых выделений на формирование качественных показателей семенного материала и нашло свое отражение в формировании урожайных свойств семенного материала проса посевного. Полученные результаты свидетельствуют, что выводы отдельных исследователей о прямой зависимости высокой урожайности семенных посевов, его качественных показателей и высокой последующей урожайности не всегда соответствуют действительности. Так, анализ наших результатов урожайности растений первого семенного потомства, наоборот, свидетельствует о значительной их зависимости как от погодных условий в годы исследований, так и от технологических приёмов, которые изучались.

В зависимости от года выращивания семенного материала формированию высокого уровня его качественных показателей, а также урожайных свойств способствовали экстремальные погодные условия, сложившиеся в 2007 году на время периода плодообразования. Результаты последующего его пересева в условия 2008 г. указывают на высокий уровень урожайности посевов первого семенного потомства, выращенных при таких условиях, – соответственно 40,6 ц/га по сравнению с 39,5 и 34,3 ц/га в 2006 и 2007 годах, при более благоприятных погодных условиях которых получено большее количество семян, но худшего качества.

Корреляционный анализ позволил выделить основные факторы, влияющие на величину урожая посевов первого семенного потомства. Это, прежде всего, обсеменённость метелки и масса семян с одного растения – соответственно $r = 0,82$ и $0,89 \pm 0,01$, и масса 1000 семян – $r = 0,89 \pm 0,00$. Доля влияния этих показателей по коэффициенту детерминации была высокой и соответственно на уровне 68–79 %. Существенным оказалось также влияние полевой всхожести семян ($r = 0,66 \pm 0,04$) и густоты растений как в начале ($r = 0,73 \pm 0,03$), так и в конце вегетации ($r = 0,79 \pm 0,02$).

Выходы

1. Материнские посевы:

– высокая урожайность семян формировалась в вариантах удобренных предшественников, после которых просо также сеяли на удобренном фоне (соответственно на уровне 44,9–46,5 ц/га), что существенно отличается (на 2,0–12,0 ц/га) от аналогичных показателей других вариантов удобрения предшественника и непосредственно семенных посевов проса;

– среди исследуемых факторов наибольшее влияние на урожайность семян материнских растений в среднем за годы исследований имело непосредственное удобрение проса (41,7%) и предшественников (33,5%), а также сами предшественники (15,9%). Значительно меньшим было влияние взаимодействия этих факторов;

– урожайность семян проса возрастила с увеличением количества растений как в начале, так и в конце вегетации ($r = 0,56 \dots 0,60 \pm 0,02$), она имеет тесную прямую корреляционную связь с количеством продуктивных стеблей ($r = 0,68 \pm 0,02$) и по коэффициенту детерминации на 87 % определяется индивидуальной производительностью растений ($r = 0,90 \pm 0,00$);

– наиболее ценные семена с высокой жизненностью и жизнеспособностью формируются после удобренных гороха и пшеницы озимой, после которых просо высевается на удобренном фоне;

– значительное влияние на качество посевного материала имели погодные условия года вегетации материнских растений – чем в более неблагоприятных условиях шел процесс формирования семян, тем выше оказались его жизнеспособность, жизненность и урожайные свойства.

2. Посевы первого семенного потомства:

– лучшие урожайные свойства имели семена, выращенные после гороха, – соответственно 41,5 ц/га, или на 2,2–7,5 ц/га больше по сравнению с другими предшественниками ($HCP_{05\ общее} = 1,7\text{--}2,1$ ц/га), а худшие – после свеклы сахарной (34,0 ц/га);

– в вариантах, где предшественниками были горох, пшеница озимая и гречиха, формированию высокого уровня урожайности способствовало внесение удобрений как под предшественник, так и под посевы материнских растений проса – соответственно 45,5 ц/га, 42,8 и 41,5 ц/га, или на 2,8–7,6 ц/га больше по сравнению с другими вариантами удобрения ($HCP_{05\ факторов\ в\ и\ с} = 0,6\text{--}0,8$ ц/га). Непосредственное удобрение материнских посевов также оказало положительное влияние по сравнению с вариантами, где их не вносили на фоне обоих вариантов удобрения предшественника;

– по результатам статистической обработки полученных данных установлено, что наибольшее влияние на величину урожая посевов первого семенного потомства имеют обсеменённость метелки ($r = 0,82 \pm 0,01$), масса семян с одного растения ($r = 0,89 \pm 0,01$) и масса 1000 семян ($r = 0,89 \pm 0,0$). Доля влияния этих показателей по коэффициенту детерминации была высокой и соответственно на уровне 68–79 %. Существенным оказалось также влияние полевой всхожести семян ($r = 0,66 \pm 0,04$) и густоты растений как в начале ($r = 0,73 \pm 0,03$), так и в конце вегетации ($r = 0,79 \pm 0,02$).

Литература

1. Яшовський І.В. Селекція і семеноводство проса. – М.: Агропроміздат, 1987. – 256 с.
2. Варавва В.Н. Елементи технології возделування проса по різним предшественникам // Зернове ху́дство. – 2004. – № 5. – С. 7–9.
3. Семеноведение и семеноводство полевых культур / под ред. Н.Н. Гаврилюка. – Киев: Аграрная наука, 2007. – 216 с.
4. Грицаенко З.М., Грицаенко А.А., Карпенко В.П. Методы биологических и агрохимических исследований растений и почв / под ред. З.М. Грицаенко. – Киев: ЗАО "НИЧЛАВА", 2003. – 320 с.
5. Основы научных исследований в агрономии: учеб. / А. Ещенко, П.Г. Копитко, В.П. Опрышко [и др.]; под ред. В.А. Ещенко. – Киев: Действие, 2005. – 288 с.
6. Боровиков В.П., Боровиков Й.П. Statistica. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – М.: Филинъ, 1997. – 608 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур // Методы определения показателей качества растениеводческой продукции. – Киев, 2000. – Вып. 7. – 144 с.
8. Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление // Изб. труды. – Киев: Наука и мысль, 1991. – 432 с.
9. Гнатюк Н.А. Аллелопатический подход к альтернативному земледелию. – Киев: Фитосоциоцентр, 2006. – 60 с.