



В. П. Карпенко,
доктор с.-г. , професор, проректор з наукової та
інноваційної діяльності,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань), Україна.
E-mail: unuh1844@gmail.com



В. В. Любич,
доктор с.-г. ,
професор кафедри технології зберігання
і переробки зерна,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань), Україна.
E-mail: LyubichV@gmail.com



Д. М. Адаменко,
кандидат с.-г. наук,
ст. викладач кафедри захисту і карантину рослин,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань), Україна.
E-mail: adm1960@ukr.net



І. С. Кравець,
кандидат с.-г. наук,
доцент кафедри захисту і карантину рослин,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань), Україна.
E-mail: iskravets@ukr.net



Р. М. Пригуляк,
кандидат с.-г. наук,
доцент кафедри біології,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань), Україна.
E-mail: radak7484402@ukr.net



С. С. Шутко,
кандидат с.-г. наук,
викладач кафедри садово-паркового господарства,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань), Україна.

СЕЛЕКЦІЯ БАГАТОРІЧНИХ ЗЛАКІВ – ПРОБЛЕМИ І МОЖЛИВОСТІ

Анотація. В статті розглянуті основні проблеми селекційних досліджень зі створення багаторічних пшениць та можливостей їх вирощування, як альтернативи традиційній пшениці. Проведений аналіз досліджень зарубіжних і вітчизняних науковців щодо загальної стратегії селекції багаторічних культур з бажаним розподілом фотосинтезуючих ресурсів між насінням та вегетативними органами. Узагальнені наукові напрацювання в галузі селекції багаторічних злаків, як культур, які відповідають вимогам органічного землеробства.

Ключові слова: багаторічні злаки, органічні системи землеробства, міжвидова гібридизація, окультурення диких видів, злакові культури.

V. P. Karpenko,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Uman National University of Horticulture

V. V. Liubych,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Uman National University of Horticulture

D. M. Adamenko,

PhD of Agricultural Sciences, Uman National University of Horticulture

I. S. Kravets,

PhD of Agricultural Sciences, Associate professor, Uman National University of Horticulture

R. M. Prytulyak,

PhD of Agricultural Sciences, Uman National University of Horticulture

S.S. Shutko,

PhD of Agricultural Sciences, Uman National University of Horticulture

THE SELECTION OF PERENNIAL GRASSES – PROBLEMS AND OPPORTUNITIES

Annotation. Over the past decades, a third of the world's arable land has been lost to soil erosion, and the rate of this degradation is increasing and will continue to increase with increasing production capacity boundaries. The persistent

problem of soil erosion around the world has revived interest in perennial crops. All of our current crops are annuals, so developing a number of new perennial crops, legumes, and others will take a long-term effort.

An analysis of the literary sources of domestic and foreign scientists has established that some cereals, such as rye, rice and sorghum, can be hybridized with the closest perennial relatives to enrich the gene pool. Others, such as wheat, oats, corn, soybeans and sunflowers, must be hybridized with more distant perennial species and genera. And some perennial species with a relatively high yield (medium wheatgrass, Maximilian sunflower and others) can be cultivated without interspecific hybridization.

Key words: perennial grasses, organic farming systems, interspecific hybridization, domestication of wild species, cereals.

Постановка проблеми. Однорічні зернові культури домінують у посівному ландшафті ще з давніх часів і до нині. Поширення землеробства та зміни у способах обробітку ґрунту спричинили його ерозію [1, 2]. Втрати ґрунту внаслідок ерозії за останні кілька десятиліть складають приблизно третину орних земель планети [3]. Темпи цієї деградації будуть зростати, оскільки розширюються межі виробництва сільськогосподарської продукції для забезпечення потреб харчування.

За аналітичними даними, до 2050 року необхідно розширити сільськогосподарське виробництво, щоб повністю забезпечити продуктами харчування людей на планеті. Однак, якщо технологія виробництва зерна та інших продуктів залишиться на теперішньому рівні, то процеси деградації ґрунту стануть не відновлюваними [4]. Особливо це стосуватиметься випадків коли застосовують обробіток ґрунту на похилих землях, що завжди призводить до ризику його ерозії. Негативний вплив на природне середовище спричиняє практика збільшення кількості використання пестицидів та мінеральних елементів живлення [5].

Органічне землеробство, яке є відносно новим підходом до рослинництва, все ще перебуває в експериментальній фазі, хоча його елементи можна застосувати для будь-якого земельного ландшафту [6]. На сьогоднішній день більшість досліджень у цьому напрямку проведено в центральній частині штату Канзас, США. Вони були спрямовані на розробку «вітчизняної прерії» з трав'янистими багаторічними зерновими культурами [6]. Інші, менш впроваджені рекомендації щодо зменшення ерозії ґрунту стосуються використання багаторічних зернових культур, зокрема пшенично-пірийних гібридів та багаторічних пшениць [7, 8]. Однак необхідно враховувати, що жоден нинішній багаторічний вид не забезпечує достатньо високих урожаїв. А тому перед селекціонерами поставлено завдання створити сорти багаторічних зернових та інших культур, які забезпечать досить високу продуктивність та зменшать ерозію ґрунтів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Швидке потепління клімату Землі понад 11 000 років тому стало причиною утворення концентричних «ізоекзотермічних зон» з найвищими річними температурами в посушливий сезон [9]. Новий кліматичний режим у цих зонах сприяв розвитку однорічних трав та бобових, які могли пережити тривалі спекотні сухі періоди та утворити насіння, яке було порівняно великим і могло проростати і швидко рости за сезонних дощів та помірної температури.

У процесі еволюції однорічні рослини значною мірою витіснили багаторічні види, а їх здатність до вирощування у різних ґрунтово-кліматичних зонах змусила людину до їх поширення за межі регіонів походження [9]. Це стало причиною того, що людство майже повністю використовує однорічні види зернових культур, з невеликими нішами виробництва багаторічних злаків (зокрема як кормових культур для годівлі тварин). А тому селекційні дослідження зі створення багаторічних зернових культур є досить трудоємкими і тривалими, тому що добір на стійкість до біотичних та абіотичних факторів та підвищену урожайність зерна вимагають інтенсивної роботи. Цей процес можна значно скоротити шляхом залучення генетичного різноманіття багаторічних видів, які можна гібридизувати з супутніми однорічними культурами.

На даний час селекціонери мають у своєму розпорядженні значні генетичні ресурси для створення багаторічних злаків, але просто поза межами питання «компромісу» між урожайністю зерна та багаторічністю [10]. За словами Вагонера [7], «урожайність багаторічних зернових культур, мабуть, ніколи не буде такою високою, як у однорічних рослин, оскільки життєві стратегії однорічників і багаторічників різні». І дійсно, високопродуктивних багаторічних зернових культур на сьогодні не існує. Експериментальними дослідженнями продуктивності відомих на сьогодні видів багаторічних злаків встановлено, що врожайність насіння зазвичай нижча за 1,0 т/га, але для деяких багаторічних бобових культур (в'язкий Ілінойс (*Desmanthus illinoensis*) та дика сenna (*Cassia marilandica*)), урожайність може сягати до 2,0 т/га [6, 7].

У Каліфорнії 25-річними селекційними дослідженнями багаторічної пшениці (*Triticum aestivum*, гібридизована з багаторічними травами) було створено лінії, урожайність яких у перший рік падала «в межах найнижчих урожайних товарних сортів пшениці» того часу, а зниження врожайності спостерігалось і в наступні роки. Шляхом селекційних доборів за врожайністю вісім міхродових ліній пшениці у штаті Вашингтон, США, забезпечили врожайність від 1,6 до 5,8 т/га, порівняно з майже 9,0 т/га для традиційних сортів пшениці у цьому штаті [8].

Причиною цього є негативний взаємозв'язок між багаторічністю та врожайністю зерна, який базується на теорії історії життя [10 - 12]. В основі цієї теорії лежать спостереження за існуючими видами, які є продуктами природного та штучного відбору в різних напрямках (рис. 1).

На рисунку горизонтальна вісь являє собою градієнт, що коливається від однорічності до багаторічності, з порогом (пунктирна лінія), що розділяє тривалість життя. Вертикальна вісь – урожай зерна за сезон. Пунктирна крива представляє собою гіпотетичні генетичні межі двостороннього селекційного розподілу.

Багаторічні рослини з високим потенціалом продуктивності в природі не зустрічаються. Однак штучна гібридизація та селекція дають змогу створити нові міжвидові сорти та гібриди (тритикале (*X Triticosecale*), нові гібриди кукурудзи (*Zea mays*) та інших рослин), а тому можливо створити і багаторічні злаки з підвищеною продуктивністю.

Навіть якщо існує негативна кореляція між багаторічністю та врожайністю зерна, це не виключає успіхів селекції у створення багаторічних культур. Якщо взяти два сумісні для схрещування генофонди – однорічну популяцію з високим урожаєм зерна (P_1) та багаторічну – з низькими показниками продуктивності (P_2), то при схрещуванні P_1 і P_2 , гібридна популяція H_0 буде розміщена у подовженому розподілі між ними – «рекомбінаційному веретені» (Anderson, 1949) (рис. 2).

Сегмент S_0 може бути одним із кращих результатів доборів з гібридною популяцією H_0 , як за багаторічністю, так і за врожайністю зерна. Добори в гібридній популяції вздовж довгої осі її розподілу (тобто до P_1 або P_2) призведуть до більшої реакції наступного покоління на ознаку добору (урожайність – багатобічність), ніж добір вздовж короткої осі. Але навіть коли добір проводити вздовж цієї осі (у бік вищого врожаю або багатобічності) він може наблизитися до генетичних меж предків (див. рис. 1) або навіть перевищити.

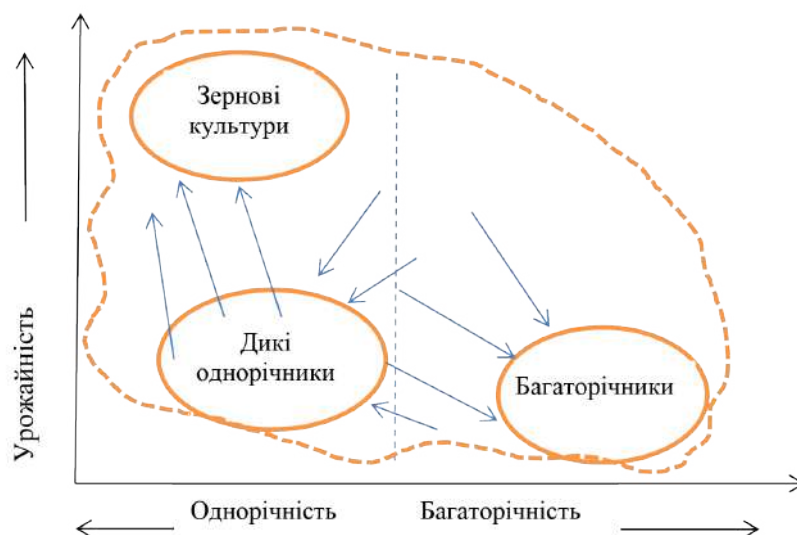


Рис. 1 Різні напрямки селекції, що обмежують мінливість багаторічних рослин, дикорослих однорічних рослин та однорічних зернових культур

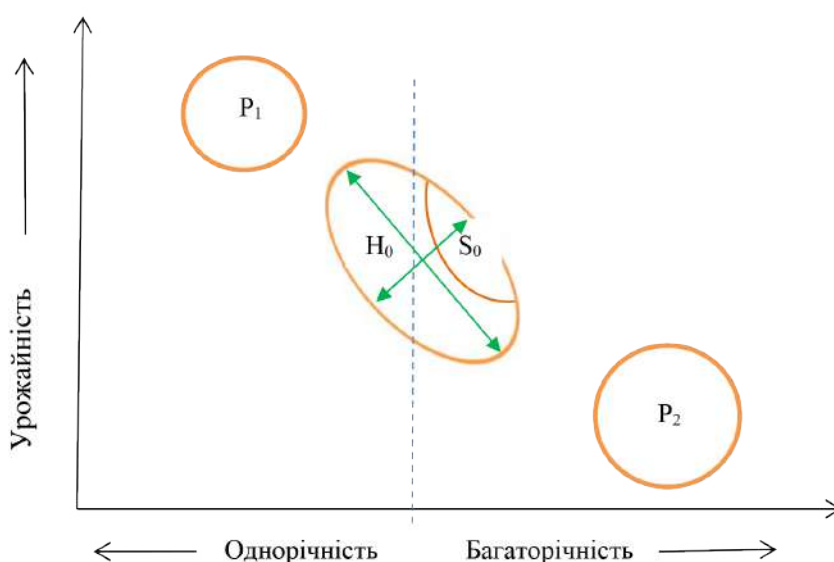


Рис. 2 Розподіл однорічних та багаторічних популяції зернових культур, отриманих шляхом гібридизації

Відбір у багаторічній популяції для збільшення врожаю зерна не дає тих результатів, які можна отримати при аналогічних доборах за врожайністю у однорічних популяціях. Однак при проведенні n -ної кількості схрещувань спостерігатимемо збільшення врожайності у гібридних комбінаціях H_1 та S_1 (рис. 3).

Гібридна популяція H_n з бажаними ознаками врожайності та багатобічності може бути отримана в результаті n циклів добору за урожайністю зерна серед вибраних особин (пунктирна стрілка). При цьому у будь яких програмах селекційних досліджень зі створення багаторічних рослин негативні кореляції між господарсько-цінними ознаками будуть проблемою, яку можливо успішно вирішити, прийнявши компромісне рішення стосовно окремих з них, як це зроблено для окремих культур.

Наприклад, кореляція між концентрацією білка та вмістом олії в насінні часто негативно позначається на врожайності зерна соняшника [13 – 16]. Тим не менше, урожайність та якісні показники зерна одночасно покращувались завдяки селекційним програмам [17].

Селекціонери регулярно жертвують урожайністю зерна, щоб покращити стійкість до шкідників та збудників хвороб незалежно від того, чи є стійкість генетично пов'язаною з нижчою врожайністю. При селекції бобових

можливо отримати стрімке збільшення врожаю, усунувши симбіотичну фіксацію атмосферного азоту, що має більш високі енергетичні затрати для рослини, ніж поглинання нітратів із ґрунту [18, 19]. Але вони відмовляються від збільшення продуктивності, оскільки біологічна фіксація азоту високо цінується.

Відмінності між стратегіями створення однорічних та багаторічних рослин, як правило, зосереджуються на розподілі фотосинтезуючих ресурсів між насінням та вегетативними структурами [12]. Це, насамперед, пошук вирішення генетичних проблем, які загострюються, коли окремі рослини повинні виживати і виробляти продукцію продовж декількох років на одному й тому ж земельному масиві. Більшість селекційних зусиль зі створення багаторічних злаків мають чітку мету – захист навколишнього середовища. Це змушує селекціонерів добирати генотипи, адаптовані до таких систем, як органічне землеробство [20, 21], або природних систем землеробства [10], які характеризуються нижчими рівнями забезпечення джерелами енергії та синтетичними хімічними речовинами.

Створення багаторічних рослин передбачає довші цикли селекції, але багаторічність при цьому також матиме позитивний вплив на збільшення генетичного різноманіття завдяки посиленому контролю за запиленням

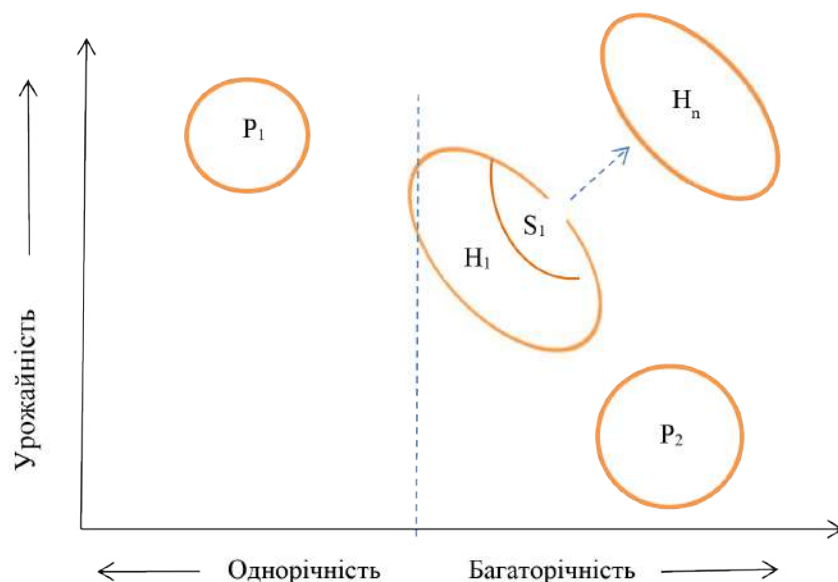


Рис.3 Розподіл однорічних та багаторічних популяції зернових культур та матеріалів добору в результаті n -циклів схрещувань

[22, 23], здатності до безстатевого розмноження в розплідниках та довшому часовому періоду для оцінки ознак та генетичних маркерів.

Однак багаторічність може мати і негативні наслідки при вирощуванні таких культур у другий та наступні роки, перш за все, через відсутність обробки ґрунту та наявність рослинних залишків на поверхні ґрунту з зимуючими стадіями збудників хвороб. Також можливі пошкодження багаторічної культури, яка впродовж кількох років укорінюється серед власних решток. Тому селекціонерам доведеться добиватися більш високого рівня генетичної стійкості до сапрофітних збудників хвороб багаторічних злаків, так само, як це потрібно для деяких однорічних культур [24].

Якщо багаторічні культури не вирощуватимуться в екологічно безпечніших системах землеробства, як більшість однорічних, багаторічним злакам потрібна підвищена стійкість або толерантність до ґрунтових хвороб, нематод та вірусів. Однорічні культури також є вразливими для цих організмів, але ураження може не нанести серйозної шкоди, а новий, не уражений шкодо чинними організмами урожай можна отримати наступного року завдяки чергуванню культур у сівозміні. На відміну від цього, багаторічні рослини після ураження можуть зазнавати пошкоджень впродовж декількох років або повністю загинути.

Міжвидова гібридизація може забезпечити певний генетичний захист від збудників хвороб та шкідників. Більшість генів стійкості до хвороб пшениці озимої чи ярої були перенесені з інших видів [17]. Тому широка гібридизація з багаторічними родичами пшениці призведе до виявлення нових генів стійкості [25].

Селекційні програми зі створення багаторічних злаків повинні враховувати наслідки взаємодії генотип-середовище. Методологія селекції традиційно намагається контролювати всі фактори навколишнього середовища, крім одного або декількох досліджуваних, на які вплив людини обмежений. При цьому взаємодії генотип-середовище та генотип-генотип неможливо контролювати або усувати, але на них слід покладатися, щоб мати можливість керувати системою.

Органічне землеробство передбачає використання біорізноманіття у селекційних дослідженнях [26], що забезпечує вирішення проблем, яких немає в природних екосистемах. Такий спосіб землеробства на даний час намагається імітувати ці екосистеми для усунення деяких проблем традиційного — ущільнення ґрунту, дефіцит елементів живлення, низький рівень рН та інші

потенційні наслідки щорічної зміни культури. Видове різноманіття також може забезпечити захист від патогенних мікроорганізмів та комах [27]. Багаторічні культурні сорти повинні бути розроблені як популяції генотипів, а не інбредні лінії або гібриди F_1 .

При цьому багаторічні зернові культури потребуватимуть нових методологій вирощування, як і однорічні посіви, а інші види сільськогосподарських культур, бур'яни, мікоризні гриби, бактерії, інші мікроорганізми ґрунту, рослинні рештки, а також різноманітні рослинодні та власні хижаки чи паразити впливатимуть на ріст та продуктивність таких культур [28].

Висновки. Аналізом джерел літератури з питань селекції багаторічних злаків та можливостей їх використання в екологічних системах землеробства встановлено, що створення високопродуктивних багаторічних зернових культур, зокрема пшениці та пшенично-пирійних гібридів, потребує використання в селекційних програмах значного біорізноманіття як культурних рослин, так і їх диких видів.

Створення багаторічної гібридної популяції з бажаними ознаками врожайності та багатобічності можливе в результаті багаторічних циклів добору за урожайністю зерна. При цьому негативні кореляції між господарсько-цінними ознаками будуть основною проблемою, вирішення якої можливе завдяки компромісу стосовно або багатобічності або продуктивності, як це спостерігаємо у окремих культур.

Література

- Hillel D. Out of the Earth: Civilization and the Life of the Soil. Univ. California Press, Berkeley. 1999. 215 p.
- Lowdermilk W.C. Conquest of the land through seven thousand years. *Agric.* 1953. Inf. Bull. No 99. P. 1-30.
- Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits / Pimentel D. et. al.: Science. 1995. No 267. P. 1117-1123.
- Evans L. T. Feeding the Ten Billion. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 1998. P. 25-40.
- Mummey D.L., J.L. Smith, and G. Bluhm.. Assessment of alternative soil management practices on N2O emissions from US agriculture. *Agric., Ecosystem Env.* 1998. No 70. P. 79-87.
- Piper J. K. Natural Systems Agriculture. In: Biodiversity in Agroecosystems. 1999. P. 167-195.
- Wagoner P. Perennial grain development: past efforts and potential for the future. *Critical Rev. Plant Sci.* 1990. No 9. P. 381-408.
- Scheinost P., Lammer, D., Cai, X., Murray, T. D., and S. S. Jones. Perennial wheat: a sustainable cropping system for the Pacific Northwest. *J. Alternative Agric.* 2001. (in press)
- Whyte R. The botanical Neolithic revolution. *Human Ecol.* 1977. No 5. P. 209-222.
- Jackson W., Jackson L. Developing high seed yielding perennial polycultures as a mimic of mid-grass prairie. In: Agriculture as a Mimic of Natural Systems. 1999. P. 1-37.

11. Gadgil M., Solbrig, O. The concept of r- and K-selection: evidence from wild flowers and some theoretical considerations. *Am. Nat.* 1972. No 106. P.14-31.
12. Gardner, J. C. The biology of annual and perennial grasses in the plains. In: *Grass or Grain?: Intermediate Wheatgrass in a Perennial Cropping System for the Northern Plains.* 1989. P. 4-7.
13. Anderson, E. *Introgressive Hybridization.* John Wiley and Sons, New York. 1949.
14. Loffler C.M., Busch R.H., Wiersma J.V. Recurrent selection for grain protein percentage in hard red spring wheat. *Crop Sci.* 1983. No 23. P. 1097-1101.
15. Brim C.A., Burton J.W. Recurrent selection in soybeans. II Selection for increased percent protein in seeds. *Crop Sci.* 1978. No 78. P. 35-38.
16. Burton J.W., Brim C.A. Recurrent selection in soybeans. III Selection for increased percent oil in seeds. *Crop Sci.* 1981. No 81. P. 31-34.
17. Cox, T. S. Deepening the wheat gene pool. *J. Crop Prod.* 1998.No 1. P.1-25.
18. Finke, R. L., Harper, J. E., and Hageman, R. H. Efficiency of nitrogen assimilation by N₂-fixing and nitrate-grown soybean plants (*Glycine max* [L.] Merr.). *Plant Physiol.* 1982. No 70. P. 1178-1184.
19. Salsac, L., Drevon, J.-J., Zengbe, M., Clyet-Marel, J.-C., and Obaton, M. Energy requirement of nitrogen fixation. *Physiologie Vegetale* No 22: 1984. P. 509-521.
20. Scheinost P., Lammer D., Cai X., Murray, T., Jones S. Perennial wheat: a sustainable cropping system for the Pacific Northwest. *J. Alternative Agric.* 2001. (in press)
21. Wagoner P. Perennial grain: new use for intermediate wheatgrass. *J. Soil Water Conserv.* No 45: 1990. P. 81-82.
22. Reimann-Philipp R., Rohde H. Die cytologische Identifizierung der genetische unterschiedlichen Gruppen von Artbastarden in den späteren Generationen der Kreuzung *S. cereale* X *S. montanum* in ihrer Bedeutung für die Zuchtung eines perennierenden Kulturorgans. *Z. Pflanzenzuchtg.* No 60. 1968. P. 212-218.
23. Knowles R.P. Recurrent mass selection for improved seed yields in intermediate wheatgrass. *Crop Sci.* No 17: 1977. P. 51-54.
24. Bockus W., Shroyer J. The impact of reduced tillage on soilborne plant pathogens. *Ann. Rev. Phytopathol.* No 36: P. 1998. P. 485-500.
25. Seiler G. J. Registration of six interspecific germplasm lines derived from wild perennial sunflower. *Crop Sci.* No 33: 1993. P. 1110-1111.
26. Cox T. S., Wood D. The nature and role of crop biodiversity. In: *Agrobiodiversity: Characterization, Utilization, and Management.* 1999. P. 35-57.
27. Altieri M. A., Nicholls, C. I. Biodiversity, ecosystem function, and insect pest management in agricultural systems. In: *Biodiversity in Agroecosystems.* 1999. P. 69-84.
28. Francis C. A. Breeding hybrids and varieties for sustainable systems. In *Sustainable Agriculture in Temperate Zones.* Francis C.A., Flora C.B., King L.D., Eds., John Wiley and Sons, New York. 1990. P. 24-54.
7. Wagoner P. (1990). Perennial grain development: past efforts and potential for the future. *Critical Rev. Plant Sci.* No 9. pp. 381-408. (in USA).
8. Scheinost P., Lammer D., Cai X., Murray T. D., Jones. S. S. (2001). Perennial wheat: a sustainable cropping system for the Pacific Northwest. *J. Alternative Agric.* (in press) (in USA).
9. Whyte R. O. (1977). The botanical Neolithic revolution. *Human Ecol.* 1977. No 5. pp. 209-222. (in USA).
10. Jackson W., Jackson L. (1999). Developing high seed yielding perennial polycultures as a mimic of mid-grass prairie. In: *Agriculture as a Mimic of Natural Systems.* 1999. pp. 1-37. (in USA).
11. Gadgil, M. and Solbrig, O. T. (1972). The concept of r- and K-selection: evidence from wild flowers and some theoretical considerations. *Am. Nat.* 1972. No 106. pp. 14-31. (in USA).
12. Gardner J. C. (1989). The biology of annual and perennial grasses in the plains. In: *Grass or Grain?: Intermediate Wheatgrass in a Perennial Cropping System for the Northern Plains.* 1989. pp. 4-7. (in USA).
13. Anderson E. (1949). *Introgressive Hybridization.* John Wiley and Sons, New York. (in USA).
14. Loffler C. M., Busch R. H., Wiersma, J. V. (1983). Recurrent selection for grain protein percentage in hard red spring wheat. *Crop Sci.* 1983. No 23. pp. 1097-1101. (in USA).
15. Brimp C. A., pp. Burton J. W. (1978). Recurrent selection in soybeans. II Selection for increased percent protein in seeds. *Crop Sci.* 1978. No 78. pp. 35-38. (in USA).
16. Burton J. W., Brim C. A. (1981). Recurrent selection in soybeans. III Selection for increased percent oil in seeds. *Crop Sci.* 1981. No 81. pp. 31-34. (in USA).
17. Cox T.S. (1998). Deepening the wheat gene pool. *J. Crop Prod.* 1998. No 1. pp. 1-25. (in USA).
18. Finke R. L., Harper J. E., Hageman, R. H. (1982). Efficiency of nitrogen assimilation by N₂-fixing and nitrate-grown soybean plants (*Glycine max* [L.] Merr.). *Plant Physiol.* 1982. No 70. pp. 1178-1184. (in USA).
19. Salsac L., Drevon J.-J., Zengbe M., Clyet-Marel J.-C., Obaton M. (1984). Energy requirement of nitrogen fixation. *Physiologie Vegetale.* 1984. No 22. pp. 509-521. (in USA).
20. Scheinost P., Lammer D., Cai X., Murray T. D., Jones S. S. (2001). Perennial wheat: a sustainable cropping system for the Pacific Northwest. *J. Alternative Agric.* 2001. (in press) (in USA).
21. Wagoner P. (1990). Perennial grain: new use for intermediate wheatgrass. *J. Soil Water Conserv.* 1990. No 45. pp. 81-82. (in USA).
22. Reimann-Philipp R., Rohde H. (1968). Die cytologische Identifizierung der genetische unterschiedlichen Gruppen von Artbastarden in den späteren Generationen der Kreuzung *S. cereale* X *S. montanum* in ihrer Bedeutung für die Zuchtung eines perennierenden Kulturorgans. *Z. Pflanzenzuchtg.* 1968. No 60. pp. 212-218. (in USA).
23. Knowles R. P. (1977). Recurrent mass selection for improved seed yields in intermediate wheatgrass. *Crop Sci.* 1977. No 17. pp.51-54. (in USA).
24. Bockus, W. W., Shroyer J. P. (1998). The impact of reduced tillage on soilborne plant pathogens. *Ann. Rev. Phytopathol.* 1998. No 36. pp. 485-500. (in USA).
25. Seiler G. J. (1993). Registration of six interspecific germplasm lines derived from wild perennial sunflower. *Crop Sci.* 1993. No 33. pp. 1110-1111. (in USA).
26. Cox T. S., Wood D. (1999). The nature and role of crop biodiversity. In: *Agrobiodiversity: Characterization, Utilization, and Management.* CABI Publishing, Wallingford, Oxon. pp. 35-57. (in USA).
27. Altieri M. A. and Nicholls, C. I. (1999). Biodiversity, ecosystem function, and insect pest management in agricultural systems. In: *Biodiversity in Agroecosystems.* CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 69-84. (in USA).
28. Francis C. A. (1990). Breeding hybrids and varieties for sustainable systems. In *Sustainable Agriculture in Temperate Zones.* pp. 24-54. Francis, C. A., Flora, C. B., and King, L. D., Eds., John Wiley and Sons, New York. (in USA).

References

1. Hillel, D. (1991). *Out of the Earth: Civilization and the Life of the Soil.* Univ. California Press, Berkeley. (in USA).
2. Lowdermilk, W. C. (1953). Conquest of the land through seven thousand years. *Agric. Inf. Bull.* 1953. No 99: pp. 1-30. (in USA).
3. Pimentel D., Harvey C., Resosudarmo P., Sinclair K., Kurz D., McNair M., Crist S., Shpritz L., Fitton L., Saifouri R., Blair R. (1995). Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science.* 1995. No 267. pp 1117-1123. (in USA).
4. Evans, L. T. (1998). *Feeding the Ten Billion.* Cambridge Univ. Press, Cambridge, (in Ukraine).
5. Mummey D., Smith J., Bluhm G.. (1998). Assessment of alternative soil management practices on N₂O emissions from US agriculture. *Agric., Ecosystem Env.* 1998. No 70. pp. 79-87. (in USA).
6. Piper, J. K. (1999). *Natural Systems Agriculture.* In: *Biodiversity in Agroecosystems.* 1999. pp. 167-195. Collins, W. W. and C. O. Qualset, Eds.,