

и экспрессии эндотелиальной синтазы оксида азота (e-NOS).

Результаты исследования и обсуждение. Блокада NO-синтазы, вызванная 7-дневным введением L-NAME беременным крысам, приводила к нарушению взаимоотношений вазодилатирующих и вазоконстрикторных механизмов регуляции сосудистого тонуса, о чем свидетельствуют результаты сосудистых проб на эндотелийзависимое расслабление (ацетилхолин) и эндотелийнезависимое (нитропруссид натрия) и увеличение КЭД с  $1,28 \pm 0,23$  у интактных беременных животных до  $3,06 \pm 0,32$  ( $p < 0,05$ ). Кроме этого, наблюдался значительный подъем систолического и диастолического артериального давления с  $125 \pm 6,3$  и  $82,0 \pm 5,8$  до  $183,1 \pm 9,4$  и  $136,7 \pm 7,4$  мм рт. ст. соответственно. Введение L-NAME приводило также к протеинурии с  $0,90 \pm 0,10$  до  $1,88 \pm 0,19$  г/л ( $p < 0,05$ ), и к значительному снижению показателя микроциркуляции в плаценте с  $425,90 \pm 39,55$  до  $237,50 \pm 38,18$  ПЕ ( $p < 0,05$ ), а также к снижению содержания стабильных метаболитов NOx в сыворотке крови с  $2,35 \pm 0,21$  мкмоль/дл до  $1,33 \pm 0,09$  мкмоль/дл и к резкому снижению экспрессии e-NOS с  $112,2 \pm 6,99$  до  $61,4 \pm 4,46$  % ( $p < 0,05$ ).

Длительное, в течение 7 суток, ежедневное внутривенное введение L-норвалина (10 мг/кг) на фоне L-NAME-индуцированного гестоза приводило к статистически достоверному снижению КЭД до  $1,50 \pm 0,1$  и к повышению уровня микроциркуляции в плаценте

до  $455,7 \pm 41,5$  ПЕ, нормализации протеинурии до  $0,87 \pm 0,11$  г/л, предотвращению снижения содержания стабильных метаболитов NO ( $2,10 \pm 0,14$  мкмоль/дл) и уровня экспрессии e-NOS ( $117,7 \pm 5,65$  %). Однако значения артериального давления не достигали целевого уровня.

Длительное, в течение 7 суток, ежедневное внутривенное введение ИФД-5 тадалафила ( $0,9$  мг/кг/сут) на фоне экспериментального L-NAME-индуцированного гестоза приводило к снижению артериального давления ( $149,7 \pm 2,2$  и  $97,6 \pm 3,2$  мм рт. ст.), восстановлению КЭД до  $1,85 \pm 0,08$  ( $p < 0,05$ ), существенному улучшению микроциркуляции в плаценте до  $398,7 \pm 24,84$  ПЕ, что было достоверно выше, чем у беременных самок с гестозом ( $p < 0,05$ ), и практически достигало значений микроциркуляции у интактных беременных крыс. Однако тадалафил не вызывал ни увеличения содержания стабильных метаболитов NO в плазме крови ( $1,36 \pm 0,1$  мкмоль/дл), ни экспрессии e-NOS ( $65,5 \pm 3,36$  %). Значения протеинурии ( $1,01 \pm 0,06$  г/л) соответствовали показателям серии интактных животных ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, использование ингибитора аргиназы L-норвалина и ингибитора фосфодиэстеразы 5 типа тадалафила способствовало явной коррекции моделируемого патологического состояния. Это объясняется воздействием на фармакологический путь L-аргинин – цГМФ, что приводит в конечном итоге к облегчению вазодилатирующих механизмов и нормализации функции эндотелия.

**«Приоритетные направления развития сельскохозяйственных технологий»,  
Франция (Париж), 14-21 октября 2012 г.**

**Сельскохозяйственные науки**

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД  
К ВОЗДЕЛЫВАНИЮ ГРЕЧИХИ  
НА ЧЕРНОЗЁМАХ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ**

Важов В.М., Козил В.Н., Одинцев А.В.

ФГБОУ ВПО «Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукишина», Бийск,  
e-mail: vazhov1949@mail.ru

Увеличить урожайность гречихи до 1,8 т/га в лесостепи Алтая предлагается на основе комплекса агроприёмов: внесения минеральных удобрений  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , посева 5–10.06 с междурядьем 0,45 м, нормой высева 3,5 млн всх. зёрен на 1 га, некорневой подкормке в фазу начала бутонизации, опыления и доопыления.

Высокие продовольственные, кормовые и агротехнические качества гречихи посевной (*Fagopyrum vulgare* Stol.) обуславливают её широкое распространение в Алтайском крае, где гречихой засеваются в отдельные годы до 300 тыс. га. Максимальные посевные площади под данной культурой находятся в лесостепи,

где в земледелие вовлечены чернозёмы выщелоченные. Например, в 2011 г. только в 14 лесостепных районах Алтайского края ею было засеяно 120,5 тыс. га. Этот год по сложившимся метеоусловиям для гречихи был хорошим, средняя урожайность достигла сравнительно высокого уровня – около 1 т/га. Однако производство зерна данной культуры на Алтае не соответствует возрастающим потребностям, имеет место дефицит гречневой крупы, растут розничные цены, в регионе отмечается низкая урожайность гречихи (0,7–0,8 т/га), хотя она имеет высокие потенциальные возможности (до 2,5–3,0 т/га).

**Актуальность исследований.** Получение низких урожаев зерна гречихи часто связано с недостаточной изученностью особенностей выращивания этой культуры на чернозёмах выщелоченных. В связи с этим, цель наших исследований предусматривала изучение влияния комплекса агротехнических приёмов на урожайность гречихи в условиях лесостепной зоны Алтайского края.

**Объект и методы исследования.** Полевые исследования проводились в 2009–2011 гг. в Целинном районе Алтайского края. Объект исследований – гречиха посевная сорта Дикуль. Площадь учётной делянки в зависимости от изучаемых вопросов – 18 и 64 м<sup>2</sup>, повторность опытов – 4-кратная.

В полевых опытах исследовались основные элементы зонального агротехнического комплекса возделывания гречихи посевной: различные нормы комплексного азотно-фосфорно-калийного минерального удобрения, сроки и способы посева, нормы высева, некорневые подкормки растворимым микрокристаллическим удобрением NPK «Мастер», опыление и доопыление. Основное удобрение вносили локально при посеве сеялкой СЗП-3,6. Учёты и наблюдения – общепринятые в земледелии и растениеводстве [2]. Почва опытного участка представлена чернозёмом выщелоченным маломощным средне-суглинистым. Содержание гумуса в перегнойно-аккумулятивном горизонте – 5,9%.

**Результаты и их обсуждение.** Высокую потребность гречихи в удобрениях можно объяснить тем, что она усваивает из почвы минеральные вещества за непродолжительный вегетационный период. Наши исследования показали, что применение комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений положительно влияет на урожайность гречихи посевной, создаются благоприятные условия питания растений, позволяющие формировать хороший урожай зерна. В среднем за 3 года прибавка урожая по вариантам опыта с удобрениями сильно варьировала [1]. Максимальные показатели отмечены при внесении двойной нормы удобрений N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> на всех изучаемых сроках посева гречихи – от 0,17 до 0,54 т/га (21 и 68%). Однако материальные затраты в этом случае возрастают почти в 1,5 раза по сравнению с нормой N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> и не окупаются прибавкой. Поэтому норму удобрений N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> можно считать более эффективной, урожайность зерна гречихи в данном случае составляет 1,30 т/га.

Одним из самых сложных вопросов при возделывании гречихи является назначение сроков её посева. Изучение всхожести и сохранности гречихи показало, что срок сева – значимый агротехнический фактор в лесостепи. Полевая всхожесть изменяется в широких пределах – от 59 до 76%, а сохранность – от 67 до 85%.

Наши наблюдения говорят о том, что погодные условия в первой половине вегетации гречихи при весеннем сроке посева 25–30.05, как правило, складываются неблагоприятно. Это задерживает её рост и развитие. Растения гречихи данного срока сева повреждаются майскими заморозками. Однако, вследствие благоприятных погодных факторов во второй половине периода вегетации, развитие гречихи улучшается.

Для более поздних (летних) сроков посева (5–10.06) условия погоды в первой половине вегетации гречихи складываются более благоприятно. Развитие растений в это время проходит при температуре 20–25°C и достаточном количестве осадков, что способствует интенсивному росту гречихи и хорошему образованию соцветий. Однако и в этом случае существует опасность наступления заморозков, которые иногда отмечаются в лесостепи в конце второй декады августа, что крайне нежелательно для плодотворного образования гречихи.

Лучшая прибавка урожая получена нами при посеве 5–10.06 – 0,27–0,54 т/га (34–68%). Другие сроки посева дают меньший прирост урожая, и они не эффективны.

Высокая продуктивность гречихи обеспечивается оптимальной густотой стояния растений на единице площади [3]. Только в этом случае гречиха имеет благоприятные условия для фотосинтетической деятельности, рационального потребления питательных веществ и воды из почвы, следовательно, для создания предпосылок интенсивного развития генеративных органов. Поэтому установление способов посева гречихи имеет важное практическое значение.

Считается, что широкорядный способ посева (0,45 м) лучше всего соответствует биологическим требованиям гречихи: цветки интенсивнее опыляются насекомыми из-за хорошей доступности в разреженных посевах, на 8–10% увеличивается озернённость растений, имеется возможность для подкормок и борьбы с сорняками в междурядьях, активнее поглощается почвенная влага благодаря более мощной корневой системе. Поэтому прибавка урожая зерна гречихи на широкорядных посевах выше на 0,20–0,25 т/га, по сравнению с обычными рядовыми.

На вариантах широкорядного посева (0,45 м), в зависимости от норм высева, нами получена лучшая прибавка урожая – от 0,22 до 0,38 т/га (21–36%). Средняя урожайность здесь составила 1,26–1,42 т/га, по годам исследований она существенно варьировала – от 1,08 т/га в 2010 г., до 1,69 т/га в 2011 г. Это объясняется сложившимися погодными условиями, которые оказали влияние на опылительную деятельность пчёл. Лучшее опыление гречихи отмечено в 2011 г., когда получен максимальный урожай зерна. Причем посещение цветков гречихи медоносными пчелами в дневное время имеет свою особенность: утром и вечером их количество значительно ниже, по сравнению с серединой дня. Зависимость числа опылителей от времени посещения оценивается следующими коэффициентами корреляции: в 11–12 ч  $r = 0,12$  (связь слабая), в 13–14 ч  $r = 0,72$  (связь сильная) и в 15–16 час.  $r = 0,17$  (связь слабая). Таким образом, основная опылительная деятельность культурных пчёл приходится на 13–14 ч.

Для получения высоких урожаев гречихи большое значение имеют правильно установленные нормы высева семян, которыми во многом определяется густота стояния растений и создаются благоприятные условия для их развития. В условиях излишне больших площадей питания гречиха посевная не может использовать весь объём почвы и воздушной среды, которыми она располагает, что обычно приводит к снижению урожая. При завышенной норме посева растения бывают высокорослыми, менее мощными и продуктивными. Такие посевы часто полегают, что затрудняет уборку и влечет потерю урожая. Оптимальные нормы высева устраняют непроизводительное расходование семян.

В результате проделанной работы установлено, что наиболее эффективной в лесостепи оказалось норма высева 3,5 млн всх. зёрен на 1 га на всех изучаемых способах посева. Прирост урожая в этом случае наиболее высокий и составил 0,16–0,38 т/га (15–36%). На варианте 2,5 млн всх. зёрен на 1 га получена прибавка от 0,13 до 0,22 т/га (12–21%); на варианте 4,5 млн всх. зёрен на 1 га – от 0,09 до 0,24 т/га (9–23%). Таким образом, проведенные исследования говорят о высокой эффективности широкорядного посева гречихи (0,45 м), нормой 3,5 млн всх. зёрен на 1 га.

Гречиха нуждается в большом количестве минеральных веществ во вторую половину вегетационного периода, когда ей требуется много пластических веществ для роста вегетативных и формирования генеративных органов. Ослабляя азотное питание растений в первой половине вегетации, можно задерживать рост вегетативной массы гречихи в начальных фазах, а затем усиливая питание, стимулировать развитие растений подкормками во второй период вегетации и этим обеспечить лучшее плодобразование. Хороший прирост урожая зерна гречиха даёт от подкормки азотом во время начала цветения растений. Перенесение подкормки на фазу бутонизации в количестве одной трети азота от основной нормы удобрений способствует повышению содержания в зерне гречихи зольных элементов и белка К.А. Савицкий [4]. Подобная закономерность прослеживается в наших опытах, где варианты с подкормкой гречихи во время бутонизации оказались экономически выгоднее как в случае с опылением, так и с доопылением цветков.

Лучшая урожайность в среднем составила 1,79 т/га, хотя она уступает показателям вариантов с двойной подкормкой (в фазу бутонизации и цветения) на 0,06 т/га, такая прибавка не окупает затраты на удобрения. Варианты без подкормки имели меньшую, и в тоже время, контрастную урожайность – от 0,29 до 1,45 т/га. Следует от-

метить слабое влияние подкормок на эффективность как опыления, так и доопыления.

Зная дату начала цветения гречихи, при различных отклонениях температуры воздуха, можно правильно спланировать сроки подвоза пчел для опыления культуры. Это очень важно, так как пчёлы в определенные сроки собирают нектар и пыльцу только с конкретных видов растений. При отклонении температуры воздуха от нормы происходит изменение сроков цветения не только гречихи, но и тех растений, с которых пчёлы берут дополнительный взятки до начала её цветения. Поэтому изучение особенностей опыления представляет не только научный, но и практический интерес.

Учёты урожая зерна показали, что без опыления гречихи медоносными пчёлами, когда к цветкам имели доступ только дикие насекомые-опылители, урожайность не превышала 0,44 т/га. Опыление растений гречихи пчёлами способствовало росту выхода зерна до 1,68 т/га, а доопыление повысило урожайность ещё выше – до 1,85 т/га.

Таким образом, для интенсивного плодобразования гречихи необходимо проводить своевременные меры по доопылению, что существенно увеличивает её урожайность.

Внедрение разработанных элементов агротехники в производство говорит о том, что соблюдение технологической дисциплины и учёт зональных особенностей в лесостепи Алтая обеспечивает сбор зерна гречихи на уровне 1,0–1,2 т/га.

**Вывод:** Несмотря на всю сложность биологии гречихи и большую отзывчивость её на погоду, применение зонального агротехнического комплекса на чернозёмах выщелоченных, включающего припосевное внесение удобрений  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , посев 5–10.06 с междурядьем 0,45 м, нормой высева 3,5 млн всх. зёрен на 1 га, некорневую подкормку в фазу бутонизации с учётом особенностей опыления и доопыления гречихи, позволяет получать в лесостепных условиях Алтайского края около 1,8 т/га зерна этой ценной культуры.

Данные, приведенные в статье, получены при выполнении темы НИР: «Совершенствование землепользования в лесостепи Алтайского края на основе биологических факторов», номер госрегистрации 01 2 01 154485.

#### Список литературы

1. Вазов В.М. Состояние и пути повышения производства зерна гречихи в лесостепи Алтая / В.Н. Козил, А.В. Одинцев А.В. // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 12 (4). – С. 752–756
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
3. Козил В.Н. Агротехнические приемы возделывания гречихи посевной в средней лесостепи Алтая // *Вестник АГАУ*. – 2011. – № 11. – С. 8–11.
4. Савицкий, К.А. Гречиха. – М.: Колос, 1970. – 312 с.